UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE BIOLOGÍA

Proyecto Previo a la Obtención del Título de Biólogo

"Análisis de viabilidad de un programa simplificado de selección genética de *Lithobates catesbeianus*, en condiciones de anfigranjas amazónicas de pequeña escala"

Autores

María José Méndez Solórzano
Greys Elizabeth Vásquez Cabrera

Director de Proyecto
MSc. Ricardo Ernesto Burgos Morán

Puyo-Ecuador

Julio 2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo Greys Elizabeth Vásquez Cabrera con C.I. 1104671605, hace constar que es autora del Trabajo de Integración Curricular titulado: Análisis de viabilidad de un programa simplificado de selección genética de *Lithobates catesbeianus*, en condiciones de anfigranjas amazónicas de pequeña escala, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección de del Tutor de dicho trabajo, Msc. Ricardo Burgos. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 19 días del mes de 7 del 2021.

Greys Elizabeth Vásquez Cabrera
CI: 1104671605

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo María José Méndez Solórzano con C.I. 0932796428, hace constar que es autora del Trabajo de Integración Curricular titulado: Análisis de viabilidad de un programa simplificado de selección genética de *Lithobates catesbeianus*, en condiciones de anfigranjas amazónicas de pequeña escala, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección de del Tutor de dicho trabajo, Msc. Ricardo Burgos. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 19 días del mes de 7 del 2021.

María José Méndez Solórzano
CI: 0932796428

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el Trabajo de Integración Curricular titulado: "Análisis de viabilidad de un programa simplificado de selección genética de *Lithobates catesbeianus*, en condiciones de anfigranjas amazónicas de pequeña escala", un proyecto experimental".



Dra. Alina Ramírez Sánchez, PhD.
Presidenta del Tribunal



Dra. María Adela Valdés Saenz, PhD.
Miembro del Tribunal



Msc. Cristian David Chimborazo Sarabia
Miembro del Tribunal

Certificado No. 183-SAU-UEA-2021

Puyo, 20 de julio de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a las estudiantes: Greys Elizabeth Vásquez Cabrera con C.I. 1104671605 y María José Méndez Solórzano con C.I. 0932796428, con el Tema: **"Análisis de viabilidad de un programa simplificado de selección genética de *Litobates catesbeianus*, en condiciones de unfigranjas amazónicas de pequeña escala."**, de la carrera, Biología. Director de la investigación, Ricardo Ernesto Burgos Morán Blgo. MSc., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 3%, informe generado con fecha 20 de julio de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

ITALO MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

Derechos de Autor Copyright

©2021, María José Méndez Solórzano– Greys Elizabeth Vásquez Cabrera

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Declaración de Autenticidad

Yo, Greys Elizabeth Vásquez Cabrera, declaro que el presente proyecto de investigación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que proviene de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de Integración Curricular.



Greys Elizabeth Vásquez Cabrera
CI: 1104671605

Yo, María José Méndez Solórzano, declaro que el presente proyecto de investigación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que proviene de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de Integración Curricular.



María José Méndez Solórzano
CI: 0932796428

DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto a Dios por a vernos dado la fortaleza a y nuestros papas que fueron el pilar fundamental para poder lograr esto, a nuestros familiares, amigos y compañeros por ser igual un gran apoyo al docente Ricardo Burgos por ser guía en este proyecto y a mis docentes que me formaron estos cinco años. Esta dedicatoria es para nosotras también por haber culminado este proyecto y la carrera.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo se lo agradecemos a Dios sobre todo por guiar nuestro camino, darnos sabiduría y fuerzas necesarias. Nuestras familias por el soporte y apoyo en cada una de las etapas. Y nuestros maestros que fueron la luz durante nuestro caminar diario del saber y el Sr. Lenin Merino por facilitarnos sus conocimientos y experiencia en cuanto a los anfibios.

Resumen

Se propuso identificar aspectos y parámetros básicos de selección para evaluar la viabilidad de un programa simplificado de selección genética para *Lithobates catesbeianus* en condiciones de anfigranja amazónica de pequeña escala, mediante la observación de campo y su contraste con datos bibliográficos. Se seleccionaron 12 parejas reproductoras, sobre la base de su masa corporal (g), tamaño de ancas, dorso y ancho (mm) al igual que el seguimiento a 60 de sus crías marcadas desde huevecillos hasta su estado de rana juvenil, con monitoreo semanal, para establecer el cálculo de la tasa de conversión alimenticia (TCA). Como resultado, se identificó que los progenitores de la combinación de macho adulto y hembra joven fueron más prolíficos, con mayores desoves y mejor sobrevivencia durante todo el experimento. Se comprobaron diferencias significativas de los rasgos medidos de la progenie ($p \leq 0,294$), mientras la TCA fue parecida en todos los casos, atribuible a la dispersión de datos. Se detectaron correlaciones significativamente estadísticas (R2, $p \leq 0,005$) de rasgos morfométricos válidos para selección simplificada, con relaciones positivas para: peso-TCA=0,403; peso-ancho=0,796; TCA-ancas=0,559; y, negativas para: cola-ancas= -0,747; cabeza-ancas= -0,415. Así, la selección se orientará a reproductoras hembras jóvenes, con mayores tamaños de anca y ancho; y menores de cola (en metamorfosis) y cabeza; enfocando el aprovechamiento de ancas. Se considera viable la implementación de un programa simplificado de selección genética en condiciones de anfi-granja semi-intensiva, debido la razonabilidad de sus costos de adopción, facilidades de manejo previas, medidas de bioseguridad para la prevención de escapes; y, gestión de desechos. Se destaca, que en futuros estudios, se debe identificar parámetros de evaluación del temperamento de individuos frente a escapes, como rasgo de selección, medida que contribuiría a la bioseguridad de este tipo de cultivos de especies introducidas en la Amazonía.

Palabras claves: *Lithobates catesbeianus*, selección simplificada, ancas, ranicultura

Abstract

This research aimed to identify basic selection aspects and parameters to evaluate the viability of a simplified genetic selection program for *Lithobates catesbeianus* in small-scale raniculture farm inside Amazonian conditions, through field observation and its contrast with bibliographic data. Twelve breeding pairs were selected, on the basis of their body mass (g), size of haunches, back and width (mm) as well as the follow-up of 60 of their offspring marked from eggs until their state of juvenile frog, with weekly monitoring, to establish the calculation of the food conversion rate (FCR). As a result, it was identified that the breeders of the combination of adult male and young female were more prolific, with higher spawning and better survival throughout the experiment. Significant differences were found in the measured traits of the progeny ($p \leq 0.294$), while the FCR was similar in all cases, attributable to the dispersion of data. Statistical significant correlations (R2, $p \leq 0.005$) of valid morphometric traits were detected for simplified selection, with positive relationships for: weight-FCR= 0.403; weight-width = 0.796; FCR-haunches = 0.559; and, negative for: tail-haunches = -0.747; head-haunches = -0.415. Thus, the selection will be oriented to young female breeders, with larger haunch and width; and minors of tail (in metamorphosis) and head; focusing on the use of haunches. The implementation of a simplified genetic selection program in semi-intensive frog-farm conditions is considered feasible, due to the reasonableness of its adoption costs, previous handling facilities, biosecurity measures to prevent leaks; and, waste management. It is emphasized that in future studies, evaluation parameters of the temperament of individuals in the face of escapes should be identified, as a selection trait, a measure that would contribute to the biosecurity of this type of crops of species introduced in the Amazon.

Key words: *Lithobates catesbeianus,* simplified selection, haunches, raniculture.

Tabla de contenido

CAPITULO I **20**

INTRODUCCIÓN **20**

1.1. JUSTIFICACIÓN 20

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 20

1.3 OBJETIVOS 21

1.3.1 Objetivo General *21*

1.3.2 Objetivos Específicos *21*

CAPITULO II **22**

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA **22**

2.1 ANTECEDENTES DE CULTIVO DE *LITHOBATES CATESBEIANUS* EN ECUADOR 22

2.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA 22

2.3 INFLUENCIA DE LA RANA TORO AL AMBIENTE 22

2.4 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE 23

2.4.1 Morfología *23*

2.5 REPRODUCCIÓN 23

2.6 ETAPAS DEL CULTIVO DE LA RANA 23

2.6.1 Selección de los reproductores *23*

2.6.2 Desove *24*

2.6.3 Incubación *24*

2.6.4 Cría de renacuajos *24*

2.6.5 Metamorfosis *24*

2.6.6 Engorde *24*

2.7 SELECCIÓN GENÉTICA 25

2.7.1 Concepto de cría selectiva *25*

2.7.2 Selección genética en Lithobates catesbeianus *25*

2.7.3. Indicadores simplificados de selección genética *25*

CAPITULO III **26**

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN **26**

3.1 LOCALIZACIÓN 26

3.2 TIPO DE DISEÑO 26

3.3 MATERIALES Y MÉTODOS 27

3.3.1 Duración del experimento y condiciones de confinamiento *27*

3.3.2 Identificación de aspectos básicos de selección de reproductores *27*

3.3.3 Medición de respuesta *28*

3.4 ANÁLISIS DE VIABILIDAD 28

CAPÍTULO IV 29

RESULTADOS 29

4.1 ASPECTOS RELEVANTES EN UN PROGRAMA DE MEJORA PARA *LITHOBATES CATESBEIANUS* EN CULTIVO 29

4.2 ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE SELECCIÓN Y MEJORA 30

4.2.1 Análisis de correlaciones y varianza 30

4.2.2 Análisis de TCA 31

4.2.3 Ganancia de peso enfocada al producto 32

4.2.4 Análisis de supervivencia 33

4.2.5 Análisis de desove y eclosión 33

4.3 ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE UN PROGRAMA DE MEJORA PARA LITHOBATES CATESBEIANUS 34

4.3.1 Productividad 34

4.3.2 Estimación de costos 35

4.3.3 Condiciones ambientales para el cultivo Lithobates catesbeianus 36

4.3.4 Bioseguridad 36

5. CONCLUSIONES 38

6. RECOMENDACION 38

7. BIBLIOGRAFÍA 39

8. ANEXOS 43

Índice de tablas

Tabla 1 Condiciones ambientales del mantenimiento experimental para *Lithobates catesbeianus*.27
Tabla 2 Criterios de viabilidad de análisis para programa de mejora en *Lithobates catesbeianus*..28
Tabla 3 Aspectos básicos de selección de reproductores.....29
Tabla 4 Análisis de varianza para promedios de indicadores de selección para *Lithobates catesbeianus.*.....30
Tabla 5 Matriz de análisis de correlaciones por el coeficiente de Pearson(R^2).....31
Tabla 6 Criterios orientadores para procesos de selección en diferentes tipos de anfigranjas.....35
Tabla 7 Costo de alimentación y mejora de infraestructura para mejora de *Lithobates catesbeianus* 35
Tabla 8 Frecuencia de mantenimiento de condiciones ambientales para el cultivo local de *Lithobates catesbeianus* de manera semi-intensivo.....36

Índice de figuras

Figura 1 Mapa de ubicación de la zona de estudio 26
Figura 2 Tasa de conversión alimenticia (TCA) para la progenie de *Lithobates catesbeianus*.....31
Figura 3 Desarrollo del promedio de peso (g) en progenie de *Lithobates catesbeianus* 32
Figura 4 Sobrevivencia de progenie de *Lithobates catesbeianus* de distintos reproductores.....33
Figura 5 Índices de desove y eclosión.....34
Figura 6 Amenazas en la producción de *Lithobates catesbeianus*.. **¡Error! Marcador no definido.**

Indice de anexos

Anexo 1 Selección de los reproductores 43
Anexo 2 Selección de sitios para desoves..... 43
Anexo 3 Puesta de huevos (freza) en los estanques 44
Anexo 4 Crecimiento de las larvas..... 44
Anexo 5 Recolecta de datos 45

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN

Actualmente en el Ecuador la comercialización y la cría de rana toro es una actividad económica de pequeña y mediana empresa, de grupos pequeños de emprendedores dirigidos a mercados de menudeo como el estadounidense con precios de $8,25 USD por kilo de rana, y mercados mayoristas, como el de México con precios que van entre los $7,15 USD hasta los $10,86 USD por kilo de rana, dependiendo si el animal es de caza silvestre su valor es inferior, mientras que el de criaderos controlados es mayor (Mero, 2018).

Latinoamérica y su incremento en la producción de la rana toro poco a poco toma fuerzas; en Cuba la producción surgió a partir de 1990 y 1991 con el ranario "Niña Bonita" ubicado en la Habana capital del país a raíz de esto hubo un notable avance, donde se llegaba a producir más de 50 Tn (Rosas, García, Blanco y Hernandez, 2013). Alrededor del año 1980 en Colombia la especie fue reportada como introducida al país a manera de alternativa económica, la ranicultura y su distribución se ha incrementado desde ese entonces (Urbina, Nori y Castro, 2011).

A pesar de los avances, e incrementos en la demanda del producto, los sistemas de cultivos locales, aún tienen vacíos en cuanto a programas de mejora animal; o al menos métodos sistematizados que organicen la cruza reproductiva evitando endogamia, además de valorar medidas de bioseguridad en cuanto a posibilidades de escapes; así, el presente proyecto de investigación se propone responder a estos vacíos información adaptados a la realidad de pequeños productores amazónicos en el contexto de la región amazónica ecuatoriana; contribuyendo de este modo al mejor desempeño comercial de este rubro productivo

1.2. Planteamiento del problema

La rana toro (*Lithobates catesbeianus*) es un anuro que pertenece a la familia Ranidae tiene su origen del este de Norteamérica, esta especie desde 1915 se la cría con fines comerciales y ornamentales (Ruibal, 2012). Es muy deseada y solicitada en los mercados internacionales por la exquisita carne de sus ancas, por lo mismo que su crianza y producción ha ido incrementando en las últimas décadas, potenciando el turismo gastronómico de las localidades involucradas en esta labor (Acosta y Zambrano, 2018).

Hasta el momento en Ecuador se han documentado varias poblaciones en estado silvestre en la región amazónica y andina del país. Se han reportado algunos adultos en la región

de la Costa desde su introducción en 1985. Mediante estudios con señales visuales, auditivas y explorando área de humedales, se conoce que a pesar de la invasión aún existe una población recientemente establecida (Cruz, Espinoza, Herrera & Rizzo, 2020).

En el país los ranarios han tomado relevancia progresivamente, y se han ubicado mayormente en la región amazónica, principalmente en las provincias de Zamora Chinchipe, Napo, Pastaza y Morona Santiago; mientras en la costa están en Guayas y Los Ríos; en dependencia del comportamiento de los consumidores que conforman el mercado (Vasconez y Rodriguez, 2003).

La producción de *L. catesbeianus* tiene aproximadamente 35 años de establecimiento en la Amazonía ecuatoriana, con una cadena de valor que abarca varios productores y genera ingresos en zonas económicamente deprimidas (Acosta y Zambrano, 2018), por lo que se requiere mejorar su rendimiento, además de ordenar y controlar su desarrollo, sin afectar al medio silvestre. Así, se identifica la necesidad de establecer programas y medidas de bioseguridad que eviten fugas al ambiente; ya que ésta es considerada una de las 100 especies invasoras más dañinas en el mundo al ser un depredador tope para otros anfibios y vertebrados más pequeños (Inabio, 2020), sin embargo, la falta de estudios a profundidad en la Amazonía ecuatoriana, su limitada regulación, bajo control en cultivo y escasez de asistencia técnica especializada, generan tanto barreras a su aprovechamiento como riesgos de carácter ambiental.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar la viabilidad de adaptación de un programa simplificado de selección genética para *Lithobates catesbeianus* en condiciones de anfigranja amazónica de pequeña escala caso finca de la Familia Vásquez-Cabrera, parroquia los Encuentros, Zamora Chinchipe.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar aspectos básicos simplificados para el desarrollo de un programa de selección genética de *Lithobates catesbeianus* en cultivos de pequeña escala.
- Establecer parámetros de selección y mejora genética para *Lithobates catesbeianus* como herramienta de eficiencia productiva en condiciones de anfigranja amazónica de pequeña escala.
- Evaluar la viabilidad de adopción de un programa simplificado de cría selectiva de *Lithobates catesbeianus*, mediante multicriterio, considerando medidas de bioseguridad.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Antecedentes de cultivo de *Lithobates catesbeianus* en Ecuador

El inicio de las anfigranjas en Ecuador se da en Guayaquil a partir del inicio de la década de 1980 con la implementación de un cultivo privado; sin embargo, esta iniciativa terminó sus actividades por dificultades técnicas y financieras, en la década de los 90. Luego en 1995 se implementó la tecnología de anfigranjas en la ciudad del Tena, en el rancho propiedad del grupo Imagos de ese entonces; según su director, en 1997 la empresa exportó aproximadamente 18 Tn de ranas vivas a Estados Unidos y en 1998 su exportación aumentó a 60 toneladas, debido a juntar otras producciones locales (Lima, Cruz y Moura, 1999).

Hasta la fecha los mayores consumidores de carne rana siguen siendo Estados Unidos con 3.600Tn, Francia 2.700Tn, Alemania 2.400Tn, Suiza 1.950Tn y Holanda 1.000 Tn (TRADE-MAP, 2019). El precio por kilo de carne de rana varía según el país, así para el mercado estadounidense el precio oscila entre los 7 y 12 dólares mientras que el mercado europeo va de entre 10 y 15 dólares por kilo de rana (Siguencia, 2018).

2.2 Distribución geográfica

La rana toro es nativa de Norte América. Su distribución geográfica natural se extiende por el norte desde la provincia sureste canadiense de Nuevo Brunswick hacia el sur, a través del este de los Estados Unidos de América, hasta Florida, Alabama y la parte sureste de Texas. Con poblaciones establecidas documentadas en Argentina, Perú, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Venezuela, Uruguay, Cuba, República Dominicana, Puerto Rico, México, Jamaica, Guyana, Haití, Francia, Bélgica, Alemania, Grecia (Creta), Indonesia, Israel, Italia, Japón, Namibia, Rusia, Corea del Sur, Sri Lanka, Tadjikstan, Taiwán y China (FAO, 2014).

2.3 Influencia de la rana toro al ambiente

Actualmente la rana toro es considerada una especie invasiva, que provoca alteraciones en las redes tróficas fuera de su ambiente de distribución, especialmente por sus hábitos alimenticios, resistencia y adaptabilidad (Inabio, 2020) , por lo que se debe generar conciencia sobre la amenaza potencial que representa esta especie para la biodiversidad nativa, estableciéndose en algunos países el requerimiento de realizar estudios de impactos ecológicos potenciales, conduciendo en algunos casos a programas de eliminación selectiva; pues cabe mencionar que, idealmente, se debería prohibir el cultivo de especies fuera de su área de distribución (Cantor, Miaud, Martinez y Incháustegui, 2015).

En Ecuador, el cultivo de *Lithobates catesbeianus* es permitido, no hay una legislación específica para su regulación; y pocos productores son conscientes de tener cuidados de contención de la especie, especialmente en que las descargas de agua sean cuidadosamente controladas y/o prevenidas para evitar sus fugas (Siguencia, 2018).

2.4 Descripción de la especie

2.4.1 Morfología

2.4.1.1 Renacuajos

Los renacuajos tienen un cuerpo ovoide y miden aproximadamente 10 mm, su cola es de color café oscuro y su dorso café verdoso sus ojos son grandes y se encuentran lateralmente cuentan con una respiración branquial (Siguencia, 2018).

2.4.1.2 Adultos

La especie *Lithobates catesbeianus* es un anfibio de gran tamaño entre 10 y 20 cm con ojos bulbosos (saltones y redondos) es de color verde claro o café cobrizo amarillento en la aparte del lomo, en el dorso tiene manchas irregulares de color más oscuro su cabeza es plana y ancha posee unas extremidades anteriores con cuatro dedos y las extremidades posteriores cuentan con cinco dedos y no tienen cola (Davalos, 2004). En esta etapa respiran por pulmones. En el tímpano se encuentra el dimorfismo sexual, en las ranas toros los machos los poseen más notables y en la parte de la garganta presenta un color amarillo, en cambio las hembras cuentan con tímpanos más pequeños y la garganta presenta un color blanco sucio con manchas de color café claro (Acosta y Zambrano, 2018).

2.5 Reproducción

La reproducción de la rana toro empieza con el cortejo del macho hacia la hembra y así se produce el apareamiento mediante un amplexo con una temperatura ambiental de entre 25°C y 30°C mientras que a nivel acuático debe tener una temperatura de 20°C y 25°C (Vasconez y Rodriguez, 2003). En madurez sexual del género *Lithobates catesbeianus* cada hembra por desove pone 20.000 huevos cada vez, sobre la superficie del agua los huevos eclosionan de 4 a 5 días (Mero, 2018).

2.6 Etapas del cultivo de la rana

2.6.1 Selección de los reproductores

Se selecciona los reproductores en pares de ejemplares macho y hembra, deben contar con un peso de 200 g, deben de poseer ancas bien desarrollas, es decir sus patas posteriores

bien proporcionadas, placas auditivas notables y así mismo se deben reflejar saludables (Siguencia, 2018).

2.6.2 Desove

El abrazo nupcial de los anuros donde el macho posesiona el dorso de la hembra y la abraza hasta que esté lista para el desove, luego la macho librera el esperma para poder fertilizar los huevos; este proceso puede durar horas o semanas hasta que la hembra encuentre un lugar adecuado para poder depositar sus huevos (Chavez, Valdez y Salgado, 1995).

2.6.3 Incubación

Para la incubación se utilizan cajas o estanques de cemento a los que se le pueda agregar agua circulante, el agua tiene que estar a una temperatura (>26 °C) para que los huevos no se estropeen y puedan eclosionar esto se produce luego de los tres días de la puesta de los huevos (Tello, 2014).

2.6.4 Cría de renacuajos

Durante un periodo de aproximadamente 90 días, el cuidado de los renacuajos se utilizan estanques de cemento donde se colocan bajas densidades de agua relativamente para un buen crecimiento ya que habitarán los estanques hasta la etapa de la metamorfosis (Castro, 2001).

2.6.5 Metamorfosis

Esta etapa que puede llegar a durar hasta 8 semanas, siendo muy importante ya que se producen cambios externos e internos en los renacuajos ya que pasa de ser un animal acuático a un terrestre. Para ir separando los ejemplares que hayan terminado todo el proceso de la metamorfosis se colocan los renacuajos en estanques que tengan en unos de sus lados una rampla lo que permite que los animales de cuatro patas puedan saltar ahí y no se mueran ahogados (Cortizas, 2015).

2.6.6 Engorde

La etapa de engorde dura aproximadamente tres meses hasta que la rana llegue a un tamaño ideal para su comercialización y consiga de 150 a 180 gramos de peso, de los cuales un tercio corresponde al peso de sus ancas. Se recomienda alimentar a las ranas por lo menos tres veces al día. Esta etapa es la más complicada por el motivo de la alimentación y algunas veces existe canibalismo, a pesar de las complicaciones existen muchos productores de rana que han logrado vencer este inconveniente (Alvaro, 2011).

2.7 Selección Genética

2.7.1 Concepto de cría selectiva

Es una herramienta que permite realizar mejoras genéticas en una especie, con el propósito que los mejores individuos de una población tengan descendientes de versión mejorada; así, para poder realizar una buena selección se necesitan datos de campo acerca de las características de los individuos que se van a mejorar teniendo en cuenta los parámetros ambientales de su cría (Hernán, 2005).

2.7.2 Selección genética en Lithobates catesbeianus

La selección genética en la rana toro aún es incipiente, lo que se ha logrado en toda producción animal es que los reproductores sean la base sobre la cual se apoyará todo el proceso productivo., realizándose por lo general una separación de los individuos que cuenten un rápido desarrollo y crecimiento para su utilización posterior como plantel de cría (Ramos y Gatica, 2015). Lo más viable es escoger animales a partir de los dos años con un peso mínimo de 200 gramos. Siendo lo más habitual implementar el método natural, dejando que la reproducción se realice sin la intervención del hombre (Camacho, 2016). Se ha llegado a la conclusión de que para mejorar las condiciones de producción lo mejor es lograr tener en cuenta factores de temperatura. En Brasil la inducción hormonal de la reproducción también está en estudio, no habiéndose conseguido aún resultados satisfactorios para su puesta en práctica en criaderos comerciales oficiales (Mazzoni et al., 2001).

2.7.3. Indicadores simplificados de selección genética

Indicadores básicos de mejora genética son variables morfométricas cuantitativas, así adaptándose al contexto de *Lithobates catesbeianus,* fácilmente se pueden observar y medir caracteres como: i) largo de cola, ii) tamaño de patas, iii) dorso, iv) ancho y vi) tasa de conversión alimenticia (TCA) (Acosta y Zambrano, 2018).

Estas características son medidas, para establecer estadísticos como media y varianza, en reproductores, con el fin de estimar las respuestas obtenidas a la selección previamente realizada y pronosticar mejoras en las características consideradas como indicadores, especialmente dirigidas al tamaño y peso medio de ancas, que está enfocada al mercado (Cortizas, 2015).

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización

Esta experiencia se desarrolló en la finca de la familia Vásquez – Cabrera, en la parroquia "Los Encuentros" perteneciente al cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe. La propiedad presento los siguientes parámetros climatológicos: clima húmedo tropical a una temperatura promedio anual de 23 ºC y una precipitación media anual es 1626 mm, propia del bosque piemontano amazónico.

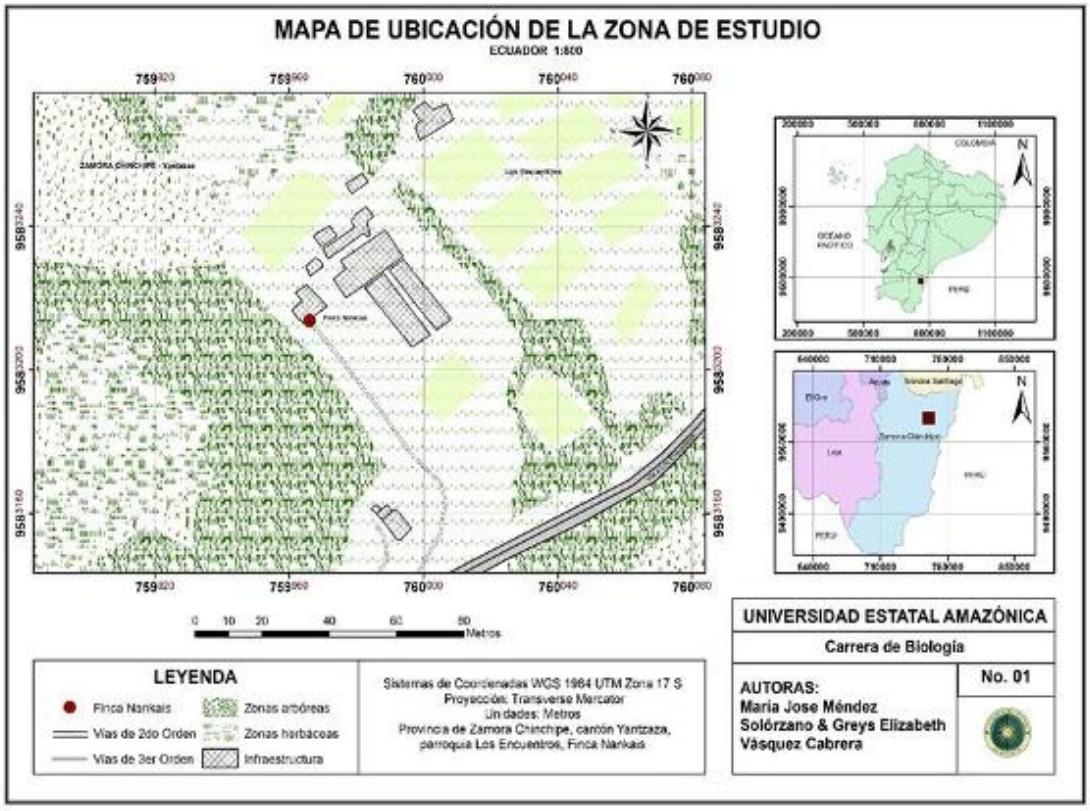


Figura 1 Mapa de ubicación de la zona de estudio
Fuente: ArcGIS

La parroquia limita al norte con la parroquia Pachicutza del cantón El Pangui, al sur con la parroquia Bellavista del cantón Paquisha y cantón Centinela del Cóndor, al este tiene límites internacionales con la República del Perú y al oeste con la Parroquia Chicaña del cantón Yantzaza.

3.2 Tipo de Diseño

El presente proyecto se enfocó en un diseño de investigación experimental, el cual se llevó a cabo mediante el análisis de lotes de reproductores de rana toro conformados en la Anfigranja Vásquez-Cabrera, a través de arreglos de bloques completamente al azar, implementando modelos de selección simplificada de programas de cría selectiva para

piscifactorías de tamaño medio, de acuerdo con (Tave,1996); facilitando la recolección, procesamiento y análisis de datos cuantitativos.

3.3 Materiales y métodos

En relación con identificar aspectos básicos del programa de selección genética se llevó a cabo, la determinación de caracteres claves como su ancho, ancas, cabeza y dorso, a través de la observación de campo, también se hizo una evaluación de la infraestructura necesaria destinada a la ranicultura, respaldando con información obtenida de diferentes bases de datos bibliográficos de acceso público documentado por Tave entre otros manuales de cultivo.

3.3.1 Duración del experimento y condiciones de confinamiento

Debido al ciclo de vida de *Lithobates catesbeianus*, se realizó un seguimiento intensivo por un período aproximado de 3 meses, recolectando datos cada 15 días.

3.3.2 Identificación de aspectos básicos de selección de reproductores

Para la cría selectiva se realizaron 2 grupos: en el primer grupo seleccionamos 3 parejas reproductoras de machos adultos y hembras jóvenes y en el segundo grupo seleccionamos 3 parejas reproductoras de machos adultos y hembras adultas cada pareja posee códigos de diferenciación mediante colores según los aspectos básicos (edad, peso, dorso, cabeza y ancho).Las hembras escogidas tienen su vientre de consistencia dura e indica que están listas para el apareamiento, mientras que los machos deben presentar un color amarillo intenso, cuente con dorso robusto, tímpanos denotados, sus patas traseras muy bien desarrolladas y voluminosas (Siguencia, 2018).

Tabla 1 Condiciones ambientales del mantenimiento experimental para *Lithobates catesbeianus*

Descriptores Condiciones ambientales de cultivo	**Fases de desarrollo**			
	Acuática		Terrestre	
	Larva	Renacuajo	Juvenil	Reproductores
Temperatura ambiental (°C)	25°C	30°C	30°C	25 y 30°C
Temperatura del agua (°C)	23°C	23°C	28°C	20 y 25 °C
Ph	7,0	7,0	7,0	7,0
HR	95%			
Tamaño de los estanques (m)	2,62m^3	194,86m^3	36,5m^2	33,23m^2
Tipo de alimentación	0,22 g x renacuajo 40% proteína polvo		0,8 g x rana 40% proteína 20g larvas mosca	*Ad libitum*

3.3.3 Medición de respuesta

Con respecto al segundo objetivo procedimos a distinguir parámetros de selección y mejora genética (Alvaro, 2011) . Para lo cual se seleccionó una muestra de 10 individuos por desove de cada pareja reproductiva mediante análisis estadísticos usando el programa SPSS 25 de los datos tomados a partir del peso, dorso, cabeza y ancho (Castro, 2001).

Para analizar la viabilidad en base al tercer objetivo se llevó a cabo las siguientes observaciones:

3.4 Análisis de viabilidad

Tabla 2 Criterios de viabilidad de análisis para programa de mejora en *Lithobates catesbeianus*

Criterios	**Proceso de evaluación**
Productivos	Capacidad de producción que tiene el sistema de cultivo
Económicos	Estimación de costos en alimentación, sanidad y mano de obra
Condiciones ambientales de cultivo	Análisis de las condiciones de cultivo adecuadas del lugar.
Bioseguridad	Posibilidades de control biológico sobre las poblaciones de ranas toro como especie invasora mediante el manejo de fugas e implementación de mallas de seguridad para su prevención en este lugar

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Aspectos relevantes en un programa de mejora para *Lithobates catesbeianus* en cultivo

Se muestra los resultados de forma ordenada, en primer lugar, tenemos cuales son los aspectos básicos simplificados más acogidos en un programa de selección genética de rana toro en pequeños cultivos, donde sólo son tomados en cuenta, aquellos individuos mejor proporcionados (Hebling, 2014). Por lo que este estudio recopiló las características fenotípicas recomendadas por Tave (1996): Edad, peso, dorso, cabeza, ancho y ancas.

Tabla 3 Aspectos básicos de selección de reproductores

Código	Reproductor	fecha de puesta	Edad (meses)	Peso (g)	Dorso (cm)	Cabeza (cm)	Ancho (cm)	Ancas (cm)
Rojo	Macho adulto	20\2\2021	20	750,00	12	6	12	18
	Hembra joven	20\2\2021	11	545,45	10	4	11	19
Amarillo	Macho adulto	20\2\2021	20	772,73	11	7	13	23
	Hembra joven	20\2\2021	11	500,00	10	5	11	18
Verde	Macho adulto	20\2\2021	20	750,00	11	7	14	23
	Hembra joven	20\2\2021	11	495,45	8	5	11	17
Violeta	Macho adulto	20\2\2021	20	750,00	10	5	14	20
	Hembra adulta	20\2\2021	20	545,45	11	5	11	21
Mostaza	Macho adulto	20\2\2021	20	759,09	12	7	15	24
	Hembra adulta	20\2\2021	20	590,91	12	4	12	17
Gris	Macho adulto	20\2\2021	20	740,91	9	6	13	24
	Hembra adulta	20\2\2021	20	545,45	11	5	11	21

En la Tabla 3 se observan los reproductores seleccionados para esta investigación tomando en cuenta el peso que va desde 0,75-1,0 kg, tamaño de sus ancas de 18-24 cm, dorso de 10-13cm y ancho 13-15 cm ubicados respectivamente en una estructura de 33,23m^2 adaptada a su hábitat natural de vegetación y agua con una temperatura de 25-35 °C y pH neutro.

La selección genética de los individuos mejor proporcionados con rangos de edad variados entre adultos y jóvenes que influencia a una variación genética entre dichos ejemplares de tal forma que a mejores caracteres hereditarios, mayor será el desempeño en la cría, es así como se mejora genéticamente las generaciones futuras y por ende el incremento en su población.

4.2 Análisis de parámetros de selección y mejora

De acuerdo a los parámetros peso, cola, cabeza, ancho, ancas, TCA que obtuvimos en la selección y mejora se observó en cada grupo de reproductores quien tuvo un mejor desarrollo y ver que animales se fueron quedando en cada etapa de crecimiento.

Tabla 4 Análisis de varianza para promedios de indicadores de selección para *Lithobates catesbeianus.*

Variable	Código de color de reproductores						p valor
	Rojos	Amarillos	Verde	Violeta	Mostazas	Grises	
Peso (g)	5,66 [b]	5,64 b	5,96 b	5,67 b	5,85 b	4,65 [a]	0,063
Cola (mm)	41,67 [b]	41,04 b	39,28 ab	41,92 b	42,55 b	36,66 [a]	0,002
Cabeza (mm)	17,98[bc]	17,84bc	17,33b	19,67cd	21,04d	15,38 [a]	0,000
Ancho (mm)	17,0	16,64	16,83	16,84	17,39	16,12	0,294
Ancas (mm)	18,51[bc]	18,19bc	19,06d	16,90ab	15,67[a]	15,84 [a]	0,248
TCA	2,77	3,37	2,37	2,33	2,87	5,14	0,564

Nota: cada letra indica un grupo estadístico diferenciado por variable según Duncan (Análisis realizado SPSSversión 25)

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de varianza, reflejados en la Tabla 4, se observa que la progenie de la pareja de código verde tiene mejor ganancia de peso; además que tuvieron una cola más pequeña; ambas variables significativamente diferentes de las otras progenies de los grupos reproductores; y, están relativamente cercanos a los progenitores rojos y amarillos; todas estas parejas conformadas con hembras jóvenes.

Esta observación permite identificar que hembras jóvenes (11 meses) son las mejores candidatas a ser reproductoras los óptimos y viables para tenerlos como reproductores (Giovanelli, Haddad & Alexandrino, 2008), ya que tuvieron un mejor crecimiento de ancas y ganancia de peso y eso permite tener una mejor descendencia con cualidades exactas específicas para poderlas comercializar.

4.2.1 Análisis de correlaciones y varianza

Se denomina Respuesta correlacionada al cambio en un carácter que no está siendo seleccionado como resultado de la selección sobre otro carácter, dependiendo la magnitud de esa respuesta a la correlación genética entre los dos caracteres (Carrión, 2010).

Tabla 5 Matriz de análisis de correlaciones por el coeficiente de Pearson(R^2)

	Peso (g)	**Cola (mm)**	**Cabeza (mm)**	**Ancho (mm)**	**Ancas (mm)**	**TCA**
Peso (g)	1	0,547**	0,218**	0,796**[A]	0,619**	0,403**[B]
Cola (mm)		1	0,663**	0,754**	-0,747**[C]	-0,197**
Cabeza (mm)			1	0,507**	-0,415**[D]	-0,024
Ancho (mm)				1	0,096	0,159**
Ancas (mm)					1	0,559**
TCA						1

Nota: ** la correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral). Se consideran, valores de R^2 De
[A] : correlaciones positivas altas (0,7 a 0,8)
[B]: correlaciones positivas moderadas (0,4 a 0,69)
[C]: correlaciones negativas altas (-0,7 a -0,8)
[D]: correlaciones negativas moderadas (-0,4 a -0,69)

Se refleja en la Tabla 5 que las variables cuentan con las siguientes correlaciones: peso-TCA=0,403, peso-ancho=0,796, TCA-ancas=0,559 analizando que los individuos al tener una buena alimentación (TCA) se va a evidenciar una mayor ganancia de peso y por consecuente las ancas tendrán un mayor crecimiento y esto es la parte que beneficiará al productor.

Al contraste con las variables de correlaciones negativas: cola-ancas= -0,747, cabeza-ancas= -0,415, interpretando que, si un individuo tiene la cabeza y cola grande, sus ancas son pequeñas por lo tanto la producción no se beneficia ya que el enfoque del cultivo es dirigido a las ancas de ranas.

4.2.2 Análisis de TCA

En la Figura 2 se observa la divergencia de la tasa de conversión alimenticia en los diferentes grupos de progenie

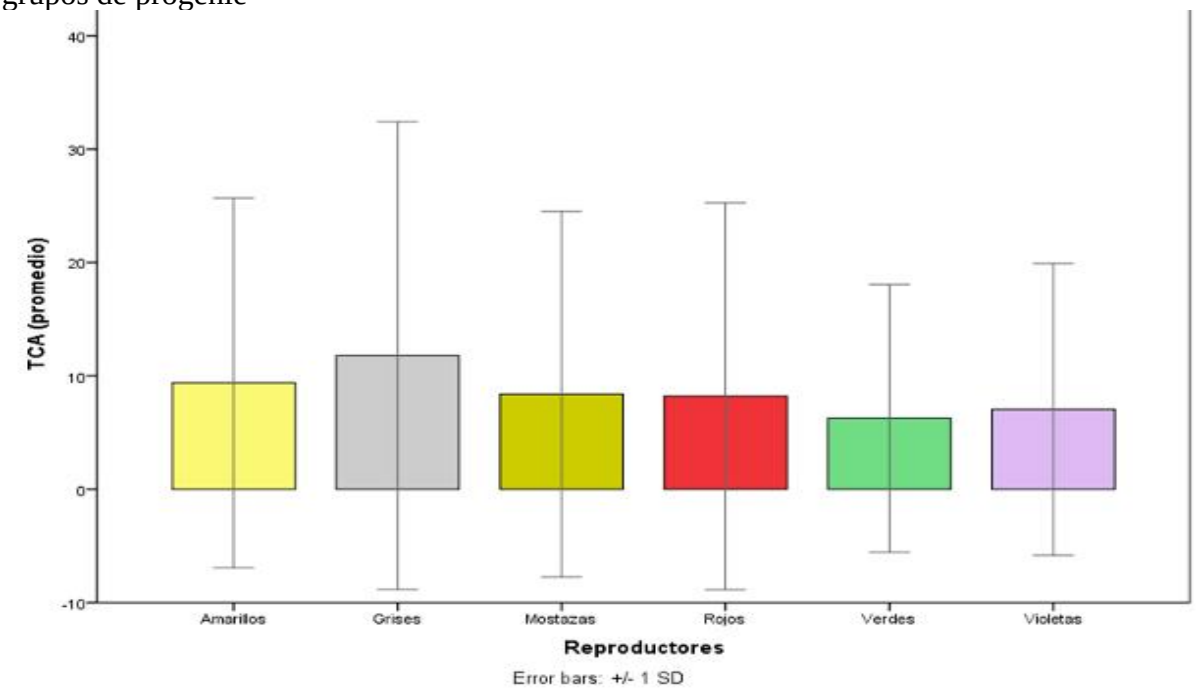


Figura 2 Tasa de conversión alimenticia (TCA) para la progenie de *Lithobates catesbeianus*

En esta tasa de conversión alimenticia se puede observar que los individuos de código verde refleja de manera global un menor cambio de variabilidad y por lo tanto es el grupo más estable lo que implica una metamorfosis con mejor asimilación de alimento en su crecimiento y adaptación al medio, influenciados levemente por sus progenitores (macho adulto-hembra joven); a diferencia de los grises donde su TCA global es poco significativa porque hay una variabilidad muy grande y se puede notar más el trastorno de conducta alimentaria teniendo una baja respuesta de asimilación de alimentos podrían también ser influenciados por sus progenitores (macho adulto-hembra adulta).

4.2.3 Ganancia de peso enfocada al producto

La figura 3 indica en promedio el grupo de reproductores que tuvo una mayor ganancia de masa corporal en cada fase.

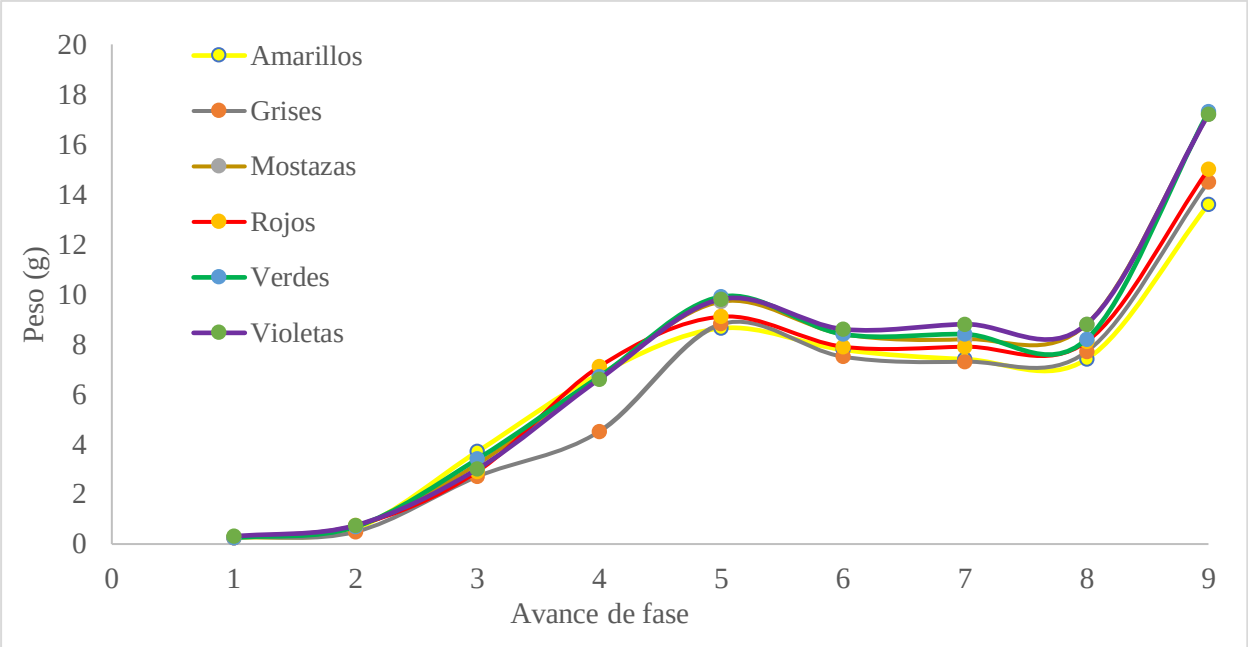


Figura 3 Desarrollo del promedio de peso (g) en progenie de *Lithobates catesbeianus*

La Figura 3 indica que la progenie del grupo amarillo y gris, tienen menor ganancia de masa corporal debido al desequilibrio causado por el exceso de alimento que a su vez conlleva alteraciones en las fases, en cambio la progenie de los verdes, violetas y mostazas tienen mayor ganancia de masa corporal al mantener un equilibrio en su consumo alimenticio.

4.2.4 Análisis de supervivencia

En la Figura 4 indica los porcentajes de supervivencia y mortalidad de la progenie de las distintas parejas reproductoras respecto a su adaptación al medio.

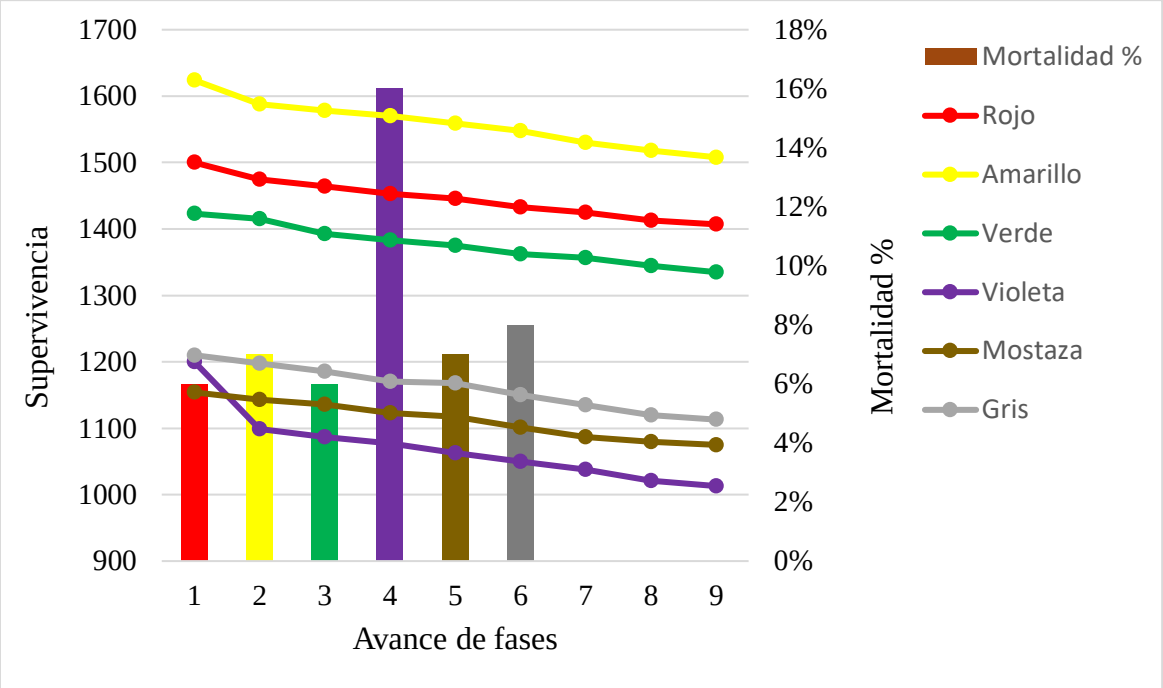


Figura 4 Sobrevivencia de progenie de *Lithobates catesbeianus* de distintos reproductores

Se observa el porcentaje de mortalidad 7-16% y la supervivencia 84-92% de la progenie de los machos adultos-hembras adultas (gris, mostaza y violeta), debido a su débil mecanismo de defensa en la adaptación al medio de cultivo y competencia intraespecífica por territorio y alimentación.

La progenie de los machos adultos-hembras jóvenes (amarillo, rojo y verde) se observa una mortalidad de 6-7% y supervivencia del 93-94% denotando mejor respuesta de defensa frente al entorno y competencias por territorio y alimentación.

4.2.5 Análisis de desove y eclosión

Las variables cuantitativas como la fecundidad (desoves) suelen aparecer a nivel familiar, por ejemplo, fecha de nacimiento y edad materna (Teixeira, 2017).

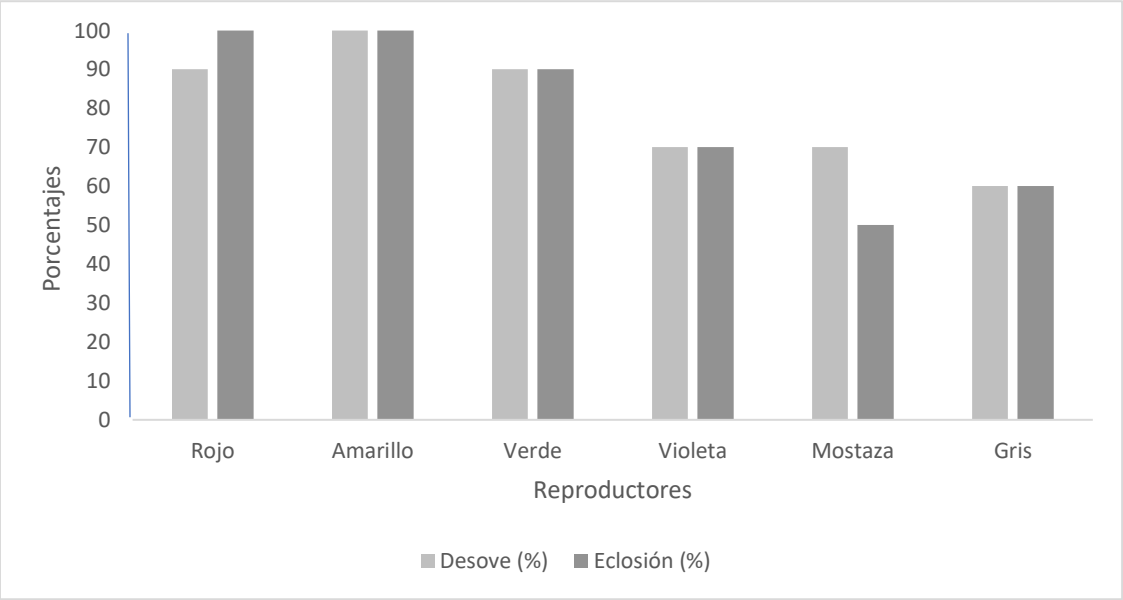


Figura 5 Índices de desove y eclosión

Se observa en la Figura 5 los reproductores seleccionados en esta investigación, las parejas conformadas por machos adultos y hembras jóvenes, contaron con mayor cantidad de desove y eclosión, influenciado por ser hembras nuevas en la reproducción y desovar sus primeras crías. (Mejor calidad de huevos mejor producción vitelogenina)

4.3 Análisis de viabilidad de un programa de mejora para Lithobates catesbeianus

Una consideración viable a pesar del escaso conocimiento de los beneficios del producto que otorga al sistema de cultivo, se toma en cuenta el promedio de peso del cual se sabe que es considerado en el sistema de producción para su posterior venta (Mero, 2018), también el cálculo de costos donde se sabe el aspecto monetario a emplear para un estudio, los aspectos ambientales donde se desarrolla el cultivo y posteriormente las medidas de bioseguridad posibles para evitar las futuras fugas que puedan afectar de manera negativa al ambiente si llegase a suceder.

4.3.1 Productividad

El tipo de crianza que se aplicó en la investigación se basa en criterios de productividad aclarados en el manual de cultivo de (Sagarra, 2016): Extensiva es para producciones sin mucha experiencia y básicas donde el medio de alimentación es natural (animales vivos), Semi-Intensiva producciones mejor desarrolladas con mayor densidad de siembra (Luja y Rodríguez 2010) y se suministra alimentación complementaria (balanceado) (Kamoroff et al., 2020), Intensiva implica alta productividad y proporción de alimento proteico, Hiper-Intensiva producción con alimentación artificial de calidad y equipos sofisticados al cultivo (Ossana, Castañé & Salibián. 2013).

Tabla 6 Criterios orientadores para procesos de selección en diferentes tipos de anfigranjas

Criterios	Extensiva	Semi-Intensiva	Intensiva	Hiper-Intensiva
Marcaje	Bajo	Medio	Medio-alto	Alto
Infraestructura	Regular	Buena	Muy buena	excelente
Medición	Fácil	Fácil	Moderadamente difícil	Difícil
Método de alimentación	Medio accesible	Accesible	Accesible	Muy accesible

Como indica la Tabla 6 se logra conocer que el manejo de cultivo se clasifica como semi-intensiva donde el marcaje es de nivel medio una infraestructura buena, un control de medición de individuos fácil y la alimentación accesible (Suzuki, 2016) y desarrollando individuos sanos fuertes resistentes y viables para un mayor éxito de producción controlada.

4.3.2 Estimación de costos

De acuerdo a los resultados de producción del cruce de las ranas se dice que el proyecto es viable porque se conoció cuáles son los factores que afectan a la producción de la rana todo por consecuente los valores monetarios gastados en cada etapa del proyecto.

Tabla 7 Cálculo de costos para la producción de *Lithobates catesbeianus*

Fase de desarrollo	Unidad	Cant.	Valor unitario	Valor total	Tipo de gasto	
					Monetario	No monetario
Larva				320,60		
Semovientes	u	60	0,01	0,60		0,60
Balanceado	kg	-	-	-		
Infraestructura	malla	-	-	-		
Equipamiento	set	-	-	-		
Mano de Obra AT	días	8	40,00	320,00		320,00
Renacuajo				619,25		
Semovientes	u	-	-	-		
Balanceado	kg	25	45,00	45,00	45,00	
Infraestructura	malla	15	0,75	11,25	11,25	
Equipamiento	set	6	0,50	3,00	3,00	
Mano de Obra AT	días	14	40,00	560,00		560,00
Juvenil				622,00		
Semovientes	u	-	-	-		
Balanceado	kg	20	22,00	22,00	22,00	
Infraestructura	malla	-	-	-		
Equipamiento	set	-	-	-		
Mano de Obra AT	días	15	40,00	600,00		600,00
Reproductores				463.75		
Semovientes	u	12	10,00	120,00		120,00
Balanceado	kg	20	22	22,00	22,00	
Infraestructura	saco	7	0,25	1,75	1,75	
Equipamiento	set	-	-	-		
Mano de Obra AT	días	8	40,00	320,00		320,00

Otros extras				17,50		
Insumos sanitarios	u	1	10,00	10,00	10,00	
NaCl	u	10	0,75	7,50	7,50	
Total				**2.043,1**	**122,50**	**1.920,6**

Nota Set: calibrador, balanza, lupa, cinta de marcaje
AT: Asistencia técnica

Los costos más elevados se muestran en la fase de renacuajos $619,25 y juveniles $622,00 respectivamente, gastos enfocados en la infraestructura, equipamientos y más requerimientos de mano de obra. Sin embargo, los gastos más bajos se observan en la etapa de larvas con $320,60 y reproductores $463,75 debido a que se omitieron gastos de equipamiento (calibrador, balanza, lupa, cinta de marcaje). En cuanto a gastos extras $17.50 entre la adquisición de insumos sanitarios para evitar proliferación de hongos y bacterias.

4.3.3 Condiciones ambientales para el cultivo Lithobates catesbeianus

La Tabla 8 señala los diferentes criterios ambientales que se aplicaron par un buen manejo del cultivo de rana toro.

Tabla 8 Frecuencia de mantenimiento de condiciones ambientales para el cultivo local de *Lithobates catesbeianus* de manera semi-intensivo

Criterios ambientales	**Frecuencia de cumplimiento**		
	Óptimo	Subóptimo	Letal
T° Ambiental	alta	media	baja
T° Agua	media	alta	baja
pH	media	alta	baja
Humedad relativa (HR)	alta	media	baja*
Calidad de agua	alta	media	baja

Nota: * se mantiene ocasionalmente una alta humedad relativa por medios artificiales

Las condiciones ambientales las consideramos subóptimo debido a que no son siempre estables como la temperatura ambiental, humedad relativa y calidad de agua lo cual lo hace factible para que los individuos toleren el medio acuático (Janson, 2020), en cambio, la temperatura del agua y el pH son óptimas para un buen manejo de cultivo ya que no varían tanto y en sí aporta mucho al desarrollo de la metamorfosis.

4.3.4 Bioseguridad

La rana toro al ser una especie invasora puede provocar impactos negativos en las áreas circundantes de la producción que podrían surgir (Wang *et al.*, 2008), problemáticas asociadas a la posible expansión descontrolada de sistemas de cultivo extensivos básicos que no llevan buen manejo antes las amenazas (Owatari & García 2016).

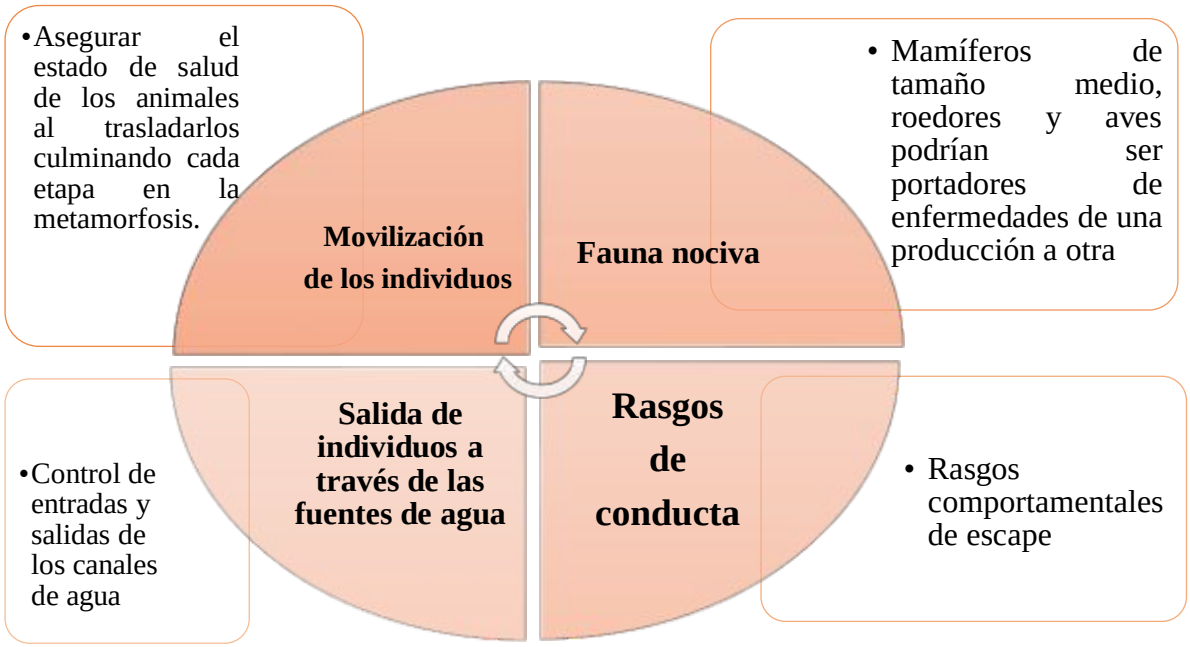


Figura 6 Riesgos de escapes en la producción de *Lithobates catesbeianus*

Como se puede observar en la Figura 6, existen diversos puntos de riesgos la cual cabe resaltar que la de mayor observación es la de rasgos conductuales debido a la violenta territorialidad que presentan los reproductores, donde el macho con mayor proporción quiere dominar el área favorito de las hembras para desovar (Emlen, 2006).

Alterando su comportamiento que conducen a intentos de escapes al momento del cortejo y apareamiento, rechazan a su pareja reproductora buscando por ellos mismo cortejar mediante su canto a su pareja ideal, en ese sentido prefieren competir por ello, a su vez ocasionan las fugas de estos reproductores.

En la etapa de reproductores las instalaciones simulan su hábitat natural con refuerzo de mallas y sacos para evitar posibles escapes, mientras que la etapa de renacuajo cada estanque de cemento cuenta con tubos de desagüe recubiertos con malla y la última etapa de la metamorfosis y juvenil se utilizaron invernaderos con estanques para evitar escapes al medio natural.

5. CONCLUSIONES

Se identificaron los aspectos básicos simplificados para el presente programa de cría selectiva en anfigranjas de pequeña escala en la parroquia los Encuentros, por lo cual, al obtener resultados de la selección de reproductores, óptima respuesta de porcentaje de desove y rápido desarrollo en su etapa de metamorfosis, se logra tomar en cuenta que las progenitoras jóvenes tienen una mejor descendencia que sirven como futuros indicadores de selección genética y mejoramiento productivo.

Los caracteres cuantitativos como peso, longitud y fecundidad (desoves), están fuertemente influenciados por condiciones ambientales del cultivo y contribuyen a una buena producción.

Los parámetros e indicadores para la mejora genética en cuanto al análisis de viabilidad del programa de cría selectiva arrojaron valores significativos de correlación positiva moderada alta (0,4-0,8). Entre peso, ancho y ancas implicando un rápido crecimiento en su metamorfosis al contrario de la cabeza, cola y ancas donde su correlación es negativa moderada alta (-0,4 a –0,8) debido a que si las ancas son pequeñas esto no beneficia a la producción ya que el enfoque es dirigido a las ancas para poder obtener mejores ganancias.

El programa de cría selectiva es viable debido que al considerar este manejo de cultivo como semi intensivo, los costos de producción no son elevados siendo factible para el productor mientras se mantengan en equilibrio las condiciones ambientales en estado subóptimo para su desarrollo y buenas prácticas de bioseguridad.

6. RECOMENDACION

Para llevar a cabo este tipo de sistemas de cultivo, debe existir predisposición para acoger este tipo de programa simplificado que conlleva a un óptimo manejo y mantenimiento de especímenes vivos de alta calidad para exportación, por lo que la capacitación del personal es fundamental para lograr buenos resultados en este proceso. Por este motivo, la formación debe ser continua para evitar las fugas al medio silvestre de los individuos se debe evaluar los rasgos comportamentales a mayor profundidad.

7. BIBLIOGRAFÍA

Acosta y Zambrano. (2018). Estudio culinario de las ancas de Lithobates catesbeianus en el cantón Zamora de la provincia de Zamora Chinchipe y propuesta para su difusión (tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Alvaro. (2011). Proyecto de Inversión para la Producción de Carne de Ranas Toro para el mercado nacional (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

Camacho (2016). Plasticidad de los patrones de pigmentación en la rana toro (Lithobates catesbeianus) en respuesta a distintas condiciones de crianza (tesis de maestría). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México.

Cantor, Miaud, Martinez y Incháustegui. (2015). Lithobates catesbeianus (american bullfrog). The IUCN Red List of Threatened Species 2015, 41(4), 475–476. https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T58565A53969770.en

Carrión. (2010). Plan para el mejoramiento de la producción y Comercialización de rana catesbeiana en la Anfigranja rana bonita para el período 2010-2014 (tesis de pregrado). Universidad de Nacional de Loja, Ecuador.

Castro. (2001). Estudio de factibilidad para la producción y exportación de (Lithobates catesbeiana (tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Francisco Morazán, Honduras.

Chavez, Valdez y Salgado. (1995). La explotación y disponibilidad de rana en el noroeste de México. Ciencia. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5139956

Cortizas. (2015). Respuestas asimétricas de los anuros nativos ante la invasión de Lithobates catesbeianus (tesis de pregrado). Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

Cruz, Espinoza, Herrera y Rizzo. (2020). New record of a feral population of Lithobates catesbeianus shaw, 1802 in a protected area (Santay Island) in the Ecuadorian coast. INVASIVESNET, 9(2), 421–433. https://doi.org/10.3391/bir.2020.9.2.28

Davalos. (2004). Curticion de pieles de rana toro con tres niveles de curtiente mineral (tesis de pregrado). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Emlen, S.T. Lek organization and mating strategies in the bullfrog. Behav Ecol Sociobiol 1, 283–313 (2006).

FAO. (2014). Programa de información de especies acuáticas Rana catesbeiana. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura, 9(10), 11–15.

Giovanelli, J.G.R., Haddad, C.F.B. & Alexandrino, J. Predicting the potential distribution of the alien invasive American bullfrog (Lithobates catesbeianus) in Brazil. Biol Invasions 10, 585–590 (2008). https://doi.org/10.1007/s10530-007-9154-5

Hebling, A., Esquisatto, M.A.M., Aro, A.A. et al. Morphological modifications of knee articular cartilage in bullfrogs (Lithobates catesbeianus) (Anura: Ranidae) during postmetamorphic maturation. Zoomorphology 133, 245–256 (2014). https://doi.org/10.1007/s00435-014-0218-7

Hernán. (2005). La selección genética programó nuestra alimentación ¿Deberíamos volver a la comida del hombre del Paleolítico? Revista Argentina de Cardiología, 73(3), 244–248.

Inabio. (2020). Publicaciones Noticias Nuevos descubrimientos Actividades institucionales Logros alcanzados.

Janson, C. (2014, 17 de marzo). Sistema de criação de rã-touro qualidade da água e mudanças ambientais. SciELO. Recuperado de https://www.scielo.br/j/alb/a/wkNMtGPSTwpFH5fShhPTy8w/?lang=en

Kamoroff, C., Daniele, N., Grasso, R.L. et al. Effective removal of the American bullfrog (Lithobates catesbeianus) on a landscape level: long term monitoring and removal efforts in Yosemite Valley, Yosemite National Park. Biol Invasions 22, 617–626 (2020).

Lima, Cruz, y Moura. (1999). Ranicultura: análise da cadeia produtiva. Viçosa, (15), 172p

Luja, V.H., Rodríguez-Estrella, R. The invasive bullfrog Lithobates catesbeianus in oases of Baja California Sur, Mexico: potential effects in a fragile ecosystem. Biol Invasions 12, 2979–2983 (2010).

Mazzoni, Carnevia, Rosso, Speranza, Varela, Pesce, y Chaves. (2001). Ranicultura. Manual básico para inversores. Recuperado de https://www.academia.edu/6652922/proyecto_ranicultura_dinara_iip_ranicultura_manual_basico_para_inversores

Mero. (2018). Base nutricional de la especie invasora Lithobates catesbeianus (tesis de pregrado) Universidad De Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Ossana, N.A., Castañé, P.M. & Salibián, A. Use of Lithobates catesbeianus Tadpoles in a Multiple Biomarker Approach for the Assessment of Water Quality of the Reconquista River (Argentina). Arch Environ Contam Toxicol 65, 486–497 (2013).

Owatari MS y García P, Probiótico autóctono Lactobacillus sp. en la dieta de los renacuajos de rana toro Lithobates catesbeianus mejora el aumento de peso, la conversión alimenticia y la microbiota intestinal, Aquaculture Nutrition, 10.1111 / anu.12458, 23 , 5, (910-916), (2016).

Ramos y Gatica. (2015). Ecología alimentaria de la rana toro Lithobates catesbeianus en el noroeste de Chihuahua , México. Especies Invasoras Acuáticas (tesis de pregrado) Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México.

Rosas, García, Blanco y Hernandez. (2013). El Ranario Niña Bonita: una experiencia para el cultivo intensivo de la rana toro, Rana catesbeina, en Cuba. Aquatic Commons, 45, págs. 600-606 Recuperado de http://aquaticcommons.org/12867/

Ruibal, L. (2012). Lithobates catesbeianus dieta de renacuajo: descripción y análisis para tres poblaciones invasoras en Uruguay. Brill, 33(3-4), 355-363. doi: 10.1163/15685381-00002838

Siguencia. (2018). Estudio de factibilidad financiera para la implementación de una granja productora de Lithobates Catesbeianus en la comuna San Vicente, cantón Santa Elena, Provincia Santa Elena (tesis de pregrado). Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.

Suzuki, S., Awai, K., Ishihara, A. et al. Cold temperature blocks thyroid hormone-induced changes in lipid and energy metabolism in the liver of Lithobates catesbeianus tadpoles. Cell Biosci 6, 19 (2016).

Tave. (1996). Programa de cría selectiva para piscifactorías de tamaño medio. Arkansas, Estados Unidos: FAO.

Teixeira. (2017). Manual de Ranicultura Para o Produtor. Río de Janeiro, Brasil: H. P. Comunicação.

Tello. (2014). Plan de mejoramiento de procesos para la crianza de ranas toro americana con fines de exportación. In Applied Microbiology and Biotechnology (Vol. 85, Issue 1). universidad internacional sek.

TRADE-MAP. (2019). Lista de exportadores del producto seleccionado Producto: Total Todos los productos. Intracen. Recuperado de https://www.trademap.org/Index.aspx .

Urbina, Nori, y Castro. (2011). Áreas vulnerables a la invasión actual y futura de la rana toro (Lithobates catesbeianus: Ranidae) en Colombia: estrategias propuestas para su manejo y control. Biota Colombiana, 12(2), 23–34. https://doi.org/10.21068/bc.v12i2.249

Vasconez y Rodriguez. (2003). Desarrollo técnico, investigación de mercado y comercialización de la rana toro en las ciudades de Quito y Guayaquil (tesis de pregrado) Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

Wang, Y., Wang, Y., Lu, P. et al. Composición de la dieta de las ranas toro posmetamórficas (Rana catesbeiana) en el archipiélago de Zhoushan, provincia de Zhejiang, China. Parte delantera. Biol. China 3, 219-226 (2008). https://doi.org/10.1007/s11515-008-0036-8 .

8. ANEXOS



Anexo 1 Selección de los reproductores



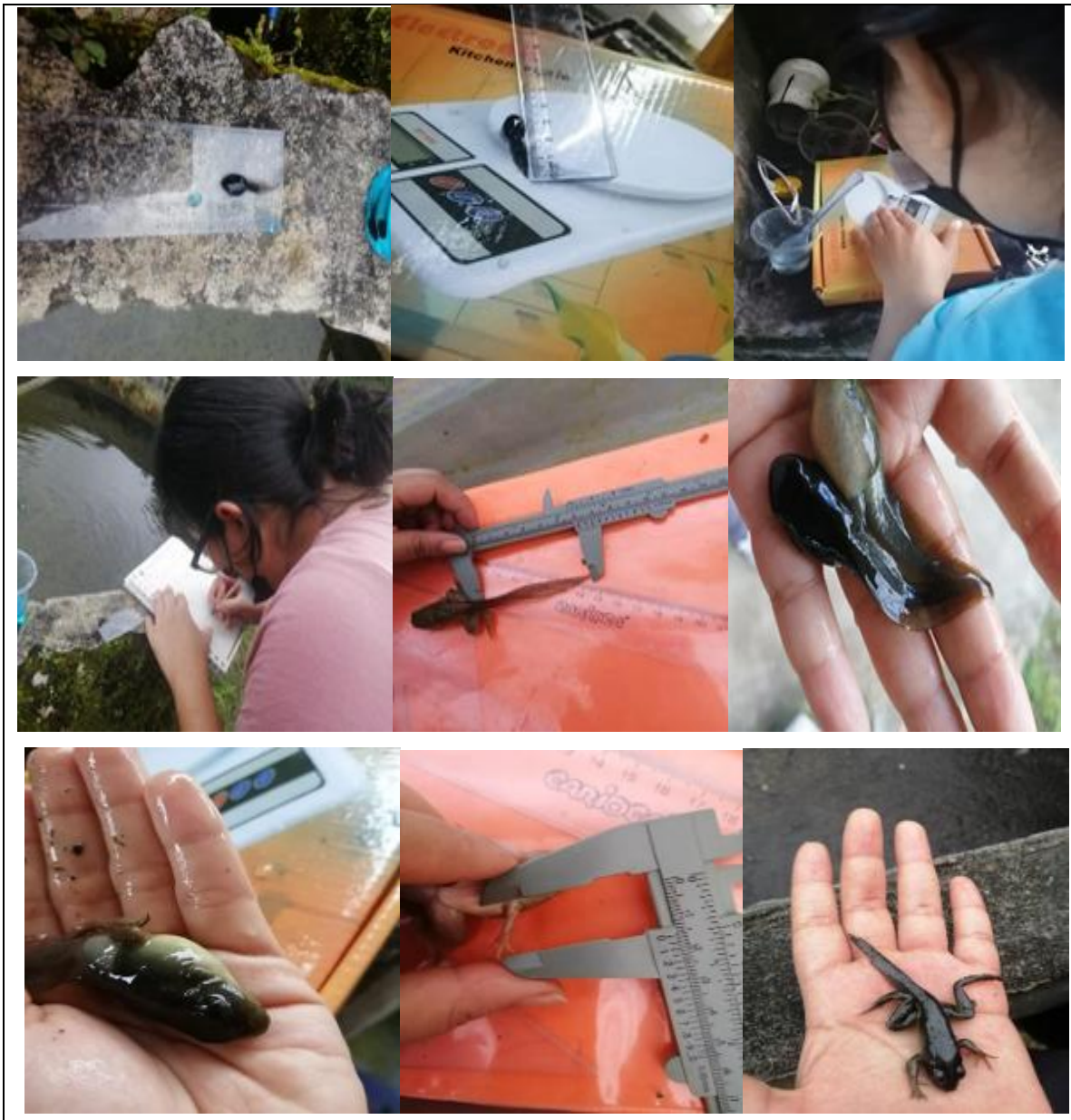
Anexo 2 Selección de sitios para desoves



Anexo 3 Puesta de huevos (freza) en los estanques



Anexo 4 Crecimiento de las larvas



Anexo 5 Recolecta de datos