

**Análisis de la invasión y control de las ranas toro en Fusagasugá: Una Revisión**

**Bibliográfica.**

**Autor**

**Luisa Danna Geraldinne Hernández Molina**

**Tutor**

**Diego Leonardo Perez Escobar**

**Ingeniero Ambiental, especialista en educación ambiental y desarrollo de  
comunidad y tecnólogo en gestión de construcción**

**Universidad de Cundinamarca**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Programa de Ingeniería Ambiental**

**Seccional Girardot**

**2024**

### **Dedicatoria**

Dedico esta monografía a mi madre, por su amor incondicional y su apoyo constante en cada paso de mi camino académico. A mi papá Hernán, a mis hermanos Norieth y Harold, a mi sobrino zaid, y a mi por siempre amigo y compañero Damián, quienes han sido una fuente de inspiración y motivación, por guiarme con sabiduría y paciencia en este proceso. Esta obra es el resultado de la colaboración y el esfuerzo de cada uno ustedes.

### **Agradecimientos**

Agradezco a la vida y a mis padres, quienes siempre han creído en mí y me han brindado el apoyo necesario para alcanzar mis metas académicas. Su amor y motivación han sido una fuente inagotable de fuerza.

Agradezco a mi tutor, Diego Pérez, por su apoyo y confianza en este trabajo. A mis amigos y compañeros Leidys, Camila y Hortua, por compartir este camino, por sus palabras de aliento y por los momentos de colaboración que hicieron más llevadero y menos aburrido el proceso.

A ti Damián, que iluminas mis días y llenas mi vida de alegría. Esta monografía es un reflejo de mi dedicación y esfuerzo, pero también un testimonio de lo que me inspira a ser cada día. Gracias por tu amor incondicional y por estar a mi lado en cada paso de este proceso.

## Resumen

La rana toro (*Lithobates catesbeianus*), originaria de América del Norte, se ha establecido en Fusagasugá, Cundinamarca, como una especie invasora con impactos significativos en los ecosistemas locales. Este estudio realiza una revisión bibliográfica exhaustiva sobre su ecología, comportamiento y las estrategias de control implementadas en la región. La rana toro presenta una alta adaptabilidad a diferentes hábitats, lo que facilita su expansión en cuerpos de agua locales y su interacción competitiva con especies nativas, afectando directamente la biodiversidad. Este análisis se centra en entender sus características ecológicas, identificar zonas de invasión y evaluar las medidas de manejo y control adoptadas en Fusagasugá, considerando tanto estrategias locales como recomendaciones de organismos internacionales. Los hallazgos destacan la importancia de implementar estrategias de control más efectivas y de involucrar a las comunidades locales en la gestión ambiental para reducir el impacto de esta especie invasora.

Tabla de contenido

<b>INTRODUCCION</b> .....	5
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	7
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	8
<b>OBJETIVO</b> .....	10
Objetivo general.....	10
Objetivos específicos .....	10
<b>ESTADO DEL ARTE</b> .....	11
<b>MARCO CONCEPTUAL</b> .....	28
<b>MARCO LEGAL</b> .....	31
<b>METODOLOGIA</b> .....	36
<b>RESULTADOS</b> .....	37
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	47

---

CONCLUSIONES .....	48
Bibliografía .....	50

### INDICE DE TABLAS

Table 1 MARCO LEGAL.....	35
Table 2 Metodología .....	36
Table 3 Clasificación zonas de invasión .....	44

### INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Objetivo 1 .....	
	37

### INTRODUCCION

La **rana toro** (**Rana catesbeiana**), originaria de América del Norte, ha ganado atención global por su capacidad de adaptación y su potencial invasivo en regiones fuera de su hábitat natural. Este interés es especialmente relevante en el contexto de Fusagasugá, Cundinamarca,

donde la presencia de esta especie plantea nuevos desafíos para la conservación de la biodiversidad local y la gestión ambiental.

La rana toro se caracteriza por su tamaño considerable, su voracidad y su notable adaptabilidad a diversos ambientes. Estas características le han permitido establecerse en nuevas regiones con consecuencias a menudo perjudiciales para las especies nativas y los ecosistemas locales (Kraus, 2009);(gadagkar, 2003). A nivel global, estudios han documentado el impacto negativo de la rana toro en los ecosistemas acuáticos y terrestres, destacando su capacidad para desplazar a especies nativas y alterar las dinámicas de los ecosistemas (IUCN, 2023) ;(Francis, 2011).

En el contexto nacional, la introducción de especies invasoras, como la rana toro, ha sido objeto de preocupación en Colombia. Investigaciones han señalado los efectos adversos de estas especies en la biodiversidad local y han subrayado la necesidad de estrategias efectivas de manejo y control (Kondo, 2014) (VALDERRAMA, 2016). La región de Cundinamarca, y específicamente Fusagasugá, enfrenta retos adicionales debido a su creciente urbanización y cambios en el uso del suelo, lo que puede exacerbar el impacto de la rana toro en los ecosistemas locales.

Este estudio de revisión bibliográfica tiene como objetivo proporcionar una visión integral del impacto de la rana toro en Fusagasugá, evaluando la información disponible. El estudio de la rana toro se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres) y el ODS 6 (Agua Limpia y Saneamiento),

destacando la importancia de una gestión efectiva para la preservación de la biodiversidad y la calidad del agua (UN, 2015). Esta monografía pretende ofrecer una visión comprensiva y actualizada sobre el impacto y manejo de esta especie invasora en Fusagasugá

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La invasión de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) en Fusagasugá, Cundinamarca, ha generado un impacto alarmante en los ecosistemas locales. Esta especie, introducida fuera de su hábitat natural en América del Norte, ha demostrado una alta capacidad de adaptación y reproducción en ambientes locales, donde compite agresivamente por recursos con especies nativas de anfibios y otros organismos acuáticos. Este desplazamiento afecta negativamente la biodiversidad regional y altera el equilibrio ecológico, particularmente en cuerpos de agua de uso agrícola y recreativo.

La rana toro se caracteriza por una dieta amplia y oportunista, consumiendo desde insectos y crustáceos hasta pequeños mamíferos y aves, e incluso recurriendo al canibalismo. Esta conducta depredadora, sumada a la falta de depredadores naturales en Fusagasugá, ha permitido su rápida expansión, con efectos devastadores en las especies nativas, muchas de las cuales están en riesgo de desaparecer localmente. Además, esta especie puede actuar como

vector de enfermedades, como la quitridiomycosis, que afecta gravemente a los anfibios, agravando aún más la disminución de la biodiversidad en la región.

Las estrategias de control implementadas, como la captura manual y la recolección de nidos, han mostrado una efectividad limitada, siendo insuficientes para contener la recolonización de la rana toro en áreas de alta vulnerabilidad. Este problema evidencia la necesidad de adoptar un enfoque integral que combine técnicas de manejo poblacional con iniciativas de educación ambiental para involucrar a la comunidad en la protección de los ecosistemas locales.

## **JUSTIFICACIÓN**

La rana toro (*Rana catesbeiana*), originaria de América del Norte, ha sido objeto de estudios debido a su impacto ecológico y su adaptación a diversos ambientes, incluidos los urbanos. Este enfoque es relevante en el contexto de Fusagasugá, Cundinamarca, donde las ranas toro se han convertido en una especie de interés para la investigación en biodiversidad y gestión ambiental.

A nivel global, la rana toro es conocida por su capacidad de adaptación y su potencial para convertirse en una especie invasora. Según la **International Union for Conservation of Nature** (IUCN), la rana toro ha sido catalogada como una especie invasora en varios países fuera de su rango natural, con impactos significativos en la biodiversidad local y la dinámica de los ecosistemas (IUCN, 2023). En estudios recientes, la rana toro ha mostrado una amplia gama de adaptaciones que le permiten prosperar en entornos variados, desde lagos naturales hasta áreas urbanas (Kraus, 2009) (gadagkar, 2003).

En el contexto nacional, Colombia ha experimentado una creciente preocupación por la introducción de especies invasoras y sus efectos en la biodiversidad local. Investigaciones en Colombia han documentado la presencia de ranas toro en varias regiones y han discutido su impacto en los ecosistemas acuáticos y terrestres (Kondo, 2014) (Castro, 2016). Estos estudios destacan la necesidad de monitorear y gestionar las especies invasoras para preservar la biodiversidad nativa.

En la región de Cundinamarca y específicamente en Fusagasugá, la presencia de ranas toro ha sido observada en cuerpos de agua que son utilizados para diversos fines por la comunidad local. La gestión de estas especies en el contexto de la biodiversidad urbana es crucial para entender su impacto en los ecosistemas locales y la salud ambiental (Mario Fernando Mora Goyes, 2015).

La importancia de este estudio radica en la necesidad de integrar el manejo de especies invasoras con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En particular, se relaciona con el

ODS 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres) y el ODS 6 (Agua Limpia y Saneamiento), que buscan proteger los ecosistemas terrestres y mejorar la calidad del agua, respectivamente.

La investigación sobre la rana toro en Fusagasugá contribuye directamente a los ODS al abordar problemas de gestión de especies invasoras, lo que puede mejorar la biodiversidad local y la calidad del agua. La comprensión del impacto de las ranas toro permitirá desarrollar estrategias de manejo que promuevan la sostenibilidad ambiental y la conservación de los ecosistemas locales (Nations, 2015).

## **OBJETIVO**

### ***Objetivo general***

Realizar una revisión bibliográfica sobre las ranas toro en el municipio de Fusagasugá para entender su ecología y las estrategias control.

### ***Objetivos específicos***

1. Analizar la ecología y el comportamiento de la rana toro en diversos contextos ambientales

2. Clasificar las zonas de invasión de la rana toro en Fusagasugá mediante la revisión bibliográfica de estudios técnicos.
3. Investigar las estrategias de manejo y control implementadas en el municipio de Fusagasugá para la rana toro.

### **ESTADO DEL ARTE**

“En Colombia se introdujo en el año 1978, en estos 11 años se ha reproducido eficazmente y se cree que está interviniendo seriamente en la fauna nativa. Las especies nativas pueden declinar si la rana toro les reduce sus sitios de habitación.” (Kupferberge, 1997).

La introducción de la rana toro en Colombia y su rápida reproducción en tan solo 11 años es preocupante, ya que amenaza la fauna nativa al competir por recursos y reducir los espacios de hábitat disponibles para las especies locales. Esta situación subraya la necesidad de monitoreo y control de especies invasoras, ya que su presencia puede llevar al declive de la biodiversidad y desequilibrar los ecosistemas naturales.

“No está suficientemente estudiado el volumen sanguíneo (volemia) de los anfibios. Diversas investigaciones han arrojado datos muy disímiles, que reflejan una situación caótica (sic), producto quizás de lo inadecuado de las técnicas de valoración. También es posible que las variaciones sean amplias por la pobre regulación y mayor tolerancia a hemodiluciones y

hemoconcentraciones. Dicha falta de control, sumada al bajo índice metabólico, hace que la concentración de eritrocitos sea muy variable en estos animales poiquilotermos” (Goldstein, 1982)

La cita de Goldstein (1982) resalta la falta de consenso y precisión en la investigación sobre la volemia en anfibios, sugiriendo que los métodos empleados para su medición son inadecuados y generan datos inconsistentes. Esta situación podría deberse a la baja capacidad de regulación del volumen sanguíneo en estos animales y su adaptación a amplias variaciones en la composición sanguínea, lo cual se ve facilitado por su bajo metabolismo. La crítica subraya la necesidad de desarrollar técnicas de medición más precisas y estandarizadas para mejorar la comprensión de la fisiología de los anfibios y abordar estas limitaciones del método.

“En Europa, la rana toro y otras especies de rana introducidas son una amenaza para las ranas nativas de la Península Ibérica” (Arano, Llorente, & Paris, 1995).

La introducción de la rana toro en Europa, particularmente en la Península Ibérica, representa una grave amenaza para las especies nativas debido a su naturaleza invasora y alta competitividad. Esta especie no solo desplaza a las ranas locales, sino que también propaga enfermedades y altera los ecosistemas. La situación subraya la necesidad de regulaciones y estrategias de control más estrictas para proteger la biodiversidad nativa y mitigar los efectos de especies invasivas.

“La rana toro es un problema ambiental y económico para el Valle del Cauca. Si bien se han estado realizando estudios sobre su situación actual i.e. Castro et al. (1998), se debe crear un programa de monitoreo constante, al igual que unos o programas dirigidos hacia la comunidad para aprovechar esta especie como un recurso alimenticio.” (Juan Diego Daza-Vaca, 1999)

La propuesta de aprovechar la rana toro como recurso alimenticio refleja un enfoque pragmático ante un problema ambiental y económico. Sin embargo, transformar una especie invasora en un recurso podría tener riesgos ecológicos adicionales si no se gestiona adecuadamente. Es crucial equilibrar la explotación con el control, para evitar que su impacto negativo siga expandiéndose.

“Las ranas son animales poiquilotermos, es decir que su temperatura depende del medio que las rodea. Todo el proceso productivo tiene valores óptimos entre los 25 y 28°C. La experiencia ha demostrado que a pesar de que las ranas resisten temperaturas extremas, a nivel de criadero son letales las variaciones muy bruscas en cortos períodos de tiempo, así como las temperaturas intermedias en torno a los 10 – 15°C.” (Mazzoni, 2001).

Este autor proporciona una visión general sobre las necesidades térmicas de las ranas en condiciones de criadero. Subraya la importancia de mantener temperaturas estables dentro del rango óptimo para asegurar el éxito en el cultivo de ranas. Las fluctuaciones bruscas y las temperaturas bajas representan riesgos significativos, lo cual es crucial para el manejo y la cría efectiva de ranas.

“La dieta de esta especie está constituida literalmente por todo lo que se coloca delante de ella, desde hormigas y cualquier tipo de insecto, pequeños mamíferos como ratones y murciélagos, aves, cangrejos, otras especies de anfibios y cuando el alimento escasea practica el canibalismo. Los renacuajos son voraces herbívoros que generalmente desequilibran los delicados ambientes dulce-acuícolas. (AUPEC, 2001).

Describe de manera efectiva la dieta amplia y oportunista de la rana toro, resaltando su capacidad de consumir una variedad de presas y su adaptación al canibalismo en condiciones de escasez. Sin embargo, la redacción podría mejorar al incluir referencias específicas sobre el impacto ecológico de su comportamiento alimenticio. Además, mencionar "literalmente todo" es una generalización que puede ser reemplazada por un enfoque más preciso sobre los efectos negativos en los ecosistemas, como el desequilibrio que provocan los renacuajos herbívoros en los hábitats acuáticos.

“Individuos de rana toro (*Lithobates catesbeianus*), especie invasora en Colombia, que a través del comercio internacional ha sido una de las principales fuentes de dispersión del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* el cual extermina sistemáticamente a los anfibios nativos incluso en áreas conservadas (Mazzoni et al. 2003)”. (Castro J. N.-C.).

El párrafo destaca el papel de la rana toro como vector del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*, que ha sido diseminado a través del comercio internacional. Este hongo, que causa una enfermedad devastadora en los anfibios, ha contribuido a la disminución y extinción de especies nativas, incluso en áreas protegidas. La información subraya la gravedad de la

introducción de especies invasoras y su impacto indirecto en la salud de los ecosistemas, enfatizando la necesidad de controles más estrictos en el comercio de especies y la vigilancia de enfermedades para proteger la biodiversidad local.

“La rana toro poseería, con relación al peso corporal, un 79% de agua total, que se distribuiría en los compartimientos intracelular (57%) y extracelular (22%); el volumen de sangre sería del 5.3% 101. En Rana pipiens la volemia sería del 8% del peso corporal según algunos 84 y de 9.5% según otros 58, 108, en tanto que la cantidad de plasma sería del 8% del peso corporal 108. Otros autores relacionan el contenido de agua corporal con el hábitat al cual se adaptó la especie: en Bufo sp (terrestre) sería del 79–80% del peso corporal, en Rana pipiens (semiacuática): 78%, en Rana grylio (acuática): 77%. En el orden establecido, estos anuros podrían perder como máximo el 55%, 45% y 38% respectivamente de su agua corporal total, sin peligro de vida.” (Coppo, 2003).

Proporciona una visión detallada de la fisiología hídrica de las ranas, vinculando el contenido de agua corporal con las adaptaciones evolutivas a diferentes hábitats. Las comparaciones entre especies reflejan cómo las condiciones ambientales influyen en la capacidad de los anfibios para mantener el equilibrio hídrico y sobrevivir en entornos con distintos grados de disponibilidad de agua.

“En Uruguay se reconocen 48 especies nativas de anfibios, donde un 25 % se encuentra amenazada o en riesgo de extinción (Maneyro et al., 2005; Carreira y Maneyro, 2015, 2019). A estos 48 anuros nativos se suma la presencia de una EEI: Aquarana catesbeiana (Maneyro et al.,

2005; Laufer et al., 2008, 2009; Ruibal y Laufer, 2012). La rana toro se introdujo en 1986 en Uruguay por el Estado como una producción alternativa para consumo humano, llegando a instalarse 23 criaderos en 11 departamentos del país (Mazzoni y Carnevia, 1996; Uruguay. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, 2000; Uruguay. Gobierno de Canelones, 2018; Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, 2008).” (Marcelo Iturburu DI Fiore, 2004).

Este fragmento refleja cómo la introducción de la rana toro en Uruguay, originalmente con fines económicos y como una alternativa alimenticia, ha tenido implicaciones ecológicas significativas. A pesar de los beneficios económicos previstos, la rana toro se ha convertido en una especie exótica invasora (EEI), afectando potencialmente a la fauna nativa de anfibios, de los cuales el 25% ya se encuentra en peligro de extinción. Este caso subraya el riesgo de introducir especies exóticas sin prever completamente sus efectos en los ecosistemas locales, lo que puede resultar en desequilibrios ecológicos graves.

“Con el incremento en las inundaciones causadas por las largas temporadas de lluvias en el país que en los últimos meses asciende a 2.091.871 hectáreas y otras 10 millones de hectáreas en riesgo de inundación (IGAC et al. 2011), la conectividad estructural y funcional para la rana toro en las áreas con alta precipitación se ha incrementado en la medida que la especie es capaz de dispersarse largas distancias y prosperar en áreas antropogénicas perturbadas.” (Matthews, 2005).

El aumento de las inundaciones, causadas por largas temporadas de lluvias, ha favorecido la dispersión y supervivencia de la rana toro en áreas con alta precipitación. La conectividad estructural y funcional de los ecosistemas ha facilitado que esta especie invasora se expanda a largas distancias, prosperando incluso en zonas antropogénicamente alteradas. Esto resalta el impacto de los cambios ambientales en la proliferación de especies invasoras como la rana toro.

“Esta especie es un depredador por excelencia sobre todo en ambientes en donde fue introducida accidentalmente, en los cuales no posee ningún tipo de depredador natural. En el caso del departamento Calingasta el único depredador que presenta, de manera casual, es el hombre que la suele cazar para consumo particular. Según informes de los pobladores, esta población se estableció en el lugar debido a un accidente que tuvo un vehículo al cruzar el río hace varios años donde se transportaban estos ejemplares para una granja de cría existente sobre el cauce del río Castaño Viejo, aproximadamente a 5 Km. al norte del área de estudio. Por otro lado, nos informaron que cuando el río crece más de lo normal se rebalsan las piletas de cría dejando libre algunos ejemplares, siendo ésta tal vez la principal causa de la presencia de poblaciones tan numerosas en la zona.” (Eduardo A. Sanabria, 2005).

Ofrece una visión general sobre la introducción accidental de la rana toro en Calingasta y sus consecuencias ecológicas. Destaca la capacidad de la especie para proliferar sin control natural y señala cómo eventos tanto humanos como naturales contribuyen a su expansión.

“Esta especie es un depredador por excelencia sobre todo en ambientes en donde fue introducida accidentalmente, en los cuales no posee ningún tipo de depredador natural.”

(Sanabria, 2005)

El papel de la rana toro como un depredador dominante, especialmente en los ecosistemas donde ha sido introducida. La falta de depredadores naturales en estas áreas contribuye a su capacidad de causar desequilibrios ecológicos significativos.

“La reproducción sigue patrones estacionales dependientes de la latitud, siendo la temperatura ambiental y la presión atmosférica los factores que de forma conjunta estimulan el inicio del llamado a la madurez sexual y la ovoposición, asegurando su descendencia. En la temporada de lluvias si éstas se presentan por las tardes casi al anochecer lo más seguro es que no encontremos ninguna freza en el estanque, y este tiempo lo emplean las ranas en casar y comer de las charolas.” (TEPIC, 2005)

La reproducción de la rana toro depende de factores ambientales estacionales, como la temperatura y la presión atmosférica, que influyen en su madurez sexual y ovoposición. Estos estímulos sincronizan la reproducción con las condiciones óptimas para la supervivencia de sus crías. Durante la temporada de lluvias, si las lluvias ocurren al atardecer o anochecer, es común que las ranas no depositen huevos en el estanque en ese momento, y en su lugar, aprovechen ese tiempo para alimentarse en las charolas. Este comportamiento adaptable les permite maximizar las condiciones de supervivencia tanto para la ovoposición como para su propio sustento en períodos de actividad reproductiva.

“Los primeros estudios sobre las ranas toro mostraron que su depuración de urea podía ser varias veces mayor que su VFG; este hallazgo proporcionó evidencia de que en las ranas toro la urea se transfiere del plasma a la orina por secreción a través de las paredes de las nefronas aparte de ser introducidas por filtración en las cápsulas de Bowman. De manera inversa, si la depuración de un soluto filtrado libremente es menor que la VFG, esta diferencia indica que el soluto es reabsorbido luego de la filtración.” (Richard W. Hill, 2006)

Explica un aspecto clave de la fisiología renal de las ranas toro, resaltando cómo la urea puede ser eliminada de manera más eficiente que otros solutos debido a la secreción adicional en las nefronas, además de la filtración en las cápsulas de Bowman. Este hallazgo proporciona una comprensión valiosa sobre la excreción en anfibios.

“Veinte años después de la introducción de la rana toro en Colombia, *Lithobates catesbeianus* ha sido reportada en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cundinamarca, Sucre, Tolima, Valle del Cauca (Rueda-Almonacid 2000) y recientemente Lynch (2005) reportó el caso de posible amenaza para la fauna nativa del este de los andes colombianos, al encontrar dos renacuajos de rana toro en un charco en los alrededores de Santa María Boyacá” (Ballén, 2007).

El párrafo muestra la expansión de la rana toro en Colombia, destacando su presencia en varios departamentos y su reciente detección en una nueva área que podría representar una amenaza para la fauna nativa. La mención de la posible amenaza en el este de los Andes colombianos subraya la capacidad de adaptación y dispersión de la especie, lo que plantea riesgos significativos para los ecosistemas locales. Este tipo de expansión resalta la necesidad de

monitorear y gestionar activamente las especies invasoras para proteger la biodiversidad nativa y prevenir impactos ecológicos adversos.

“A causa de las repetidas introducciones para acuicultura, han sido reportadas poblaciones asilvestradas de ranaToro en diversos sitiosde Asia, Europa y América” (Ficetola GF, 2007).

Las repetidas introducciones de la rana toro para la acuicultura han llevado a la formación de poblaciones asilvestradas en Asia, Europa y América, lo cual plantea serios problemas ecológicos. Como especie invasora, la rana toro tiene un alto potencial de propagación, afecta a las especies nativas mediante la competencia y depredación y transmite enfermedades que pueden diezmar poblaciones locales. Este fenómeno resalta la necesidad urgente de regular y controlar estrictamente la acuicultura de especies exóticas, impidiendo su liberación en hábitats donde pueden causar desequilibrios ecológicos severos.

“Los machos de rana toro son animales territoriales que pueden reproducirse con varias hembras. Los más grandes controlan la mayor parte de los sitios preferidos por las hembras para depositar sus huevos, defendiendo ferozmente sus territorios (de 2 a 5 m de diámetro) de otros machos mediante el canto o la lucha cuerpo a cuerpo. Para reproducirse, los machos jóvenes que no pueden defender un territorio, interceptan a las hembras que son atraídas por el canto de un macho dominante u ocupan temporalmente el sitio de éste cuando lo descuida” (Jorge Álvarez Romero, 2008).

Destaca el comportamiento territorial y reproductivo de los machos de rana toro, una característica que les permite dominar sus entornos y optimizar su éxito reproductivo. Los machos más grandes ejercen control sobre los sitios de anidación preferidos, defendiendo sus territorios agresivamente, lo cual asegura la atracción y apareamiento con múltiples hembras. Este comportamiento no solo aumenta su potencial reproductivo, sino que también permite a la especie expandirse de manera eficiente. Los machos jóvenes, al no poder establecer territorios propios, adoptan estrategias oportunistas como interceptar a las hembras atraídas por los machos dominantes, lo que muestra una alta adaptabilidad y competencia en la reproducción.

“Reporta que en el año de 1980, se estimó que el 3% del mercado global de ranas (todas las especies) era abastecido por la acuicultura; mientras que la contribución para el año 2002 fue estimada en un 15% (tomando en cuenta la tasa calculada de crecimiento de la industria). Taiwán, Brasil y México como los principales países productores de ranas vivas (captura y acuicultura). Algunas estadísticas documentadas colocan a los Estados Unidos de América como el mayor consumidor de ranas, seguido por Francia y Canadá; con tres nichos principales de mercado: ancas de rana, ranas vivas y ranas para necesidades educativas y científicas” (Agricultura, 2009).

El crecimiento del abastecimiento de ranas por acuicultura, que pasó del 3% en 1980 al 15% en 2002, refleja un avance en la industria para satisfacer la demanda sin depender exclusivamente de la captura silvestre. Sin embargo, esta transición plantea serios desafíos, ya que, aunque la cría controlada puede reducir la presión sobre las poblaciones naturales, también introduce riesgos como la propagación de enfermedades y la posible afectación a los ecosistemas

nativos si no se manejan correctamente. Además, el alto consumo en países como Estados Unidos y Francia revela una dependencia en estos mercados que podría aumentar la presión sobre los países productores, especialmente si no se establecen regulaciones para una producción.

“Especie ha sido y es utilizada en ranicultura para la comercialización de sus ancas, la rana toro ha sido introducida en varios países de América (Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Cuba, Ecuador, Jamaica, Honduras, Guatemala, México, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Salvador, Uruguay y Venezuela), Asia (China, Filipinas, Indonesia, Japón, Malasia, Singapur, Taiwán y Tailandia) y Europa (Alemania, Bélgica, España, Francia, Grecia, Holanda, Italia y Reino Unido) (Sanabria et al., 2005; Santos-Barrera et al., 2009), si bien muchas de estas introducciones no han prosperado debido a las condiciones climáticas no adecuadas para la especie en las áreas colonizadas”(Daniel Fernandez Guiberteau, 2010).

Da una visión amplia sobre la introducción global de la rana toro para fines de ranicultura, destacando su presencia en diversos continentes y países. La información sugiere que, aunque la especie ha sido introducida en numerosas regiones, su éxito no ha sido uniforme, principalmente debido a la falta de adecuación climática en algunas áreas colonizadas. Esto pone de relieve la importancia de considerar factores ambientales antes de introducir especies exóticas, para evitar fallos en la adaptación y posibles impactos ecológicos adversos

“La rana toro (*Lithobates catesbeianus*), originaria del sur de los Estados Unidos y la rana de lluvia (*Eleutherodactylus johnstonei*), autóctona de las islas del Caribe, han sufrido procesos de asilvestramiento con la consecuente dispersión y establecimiento de sus poblaciones<sup>19,20</sup>,

generando importantes riesgos potenciales sobre las poblaciones nativas de anfibios y la biota acuática de Colombia. Sumado a esto, otras dos especies foráneas, la salamandra acuática del género *Ambystoma* y la rana acuática *Xenopus laevis*, han sido identificadas en cautiverio en el territorio nacional, lo cual requiere la generación de estrategias de control y contención.” (Acosta-Galvis, 2016).

El párrafo destaca la problemática de la introducción y asilvestramiento de especies invasoras como la rana toro y la rana de lluvia en Colombia, que representan un riesgo significativo para las poblaciones nativas de anfibios y la biota acuática. La presencia de otras especies foráneas en cautiverio, como la salamandra del género *Ambystoma* y la rana *Xenopus laevis*, subraya la necesidad urgente de implementar estrategias de control y contención para mitigar estos riesgos y proteger los ecosistemas locales.

“Los testículos son estructuras pares, lobuladas, dispuestos longitudinalmente y suspendidos por el mesorquio. Se disponen en la parte dorsal del celoma, continúan con los conductos deferentes, se encuentran íntimamente conectados con el aparato urinario y junto con el opistonefros desembocan en la cloaca. El tamaño y color varía de acuerdo al estado de maduración y desarrollo sexual del macho” (Avalos-López Alicia, 2017).

Describe la anatomía reproductiva de los testículos en ranas toro, destacando su disposición, estructura y conexión con el sistema urinario. La variabilidad en el tamaño y color de los testículos, que depende del estado de maduración sexual del macho, subraya su importancia en la evaluación del desarrollo reproductivo. Este conocimiento es crucial tanto en

estudios fisiológicos como en la gestión de la especie en cautiverio o en ambientes controlados, ya que el control del desarrollo sexual puede influir en la eficacia de los programas de cría o manejo poblacional.

“En México, la producción de rana toro (*Lithobates catesbeianus*) es liderada por el Estado de México, seguido de Sinaloa, Nayarit y Jalisco con 35 unidades de producción animal, con un promedio de 60 hectáreas de superficie utilizada. Los principales sistemas de producción acuícola utilizados en el país son extensivos (cultivo en embalses con mínima intervención humana después de la siembra y con bajos rendimientos), semi-intensivos (cultivo en estanques, corrales y cuerpos de agua) e intensivos (cultivo en sistemas controlados, estanques, jaulas, canales de corriente rápida o sistemas de recirculación y reacondicionamiento del agua)” (INAPESCA, 2018).

La producción de rana toro en México, liderada por el Estado de México y otros estados, utiliza diferentes sistemas acuícolas que van desde los extensivos hasta los intensivos. Aunque estos métodos permiten adaptarse a distintas escalas de producción, el uso extensivo y semiintensivo puede limitar la eficiencia y sostenibilidad del cultivo debido a sus bajos rendimientos y menor control ambiental.

“Los municipios de Arbeláez, Fusagasugá y Tibacuy, hacen parte de la cuenca del río Sumapaz, a estos municipios se les realizó visitas técnicas de campo para la identificación de la especie y su hábitat, evidenciando así que la especie Rana toro principalmente se encuentra en cuerpos de agua artificiales con aguas lenticas como son los reservorios en tierra para el

almacenamiento del recurso con fines económicos como viveros y actividades agropecuarias (CAR, 2018).

Este análisis es fundamental para desarrollar estrategias de manejo que minimicen el impacto negativo y fomenten una coexistencia sostenible entre la especie y las actividades humanas.

“La producción pesquera mundial ha aumentado de forma constante en las últimas cinco décadas y el suministro de peces comestibles se ha incrementado a una tasa media anual del 3.2%, superando así la tasa de crecimiento de la población mundial del 1.6%. El consumo per cápita a nivel internacional aumentó de un promedio de 9.9 kg en 1960 a 19.2 kg en el año 2012” (INAPESCA, 2018)

Este párrafo destaca el notable crecimiento en la producción pesquera y en el consumo per cápita de pescado a nivel global, superando incluso el crecimiento de la población mundial. Sin embargo, aunque estos datos muestran un avance en el abastecimiento de recursos pesqueros, también plantean interrogantes sobre la sostenibilidad del sector. El aumento constante en la producción puede llevar a la sobreexplotación de especies y la degradación de ecosistemas marinos si no se implementan prácticas de pesca responsable y regulación efectiva.

“Específicamente en México, durante la última década el consumo de especies acuícolas y pesqueras ha ido en aumento. En la actualidad las principales especies de acuicultura en el país son el camarón (150 mil 76 toneladas), mojarra tilapia (149 mil 54 toneladas), ostión (45 mil 148 toneladas), carpa (30 mil 300 toneladas) y trucha (siete mil toneladas)” (Pesca, 2018).

El aumento en el consumo de especies acuícolas y pesqueras en México en la última década refleja una respuesta a la demanda creciente de proteínas alternativas y el desarrollo económico en el sector acuícola. Las especies más producidas como el camarón, la tilapia y el ostión destacan por su adaptabilidad a la acuicultura y su aceptación en el mercado, lo que impulsa su consumo interno y potencial de exportación. Sin embargo, este crecimiento también trae desafíos, como la sostenibilidad y el manejo ambiental, ya que la intensificación en la producción puede afectar ecosistemas locales si no se aplican prácticas

“Se han detectado depredadores de la rana los cuales podrían convertirse en reguladores naturales de la población de ranas. Estos son: Zorro, Comadrejas, Gato salvaje, Gato doméstico, Perro Común, Garza Blanca, Garzón soldado, Guasco o Garza noct, Halcón, Martin pescador, Gavilán, Búhos, Gallina doméstica, Tortuga bache” (CAR C. A., PREVENCIÓN, CONTROL Y MANEJO DE LA ESPECIE RANA TORO O BRAMADORA, 2019)

La presencia de depredadores naturales de la rana toro, sugiere la posibilidad de un control biológico en el ecosistema. Estos depredadores pueden ayudar a regular la población de ranas toro de manera natural, reduciendo su impacto en las especies nativas y contribuyendo al equilibrio ecológico. Fomentar estos depredadores y su hábitat podría ser una estrategia eficaz para controlar la invasión de la rana toro sin intervención química o artificial.

“Factores ambientales pueden potenciar la disminución de los anfibios, como el calentamiento global, la pérdida de bosques para plantaciones agrícolas y el aumento de la exposición a la luz solar (Pounds et al., 2007). Los cambios de temperatura también pueden

afectar el metabolismo de los renacuajos, generando efectos fisiológicos negativos, como el estrés oxidativo (Bagnyukova et al., 2003). La elevación de la temperatura también puede aumentar la tasa de absorción de pesticidas debido al aumento de la ventilación (Raffel et al., 2006). Por esta razón, se plantea la hipótesis de que las variaciones de temperatura pueden influir sustancialmente en los efectos de los contaminantes ambientales sobre los renacuajos (Freitas et al., 2017b).” (Carneiro, 2023).

El párrafo destaca cómo factores ambientales como el calentamiento global, la deforestación y el aumento de la exposición solar afectan negativamente a los anfibios, provocando estrés oxidativo y aumentando la absorción de pesticidas. Las variaciones de temperatura podrían intensificar estos efectos, subrayando la necesidad de considerar múltiples factores en la conservación de los renacuajos.

“Para saber con certeza qué tipo de alimentación tienen las ranas toro, se realizó la disección de cada ejemplar capturado en su hábitat natural y se observó que dependiendo el lugar donde fueron capturadas su alimentación variaba.” (Steeven Santiago Mero-Cheme, 2023).

Este estudio revela que la dieta de la rana toro varía según el entorno en el que habita, lo que destaca su capacidad de adaptarse a diferentes ecosistemas. La disección como método para determinar su alimentación proporciona información precisa, pero sugiere que esta especie es un depredador generalista, lo cual puede aumentar su impacto negativo en los ecosistemas locales. Este tipo de adaptabilidad hace que la rana toro sea aún más difícil de controlar en áreas donde es invasora.

“Los anfibios se utilizan comúnmente como indicadores de la salud del ecosistema y la bioconcentración de metales en los órganos de los renacuajos, incluidos aquellos de preocupación emergente, se documentó en numerosos estudios (Unrine y otros, 2007; Kelepertzis y otros, 2012; Leduc y otros, 2016; Zhang y otros, 2020; Peluso y col., 2023). Estos contaminantes han sido identificados como uno de los principales factores relacionados con la pérdida y disminución de las poblaciones de anfibios en las últimas décadas (Singh y otros, 2016; Ojha y otros, 2021). Por otra parte, el Se fue el único elemento que se encontró por debajo del LOD en la sangre de los renacuajos expuestos, pero se detectó en los controles” (Regiane Luiza da Costa, 2024).

Este párrafo proporciona información clave sobre el papel de los anfibios como bioindicadores y el impacto de los metales pesados en su salud y supervivencia. La referencia a estudios recientes refuerza la validez de los hallazgos y sugiere que la bioconcentración de contaminantes sigue siendo una amenaza significativa para los anfibios en todo el mundo. Además, la detección anómala de selenio en los controles señala la complejidad de la contaminación ambiental y la necesidad de investigar más a fondo las fuentes de estos metales.

## MARCO CONCEPTUAL

1. **Adaptación:** Proceso mediante el cual una especie desarrolla características físicas o de comportamiento que le permiten sobrevivir en un entorno específico. La rana toro es altamente adaptable y puede prosperar en ambientes tanto urbanos como rurales.

2. **Biodiversidad:** Variedad de organismos vivos en un área específica, que incluye la diversidad de especies, ecosistemas y genes. La biodiversidad de Fusagasugá está amenazada por la invasión de especies como la rana toro, que altera las poblaciones de especies nativas.

3. **Control de Especies Invasoras:** Conjunto de métodos y estrategias utilizados para limitar o erradicar la presencia de una especie invasora en un ecosistema. En el caso de la rana toro, estas estrategias incluyen tanto el monitoreo de su expansión como la implementación de medidas para reducir su impacto.

4. **Ecología de Especies Invasoras:** Estudio de cómo las especies invasoras se relacionan con su entorno, incluyendo sus interacciones con especies nativas, su impacto en el ecosistema, y los mecanismos de adaptación que les permiten colonizar nuevos hábitats.

5. **Ecosistema:** Conjunto de organismos vivos (flora, fauna, microorganismos) que interactúan entre sí y con el medio físico en un espacio definido. Los ecosistemas pueden verse gravemente afectados por la introducción de especies invasoras, como la rana toro, que altera el balance natural.

6. **Especie Invasora:** Organismo no nativo de una región que, al ser introducido, se establece y se expande, causando impactos negativos en el ambiente, la economía o la salud humana. Las especies invasoras compiten con las nativas y alteran las dinámicas ecológicas del área que invaden.

7. **Estrategias de Manejo:** Métodos y planes diseñados para minimizar o erradicar el impacto de una especie invasora. En Fusagasugá, las estrategias de manejo para la rana toro pueden incluir campañas de control poblacional y programas de concientización.

8. **Hábitat:** Lugar o tipo de entorno natural en el que vive una especie. Para la rana toro, los hábitats incluyen cuerpos de agua como estanques, lagos y ríos, que le brindan los recursos necesarios para sobrevivir y reproducirse.

9. **Impacto Ambiental:** Efecto que una actividad o un organismo puede tener sobre el medio ambiente. El impacto ambiental de la rana toro incluye la competencia con especies nativas y la modificación de los ecosistemas acuáticos locales.

10. **Monitoreo de Especies:** Proceso de observación y recolección de datos sobre la distribución y comportamiento de una especie en una región específica. Este monitoreo es fundamental para gestionar la invasión de la rana toro en Fusagasugá.

11. **Rana Toro (*Lithobates catesbeianus*):** Especie de anfibio nativa de América del Norte que ha sido introducida en varios países, incluyendo Colombia. Es conocida por su gran tamaño, voracidad, y capacidad de adaptarse a diferentes hábitats, lo que la convierte en una especie invasora en muchos ecosistemas.

12. **Regulación Ambiental:** Conjunto de normativas y leyes que buscan proteger los recursos naturales y el medio ambiente. En el caso de la rana toro, la regulación ambiental implica políticas para el manejo y control de esta especie invasora en Colombia.

13. **Taxonomía:** Rama de la biología que se encarga de clasificar y nombrar a los organismos. La rana toro pertenece al género *Lithobates* y su nombre científico completo es *Lithobates catesbeianus*.

14. **Urbanización:** Expansión de áreas urbanas, que conlleva a cambios en el uso del suelo, afectando a los ecosistemas y la biodiversidad local. En Fusagasugá, la urbanización podría facilitar la invasión de la rana toro al modificar los cuerpos de agua y hábitats naturales.

### MARCO LEGAL

Normatividad Nacional	
Convenio sobre Diversidad Biológica CBD 1992	Prioriza la amenaza que representa las especies invasoras y solicita a los países que realicen esfuerzos conjuntos para prevenir la propagación de estas especies en todo el mundo.

<p>Ley 165 del 1994 MAVDT hoy                  MADS – Ministerio de Ambiente y                  Desarrollo Sostenible</p>	<p>Artículo 8 ítem h.</p> <p>Impedirá que se introduzcan,                  controlará o erradicará las especies exóticas                  que amenacen a ecosistemas, hábitats o                  especies</p>
<p>Ley 611 de 2000</p>	<p>Define los lineamientos para la                  conservación de la fauna y el uso sostenible                  de la biodiversidad, incluyendo la                  prevención y control de especies exóticas                  invasoras</p>
<p>Resolución 848 de 2008 (Ministerio                  de Ambiente)</p>	<p>Establece medidas para el control de                  especies invasoras, en especial aquellas que                  afectan la biodiversidad nativa, donde se                  incluye a la rana toro.</p>
<p>Resolución 207 de 2010 (Ministerio                  de Ambiente)</p>	<p>Esta norma regula el tráfico y el uso                  de especies de fauna silvestre en el territorio                  colombiano, lo que incluye controles sobre                  especies como la rana toro cuando                  representan una amenaza ecológica.</p>

<p>Plan Estratégico Del CDB 2011 – 2020 Y Las Metas De Aichi.</p>	<p>Meta 9: Para 2020, se habrán identificado y priorizado las especies exóticas invasoras y vías de introducción, se habrán controlado o erradicado las especies prioritarias, y se habrán establecido medidas para gestionar las vías de introducción a fin de evitar su introducción y establecimiento.</p>
<p>Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios</p>	<p>EJE VI. BIODIVERSIDAD,</p>

<p>ecosistémicos 2012</p>	<p>CORRESPONSABILIDAD Y</p> <p>COMPROMISOS GLOBALES /</p> <p>Líneas estratégicas: ítem 5:</p> <p>Desarrollo de acciones nacionales que contribuyan al logro de objetivos globales para hacer frente al cambio ambiental global, especialmente en lo relacionado con el cambio climático</p> <p>(incluida la lucha contra la desertificación y la sequía), el suministro de servicios ecosistémicos, la bioseguridad, las especies exóticas invasoras y el tráfico ilegal de especies.</p>
<p>RESOLUCION 0848 DE 2008</p> <p>MAVDT hoy</p> <p>MADS – Ministerio de Ambiente y Desarrollo</p>	<p>Por la cual se declaran unas especies exóticas como invasoras y se señalan las especies introducidas irregularmente al país que pueden ser objeto de cría en ciclo cerrado y se adoptan otras determinaciones.</p>

Sostenible		
Resolución 207 de 2010 MAVDT hoy  MADS –Ministerio de Ambiente y Desarrollo  Sostenible	Por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones. listado de especies exóticas invasoras.	
	Nombre Científico	Nombre Común
	Rana catesbeiana	Rana Toro

Table 1 MARCO LEGAL

## METODOLOGIA

<b>Metodología</b>	
<b>Fuentes de información</b>	Se utilizaron de bases de datos académicos (Google Scholar, ScienceDirect, SciELO, Elsevier) y reportes institucionales de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Además, revisión de investigaciones sobre la rana toro en Colombia y sus características ecológicas.
<b>Revisión bibliográfica</b>	Enfocada en estudios sobre la ecología, el comportamiento, las adaptaciones, las interacciones ecológicas y los impactos ambientales de la rana toro ( <i>Lithobates catesbeianus</i> ).
<b>Reportes institucionales:</b>	Análisis de informes específicos sobre la invasión de la rana toro en Fusagasugá y otras zonas de Cundinamarca, con especial atención en la distribución, factores de riesgo y manejo implementado.

*Table 2 Metodologia*

## RESULTADOS

ASPECTO	CARACTERÍSTICAS	IMPACTO ECOLÓGICO	
HÁBITAT	Prefiere cuerpos de agua dulce de gran tamaño y permanentes, como lagos, estanques y ríos. Tolerancia a una amplia gama de condiciones ambientales, desde aguas frías y claras hasta aguas cálidas y turbias.	Compete por recursos con especies nativas, alterando las comunidades acuáticas.	<p><b>FUENTE</b></p> <p>(CAR C. A., 2018) ; (CAR C. A., PREVENCIÓN, CONTROL Y MANEJO DE LA ESPECIE RANA TORO O BRAMADORA, 2019)</p>
ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS	Gran tamaño, piel permeable, alta tasa metabólica, dieta omnívora, tolerancia a la contaminación.	Le permite sobrevivir en diversos hábitats y aprovechar una amplia variedad de recursos.	
ADAPTACIONES COMPORTAMENTALES	Territorialidad, canibalismo, reproducción explosiva, alta capacidad de dispersión, plasticidad fenotípica.	Facilita su expansión y dominancia en nuevos ecosistemas.	
DIETA	Omnívora, consume una amplia variedad de presas, desde insectos hasta pequeños vertebrados.	Reduce la abundancia de especies nativas y altera las redes tróficas.	
REPRODUCCIÓN	Puesta masiva de huevos en grandes masas gelatinosas.	Aumenta rápidamente el tamaño de las poblaciones.	
INTERACCIONES CON OTRAS ESPECIES	Compete por recursos con otras especies de anfibios, peces y reptiles. Puede depredar sobre especies nativas y transmitir enfermedades.	Reduce la biodiversidad y altera las comunidades ecológicas.	
IMPACTOS EN EL ECOSISTEMA	Pérdida de biodiversidad, alteración de las redes tróficas, degradación de hábitats, transmisión de enfermedades.	Afecta negativamente los servicios ecosistémicos y la salud de los ecosistemas.	

Ilustración 1. Objetivo 1

### Metodología de Clasificación

La clasificación de las zonas invadidas por la rana toro se fundamenta en una revisión bibliográfica de los estudios técnicos disponibles, que abarcan informes de la CAR y estudios científicos relevantes. Los criterios utilizados para la clasificación incluyen:

1. **Distribución geográfica y características del hábitat:** Se identifica la localización de los cuerpos de agua invadidos, tomando en cuenta factores ambientales que favorecen la invasión, como la estabilidad hídrica, la presencia de vegetación acuática, y la temperatura del agua.
2. **Grado de afectación:** Las zonas se clasifican en función de la densidad de población de la rana toro y los impactos ecológicos registrados, tales como la depredación de especies nativas y la alteración de los ecosistemas acuáticos.
3. **Factores de riesgo y vulnerabilidad:** Se evalúan las características de cada zona, incluyendo la proximidad a actividades humanas (como la agricultura y el turismo), que podrían facilitar la expansión de la especie.

### Clasificación de Zonas de Invasión

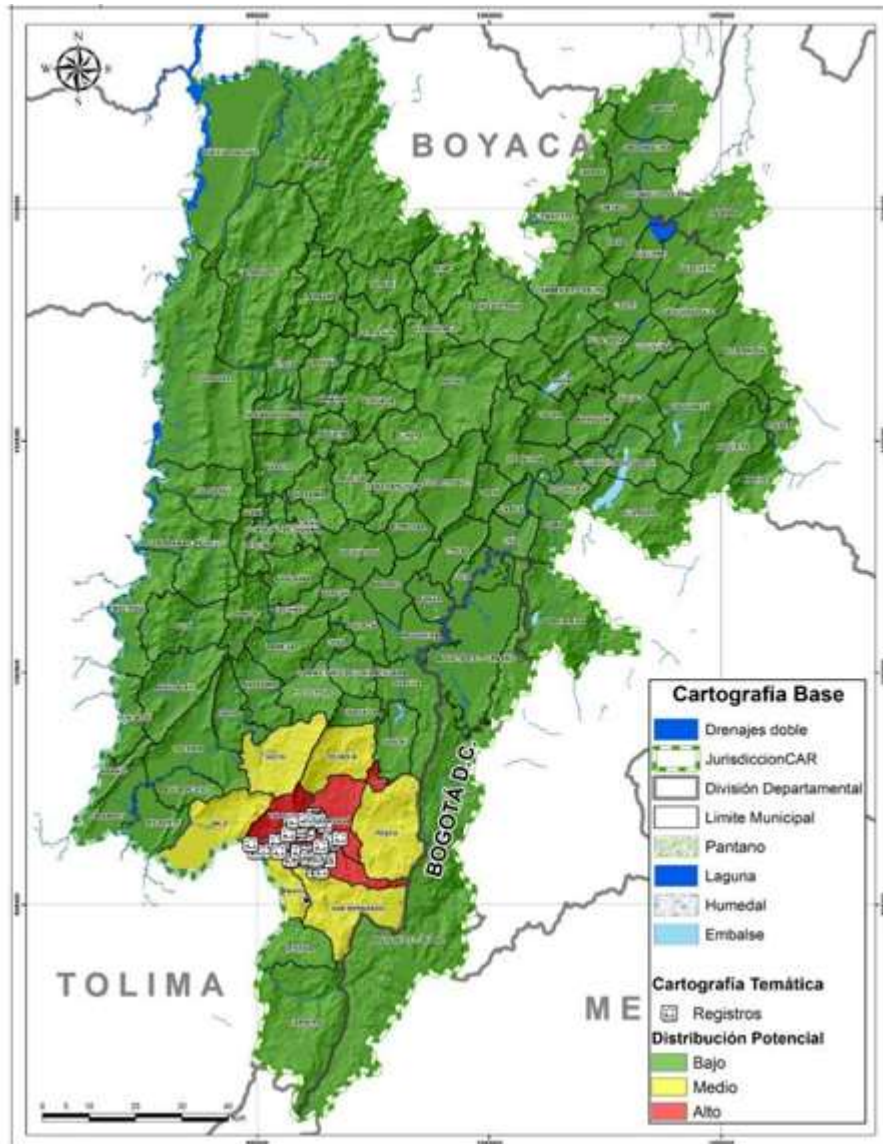


Ilustración 2 Zonas de invasion Fusagasuga

- Estas áreas se caracterizan por la presencia establecida de la rana toro en cuerpos de agua permanentes y de uso humano, como lagunas, estanques agrícolas y otros reservorios.

En Fusagasugá, se ha identificado una alta densidad de población en las zonas rurales de Chinauta y veredas cercanas, donde la rana toro ha sido detectada desde la década de los 90 (CAR C. A., 2018) La permanencia del agua y la disponibilidad de vegetación acuática proporcionan condiciones favorables para su reproducción y expansión (CAR C. A., PREVENCIÓN, CONTROL Y MANEJO DE LA ESPECIE RANA TORO O BRAMADORA, 2019).

- Los efectos negativos en estas zonas incluyen la depredación de anfibios nativos y la modificación de la estructura de la comunidad acuática, con la disminución de la diversidad biológica (CAR, 2018).

## **2. Zonas de Invasión Moderada**

- En áreas donde los cuerpos de agua son estacionales o donde la intervención humana ha alterado la cobertura vegetal, se observa una densidad poblacional intermedia. Las fluctuaciones en la disponibilidad de agua reducen la capacidad de la rana toro para establecer poblaciones estables, aunque la especie sigue presente en estanques temporales y canales de riego (CAR C. A., Plan de Prevención, Control y Manejo (PPCM) de Rana Toro, 2018).

- Las zonas de invasión moderada suelen estar localizadas en la periferia de las áreas urbanas y rurales, donde la infraestructura para la irrigación y las actividades agrícolas crean micro hábitats adecuados para la especie (CAR C. A., PREVENCIÓN, CONTROL Y MANEJO DE LA ESPECIE RANA TORO O BRAMADORA, 2019)

### **3. Zonas de Baja Invasión o Potencial de Invasión Futura**

- Estas áreas incluyen zonas donde la presencia de la rana toro es mínima o inexistente, pero donde existe un riesgo potencial de invasión. La expansión de la agricultura y la construcción de infraestructuras acuáticas, como estanques de recreación, podría facilitar la colonización de la rana toro en el futuro (CAR C. A., Plan de Prevención, Control y Manejo (PPCM) de Rana Toro, 2018).

- En estas zonas, es crucial implementar medidas preventivas, tales como barreras físicas y monitoreo continuo, para evitar la introducción y dispersión de la especie (CAR C. A., PREVENCIÓN, CONTROL Y MANEJO DE LA ESPECIE RANA TORO O BRAMADORA, 2019).

#### **Factores que facilitan la invasión**

La propagación de la rana toro en Fusagasugá se ve favorecida por varios factores ambientales y humanos, que incluyen:

- **Condiciones Ambientales Favorables:** La rana toro prospera en cuerpos de agua con temperaturas entre 25-28°C, lo cual es común en Fusagasugá. Estas condiciones permiten que la especie sea activa durante la mayor parte del año, incrementando las posibilidades de reproducción y colonización de nuevos hábitats (CAR C. A., Plan de Prevención, Control y Manejo (PPCM) de Rana Toro, 2018) (CAR C. A., PREVENCIÓN, CONTROL Y MANEJO DE LA ESPECIE RANA TORO O BRAMADORA, 2019).

- **Ausencia de Depredadores Naturales:** La falta de depredadores que regulen la población de rana toro facilita su proliferación en cuerpos de agua tanto naturales como artificiales. Las medidas de control biológico no han sido suficientemente efectivas hasta la fecha, lo que demanda investigaciones adicionales para identificar potenciales depredadores en la región (CAR C. A., Plan de Prevención, Control y Manejo (PPCM) de Rana Toro, 2018).

- **Intervenciones Humanas:** La expansión agrícola y la construcción de estanques para actividades recreativas o de riego proporcionan nuevos hábitats adecuados para la rana toro, aumentando las posibilidades de dispersión y colonización. La falta de regulaciones estrictas en el uso de cuerpos de agua ha facilitado la propagación de la especie (CAR, 2018).

Clasificación de zonas	Características principales	En Fusagasugá	Impacto

Zona de alta invasión	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Alta densidad de población de rana toro.</li> <li>-Presencia estable en cuerpos de agua permanente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vereda Chinauta</li> <li>-Vereda Tierra negra</li> <li>-Vereda Salitre</li> <li>-Cuerpos de agua permanentes en áreas agrícolas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida significativa de especies nativas.</li> <li>- Alteración de varias cadenas tróficas.</li> <li>- Impacto en ecosistemas acuáticos.</li> </ul>
Zonas de invasión moderadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia intermitente.</li> <li>- Cuerpos de agua estacionales o perturbados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vereda Usatama</li> <li>-Periferias urbanas.</li> <li>- Canales de riego y lagunas temporales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Reducción moderada de la biodiversidad.</li> <li>- Aumento de la competencia entre especies nativas y rana toro.</li> </ul>
Zonas de baja invasión	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia esporádica o ausencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reservorios artificiales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo impacto real.</li> </ul>

	real.  - Áreas con potencial de invasión futura.	- Nuevas áreas recreativas.	- Riesgo de expansión debido a la conectividad con áreas invadidas.
--	--	-----------------------------	---

Table 3 Clasificación zonas de invasión

### **Estrategias de Manejo y Control Implementadas en Fusagasugá para la Rana Toro**

En Fusagasugá, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) ha implementado diversas estrategias de manejo y control para mitigar el impacto de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) como especie invasora. Estos incluyen la recolección manual de ejemplares adultos, la eliminación de huevos y renacuajos en cuerpos de agua afectados, y la restauración de hábitats naturales para medidas favorecer el retorno de especies nativas. Además, se han promovido campañas de educación ambiental dirigidas a las comunidades locales, con el fin de sensibilizarlas sobre la problemática y fomentar su participación activa en la identificación y reporte de la presencia de la rana toro. La CAR también ha realizado monitoreos periódicos en zonas críticas, como las veredas Chinauta y Tierra Negra, para evaluar la efectividad de las acciones implementadas. Paralelamente, se han explorado soluciones preventivas, como la modificación de cuerpos de agua artificiales y el uso de barreras físicas, para limitar la dispersión de la especie a nuevas áreas. Estas estrategias reflejan un enfoque integral que combina

acciones inmediatas de control con medidas preventivas y de sensibilización a largo plazo, buscando reducir el impacto ecológico de la rana toro en los ecosistemas locales.

### **1. Eliminación Directa de Individuos**

La CAR ha aplicado la captura y eliminación de ejemplares adultos y juveniles en cuerpos de agua identificados como puntos críticos de invasión. Este método incluye la recolección manual de individuos en zonas donde la rana toro ha establecido poblaciones significativas. Esta estrategia está orientada a disminuir la tasa de reproducción y evitar que la especie colonice nuevas áreas cercanas (CAR C. A., Plan de Prevención, Control y Manejo (PPCM) de Rana Toro, 2018).

### **2. Recolección de Nidos y Control de Renacuajos**

Durante la temporada de reproducción, se lleva a cabo la recolección de nidos de huevos y el control de renacuajos. Este enfoque se dirige a interrumpir el ciclo reproductivo de la rana toro, evitando que los huevos eclosionen y que la población aumente rápidamente. En algunos casos, se ha empleado el drenaje de pequeños cuerpos de agua temporales para eliminar los huevos y larvas presentes (CAR C. A., PREVENCIÓN, CONTROL Y MANEJO DE LA ESPECIE RANA TORO O BRAMADORA, 2019).

### **3. Modificación del Hábitat**

Otra estrategia aplicada es la modificación del hábitat, como el drenaje de estanques y la reducción de la disponibilidad de cuerpos de agua estancados en áreas críticas. Esta intervención busca crear condiciones menos favorables para la reproducción de la rana toro, ya que la especie requiere ambientes acuáticos estables para su desarrollo. Estas modificaciones han sido particularmente efectivas en las zonas rurales de Fusagasugá donde se han detectado poblaciones estables de rana toro (CAR C. A., Plan de Prevención, Control y Manejo (PPCM) de Rana Toro, 2018).

### **4. Control Biológico**

Aunque de manera limitada, la CAR ha explorado el uso de depredadores naturales para regular la población de rana toro. Entre los depredadores considerados están ciertas especies de aves y mamíferos que habitan la región y pueden actuar como controladores biológicos. Sin embargo, esta estrategia requiere estudios adicionales para evaluar la efectividad de los depredadores locales en la regulación de la especie invasora (CAR C. A., Plan de Prevención, Control y Manejo (PPCM) de Rana Toro, 2018) (CAR C. A., PREVENCIÓN, CONTROL Y MANEJO DE LA ESPECIE RANA TORO O BRAMADORA, 2019).

### **5. Educación y Sensibilización Comunitaria**

Una parte esencial del control de la rana toro ha sido la sensibilización de las comunidades locales. La CAR ha implementado campañas de educación ambiental que enseñan

a la comunidad a identificar la rana toro y comprender los riesgos ecológicos de su propagación. Estas campañas incluyen la capacitación de líderes locales para monitorear y reportar la presencia de la rana toro, promoviendo así la participación comunitaria en el manejo y control de la especie (CAR C. A., Plan de Prevención, Control y Manejo (PPCM) de Rana Toro, 2018) (CAR C. A., PREVENCIÓN, CONTROL Y MANEJO DE LA ESPECIE RANA TORO O BRAMADORA, 2019)

### **Evaluación y Áreas de Mejora**

Las estrategias implementadas han mostrado efectividad en áreas específicas, pero enfrentan ciertos desafíos:

- **Recolonización:** A pesar de los esfuerzos de eliminación, la rana toro sigue recolonizando algunas áreas debido a su alta capacidad reproductiva y adaptativa.
- **Limitaciones del Control Biológico:** La falta de datos sobre la efectividad de los depredadores locales limita el potencial del control biológico.
- **Recursos para Educación Continua:** Las campañas de educación requieren una mayor continuidad y recursos para maximizar el impacto a largo plazo en la comunidad.

### **RECOMENDACIONES**

1. **Sistema de Monitoreo Geoespacial:** Implementar un sistema de monitoreo en tiempo real para identificar la expansión de la rana toro y aplicar intervenciones rápidamente.
2. **Fortalecimiento del Control Biológico:** Realizar estudios para identificar depredadores efectivos y evaluar su impacto en la población de rana toro.
3. **Aumento de la Educación Ambiental:** Ampliar las campañas de sensibilización en comunidades rurales y fortalecer el reporte comunitario de la especie.

Las estrategias de manejo en Fusagasugá se centran en la eliminación directa, la modificación de hábitats y la educación comunitaria, aunque requieren ajustes para mejorar la efectividad a largo plazo en el control de la rana toro.

## CONCLUSIONES

La invasión de la rana toro en Fusagasugá constituye una amenaza considerable para la biodiversidad local, ya que altera las dinámicas de los ecosistemas acuáticos y terrestres y desplaza a las especies nativas mediante la competencia directa por recursos y la depredación. Esta especie invasora se adapta a distintos hábitats, lo que intensifica su capacidad de colonización y afecta a especies nativas que no cuentan con defensas naturales ante su presencia. El impacto de la rana toro, que se extiende hasta la degradación de hábitats y pérdida de biodiversidad, demanda una respuesta de manejo ambiental específica y urgente para proteger la riqueza biológica local.

Las estrategias implementadas por las autoridades locales, tales como la eliminación manual de individuos y la recolección de nidos, han mostrado resultados limitados, principalmente debido a la alta capacidad reproductiva y adaptativa de la rana toro. La falta de depredadores naturales que puedan regular su población representa un obstáculo adicional para el éxito de estas medidas de control. A partir de esta limitación, se hace evidente la necesidad de una evaluación continua y de mejoras en las estrategias de manejo actuales, explorando métodos innovadores que aseguren la sostenibilidad de los esfuerzos de control a largo plazo.

El control biológico surge como una alternativa potencialmente eficaz, aunque aún poco explorada, para la regulación de esta especie invasora. La introducción controlada de depredadores naturales podría complementar los métodos actuales y reducir el impacto de la rana toro de manera ecológicamente equilibrada. Por otro lado, la educación y sensibilización de la comunidad local se reconocen como componentes esenciales de esta estrategia, dado que el conocimiento y la participación de la comunidad pueden facilitar el monitoreo y reporte de la especie. Fortalecer las campañas de educación ambiental contribuirá a crear una red de colaboración comunitaria que refuerce los esfuerzos de control y manejo.

El manejo de especies invasoras, como la rana toro, requiere un enfoque integral y colaborativo que involucre a autoridades ambientales, investigadores y la comunidad. Este enfoque debe incluir políticas públicas que aseguren la regulación de cuerpos de agua y la prevención de futuras invasiones mediante sistemas de vigilancia y monitoreo. Además, una colaboración interinstitucional permitiría el intercambio de información y la adopción de mejores prácticas para enfrentar este reto ambiental. En este sentido, desarrollar regulaciones más

estrictas sobre la creación y uso de hábitats acuáticos es fundamental para prevenir que se conviertan en zonas de invasión.

La investigación y el manejo de la rana toro en Fusagasugá se alinean estrechamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente con el ODS 15, enfocado en la protección de los ecosistemas terrestres, y el ODS 6, que aborda el acceso a agua limpia y el saneamiento. La protección de la biodiversidad y la implementación de políticas de gestión de especies invasoras no solo contribuyen a estos objetivos globales, sino que también mejoran el bienestar de la comunidad local al preservar la calidad del agua y otros servicios ecosistémicos clave. Así, estas medidas aseguran la resiliencia del ecosistema y promueven la sostenibilidad y conservación de los recursos naturales de Fusagasugá a largo plazo. En conjunto, estas conclusiones destacan la importancia de perfeccionar las prácticas de manejo, fortalecer la educación ambiental y adoptar un enfoque integral para abordar los desafíos de la invasión de la rana toro, promoviendo la conservación y sostenibilidad ambiental en el municipio.

### Bibliografía

Acosta-Galvis, A. R. (2016). Biodiversidad 2015, Estado y tendencias de la Biodiversidad continental de Colombia: Los Anfibios de Colombia. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/304778273>

Agricultura, O. d. (2009). Rana catesbeiana. *FAO*. Obtenido de [http://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es\\_americanbullfrog.htm](http://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_americanbullfrog.htm)

Arano, B., Llorente, G., & Paris, M. y. (1995). “Species Translocation Amenaces Iberian Water Frogs”. 196-198.

AUPEC, A. (2001). El temible Bramido de la Rana Toro. (C. a. Día, Ed.) *Revista Electrónica de Difusión Científica*.

Avalos-López Alicia, S.-G. V. (2017). Biología reproductiva de *Lithobates catesbeianus* Shaw, 1802 en condiciones semi-controladas. 42. Obtenido de <https://www.biologicas.umich.mx/index.php?journal=biologicas&page=article&op=view&path%5B%5D=261&path%5B%5D=444518>

Ballén, J. J.-C. (2007). ZOOLOGÍA UN NUEVO CASO DE ALERTA SOBRE POSIBLE AMENAZA A UNA FAUNA NATIVA DE ANFIBIOS EN COLOMBIA: PRIMER REPORTE DE LA RANA TORO (*LITHOBATES CATESBEIANUS*) EN LA SABANA DE BOGOTÁ. Obtenido de <https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/2324/3726>

CAR. (2018). Plan de Prevención, Control y Manejo (PPCM) de Rana Toro (*Rana catesbeiana*) en la Jurisdicción CAR. 40. Obtenido de <chromeextension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.car.gov.co/uploads/files/5b9034317f619.pdf>

CAR, C. A. (2018). *Plan de Prevención, Control y Manejo (PPCM) de Rana Toro.*

Obtenido de <https://sie.car.gov.co/items/552ee7f8-f8b2-4fb9-bab8-bc4ef20d7886>

CAR, C. A. (2019). *PREVENCIÓN, CONTROL Y MANEJO DE LA ESPECIE RANA TORO O BRAMADORA.* Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://sie.car.gov.co/server/api/core/bitstreams/fd3724fe-2d6e-45e1-bbaf-a0f7ee303e83/content>

Carneiro, F. E. (2023). Influencia de la temperatura en las respuestas de los biomarcadores de los renacuajos de rana toro ( *Lithobates catesbeianus* ) a la exposición a la 2hidroxiatrazina. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2023.106468>

Castro, J. N.-C. (s.f.). *DISTRIBUCIÓN ACTUAL Y FUTURA DE ANFIBIOS Y REPTILES CON POTENCIAL INVASOR EN COLOMBIA: UNA APROXIMACION USANDO MODELOS DE NICHO ECOLÓGICO.* 7. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31340909/Urbina-Cardona\\_y\\_Castro\\_2010-libre.pdf?1392307841=&response-contentdisposition=inline%3B+filename%3DDistribucion\\_Actual\\_y\\_Futura\\_de\\_Anfibios.pdf&Expires=17](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31340909/Urbina-Cardona_y_Castro_2010-libre.pdf?1392307841=&response-contentdisposition=inline%3B+filename%3DDistribucion_Actual_y_Futura_de_Anfibios.pdf&Expires=17)

Castro, L. M. (2016). *ESPECIES INVASORAS ACUÁTICAS Y SALUD.* 195. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/315703936>

Coppo. (2003). El medio interno de la “rana toro” (*Rana catesbeiana*, Shaw 1802).

Obtenido de <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/article/view/683/591>

Daniel Fernandez Guiberteau, M. C. (2010). Nueva vía de entrada de rana toro (*Lithobates catesbeianus*) en la Península Ibérica. 5. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/323268698>

Eduardo A. Sanabria, L. B. (2005). Introduction of *Rana catesbeiana* shaw (Bullfrog), in Pre-Andean environments of San Juan, Argentina. Obtenido de [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1852-73292005000200003&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1852-73292005000200003&script=sci_arttext&tlng=pt)

Ficetola GF, T. W. (2007). Predicción y Validación de El potencial global distribución de una especie exótica invasora problemática: la rana toro americana. 476–485.

Francis, R. A. (2011). *Manual sobre especies invasoras de agua dulce a nivel mundial*. Londres. Obtenido de <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203127230-39/rana-lithobates-catesbeiana-shaw-american-bullfrog-antonia-amore>

Francisco Estevão Carneiro, S. C. (2023). Influencia de la temperatura en las respuestas de los biomarcadores de los renacuajos de rana toro (*Lithobates catesbeianus*) a la exposición a la 2-hidroxiatrazina. *Aquatic Toxicology*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2023.106468>

gadagkar. (2003). *Ethology*.

Goldstein, L. (1982). *Fisiología comparada*. (1. ed., Ed.) México , Interamericana, Mexico.

INAPESCA. (2018). Acuicultura comercial, Rana toro. (*Instituto Nacional de Pesca*), pg9. Obtenido de <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-rana-toro>

IUCN. (2023). RED LIST. Obtenido de <https://www.iucnredlist.org/assessment/process>

Jorge Álvarez Romero, R. A. (2008). Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. 368. Obtenido de [chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/Jorge-AlvarezRomero/publication/260871441\\_Animales\\_exoticos\\_en\\_Mexico\\_una\\_amenaza\\_para\\_la\\_biodiversidad/links/00b7d5328db68cb57b000000/Animales-exoticos-en-Mexico-un](chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/Jorge-AlvarezRomero/publication/260871441_Animales_exoticos_en_Mexico_una_amenaza_para_la_biodiversidad/links/00b7d5328db68cb57b000000/Animales-exoticos-en-Mexico-un)

Juan Diego Daza-Vaca, F. C.-H. (1999). HÁBITOS ALIMENTICIOS DE LA RANA TORO (RANA CATESBEIANA) ANURA: RANIDAE, EN EL VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA. Obtenido de [chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37844965/1999\\_Habitos\\_alimenticios\\_de\\_la\\_Rana\\_Toro\\_Rana\\_catesbeiana\\_Anura-\\_Ranidae\\_\\_en\\_el\\_Valle\\_del\\_Cauca\\_\\_Colombia-libre.pdf?1433617438=&response-content-dispositio](chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37844965/1999_Habitos_alimenticios_de_la_Rana_Toro_Rana_catesbeiana_Anura-_Ranidae__en_el_Valle_del_Cauca__Colombia-libre.pdf?1433617438=&response-content-dispositio)

Kondo, T. (2014). insectos adventicios (invasores yno invasores) recientes en Colombia.

Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/363645501>

Kraus, F. (2009). *Reptiles y anfibios extraterrestres*. Obtenido de

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4020-8946-6#publish-with-us>

Kupferberge. (1997). Bullfrog (*Rana Catasbeiana*) invasion of california river: the role of larval competition. *Ecology*.

Marcelo Iturburu DI Fiore, G. s. (2004). Laboratory test of predation of exotic amphibian larvae by native fish: basis for the biological control of the bullfrog in Uruguay. Obtenido de <https://research-ebscocom.ucundinamarca.basesdedatosezproxy.com/c/56kn4a/viewer/pdf/ricuzk7ewn>

Marcelo Iturburu DI Fiore, G. s. (2024). Laboratory test of predation of exotic amphibian larvae by native fish: basis for the biological control of the bullfrog in Uruguay. *REVISTA DEL LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY*, 19. Obtenido de <https://research-ebscocom.ucundinamarca.basesdedatosezproxy.com/c/56kn4a/viewer/pdf/ricuzk7ewn>

Mario Fernando Mora Goyes, J. R. (2015). CATÁLOGO DE ESPECIES INVASORAS DEL TERRITORIO CAR. 238. Obtenido de <chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.car.gov.co/uploads/files/5b451c903677d.pdf>

Matthews. (2005). Sudamérica Invadida. GISP El pro-grama mundial sobre especies invasoras. 81. Obtenido de [chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gisp.org/publications/invalidate/gispS\\_Americasp.pdf](chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gisp.org/publications/invalidate/gispS_Americasp.pdf)

Mazzoni, R. (2001). RANICULTURA. Obtenido de [https://www.academia.edu/6652922/PROYECTO\\_RANICULTURA\\_DINARA\\_IIP\\_RANICULTURA\\_MANUAL\\_BASICO\\_PARA\\_INVERSORES](https://www.academia.edu/6652922/PROYECTO_RANICULTURA_DINARA_IIP_RANICULTURA_MANUAL_BASICO_PARA_INVERSORES)

Nations, U. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Obtenido de <https://sdgs.un.org/2030agenda>

Pesca, C. N. (2018). Produce acuacultura mexicana más de 400 mil toneladas de pescados y mariscos. *CONAPESCA*. Obtenido de <https://www.gob.mx/conapesca/prensa/produce-acuacultura-mexicana-mas-de-400-mil-toneladas-de-pescados-y-mariscos-172466>

Regiane Luiza da Costa, I. C. (2024). Efectos tóxicos, genotóxicos, mutagénicos y bioacumulables de la mezcla de metales de las partículas sedimentables en los renacuajos de la rana toro americana (*Lithobates catesbeianus*). Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122846>

Richard W. Hill, G. A. (2006). *Fisiología Animal*. (E. M. S.A., Ed.)

Sanabria, E. Q. (2005). Introducción de Rana catesbeiana Shaw (rana toro), en ambientes precordilleranos de la provincia de San Juan, Argentina. *Multequina* , 67 - 70.

Steeven Santiago Mero-Cheme, D. E.-O.-A.-B. (2023). Base nutricional de la especie invasora Lithobates catesbeianus (rana toro). 579. Obtenido de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6298/html>

TEPIC, N. (2005). *MANUAL PARA EL CULTIVO*. Mexico. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/62940857/Manual-Para-El-Cutivo-de-Rana-Toro>

VALDERRAMA, M. Y. (2016). EFECTO DE ESPECIES CON POTENCIAL INVASOR EN PROCESOS DE REGULACIÓN HÍDRICA DEL SUELO EN UN ECOSISTEMA SECO TROPICAL.