Bioinvasiones (2) 2026
https://doi.org/10.67154/BIN.v9.n2.2026.58

Artículo original

Erradicación con participación social de la especie invasora *Aquarana catesbeiana* en un área protegida (Uruguay)

Eradication of the invasive *Aquarana catesbeiana* species in a protected area with social participation (Uruguay)

Marcelo Iturburu Di Fiore[1*], Ernesto Brugnoli Olivera[2] & José Carlos Guerrero[3]

1. Comité Nacional de Especies Exóticas Invasoras, Ministerio de Ambiente | 2. Oceanografía y Ecología Marina, Facultad de Ciencias, Universidad de la República | 3. Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio, Facultad de Ciencias, Universidad de la República

* Autor correspondiente: Marcelo Iturburu (marceloiturburu@gmail.com)

Abstract**:**
To manage invasive alien species (IAS), it is necessary to know: the characteristics of the species (ecology, population dynamics); the invaded environment (bodies of water, land uses); the stage of the invasion process; the socio-ecological system (legal and cultural context); and the most effective techniques of prevention, control, eradication or mitigation that are ethically and socially accepted in order to involve key actors in their management. Between 2018-2024, a response protocol was applied based on the registration in 2018 of specimens of *Aquarana catesbeiana* (Shaw, 1802) (bullfrog) in seven artificial bodies of water located in four rural establishments in Canelones (Uruguay). The objective of this work was to implement a program to eradicate the bullfrog by testing different techniques and involving the actors to avoid conflicts. The 12-step conceptual framework was applied to involve stakeholders in the management of exotic species and based on social involvement, old frog nests (2) and invaded puddles (4) were identified. In this work, six national, eight departmental and local actors were involved in the management. The invaded puddles (7) were isolated with a 1m high fence and the following techniques were evaluated together with the owners of the establishments (3): drying of permanent water bodies, nighttime capture, and various types of fishing gear and nets, both passive (traps) and active (trawling), as recommended in the published literature. Participation in dewatering –total water withdrawal– combined with nighttime capture and custom-made tubular pot nets led to the eradication of the bullfrog from the Santa Lucía wetlands protected area (Uruguay).

Resumen:
Para el manejo de las especies exóticas invasoras (EEI) se requiere conocer: las características de la especie (ecología, dinámica poblacional); el ambiente invadido (cuerpos de agua, usos del suelo); etapa del proceso de invasión; el sistema socio ecológico (contexto legal y cultural); así como las técnicas más eficaces de prevención, control, erradicación o mitigación aceptadas ética y socialmente para involucrar actores claves para su gestión. Entre 2018-2024, se aplicó un protocolo de respuesta a partir del registro en 2018 de ejemplares de *Aquarana catesbeiana* (Shaw, 1802) (rana toro) en siete cuerpos de agua artificiales en cuatro establecimientos rurales de Canelones (Uruguay). El objetivo del presente trabajo fue implementar un programa para erradicar a la rana toro en una zona de Canelones, mediante diferentes técnicas e involucrando a actores locales. Se aplicó un marco conceptual de 12 pasos para involucrar a las partes interesadas en la gestión de especies exóticas. A partir del mismo, fue posible identificar dos antiguos ranarios y cuatro charcos invadidos. Se involucraron en la gestión seis actores nacionales, ocho departamentales y locales. Se aislaron los charcos invadidos (7) con una cerca de 1m de altura y se evaluó en conjunto con los dueños de los establecimientos (3) diversas técnicas para su erradicación. Las técnicas evaluadas fueron el drenaje de cuerpos de agua permanentes, captura nocturna, diferentes artes de pesca y redes en forma pasiva (trampas) y activa (arrastre), recomendadas en bibliografía. La participación en la desecación –retiro total de agua– combinada con la captura nocturna y redes tipo nasas tubulares elaboradas a medida, permitió la erradicación de la rana toro del área protegida Humedales de Santa Lucía (Uruguay).

Palabras clave: Actores claves, rana toro, cogestión pública privada, gestión adaptativa-colaborativa, invasiones biológicas

Introducción

Las especies exóticas invasoras (EEI), son uno de los cinco impulsores directos de la crisis mundial de biodiversidad, junto con el cambio de uso de la tierra, el cambio climático, y la contaminación (Roy *et al.* 2024). Para hacer frente a este problema, la Meta 6 del Marco Mundial Kunming-Montreal de la diversidad biológica (CDB 2022) propone eliminar, minimizar, reducir las EEI o mitigar sus impactos en la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas. Además, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 15.8 (ODS 15.8.1; Carvajal, 2018), impulsa a los países a adoptar medidas para prevenir la introducción de EEI y reducir de forma significativa sus efectos en los ecosistemas y controlar o erradicar las especies priorizadas. A pesar de estos mandatos y recomendaciones internacionales, la gestión y gobernanza de las invasiones biológicas es compleja porque el proceso de invasión es naturalmente dinámico a escalas espaciales y temporales. Presentan múltiples etapas e impulsores, involucrando un conjunto importante y diverso de partes interesadas, atravesando los límites jurisdiccionales (Brenton-Rule *et al.* 2016, IPBES, 2023; Roy *et al.* 2024). Para gestionar las EEI, se recomienda la implementación de acciones de prevención, control y/o erradicación (Adriaens *et al.* 2019), según la etapa del proceso de invasión (Hulme 2006).

La gestión de EEI tradicionalmente distingue entre erradicación y supresión, pero también existe un estado intermedio de eliminación. La erradicación implica la eliminación tanto de las especies residentes como de las reinvasoras (Russell, 2025), la eliminación completa y permanente de una población de individuos de una EEI en todos sus estadios (Bomford & O'Brien, 1995). La eliminación se enfoca en matar las residentes, pero las reinvasoras no reproductoras, permanecen. En cambio, la supresión sólo reduce el número de ejemplares residentes y no distingue entre reinvasores (Russell, 2025).

Cuando las introducciones son detectadas tempranamente, aumentan las probabilidades de una erradicación exitosa (Adriaens *et al.* 2019; Iturburu & Mello, 2022).

Como parte de un manejo adaptativo colaborativo se recomiendan soluciones integrales de restauración que involucren políticas, estrategias, técnicas, información ecológica, participación comunitaria y educación (Adriaens *et al.* 2019). Las mismas contribuirán con la recuperación –restauración– de los bienes y servicios, composición, estructura y funcionalidad de los ecosistemas alterados (León & Vargas, 2009). En este sentido, la coordinación y cooperación entre las diferentes escalas de gobierno: nacional, departamental, local, así como con actores privados a nivel predial, mejora la eficacia de las técnicas de prevención y control de las EEI (Shackleton *et al.* 2020; Roy *et al.* 2024). En particular, la necesidad de cooperar surge por: la existencia de diversidad de partes interesadas y perspectivas involucradas; los diferentes problemas ocasionados por respuestas descoordinadas y compensaciones poco consideradas; las diferentes escalas territoriales en las que se necesita de políticas y de gestión; limitaciones económicas, y la interdependencia entre las invasiones biológicas y otros impulsores del cambio en la diversidad biológica (Roy *et al.* 2024).

Para implementar medidas de control y erradicación en el territorio para las EEI es necesario tener conocimientos de la ecología de la especie, recursos técnicos, financiamiento para una intervención con resultados inciertos y que los propietarios de las tierras invadidas, conscientes del daño de las EEI, estén dispuestos a apoyar la erradicación. Si posterior a la intervención de erradicación, sobreviven algunos individuos –dada su alta prolificidad– los mismos pueden restablecer la población (Lowe *et al.* 2004). Una estrategia de erradicación debe incluir una referencia directa a la escala de la intervención –"área específica de interés"–, para su interpretación, ya que se pueden eliminar todos los ejemplares de un estanque, pero aún existe la necesidad de un manejo de individuos de zonas vecinas. Para esta clase de intervenciones es necesario que los productores rurales y vecinos de las zonas invadidas estén bien informados, que comprendan la importancia del control y estén dispuestos a respaldarla, ya que el compromiso de la sociedad es clave para una gestión exitosa (Shackleton *et al.* 2020). Muchos intentos de erradicación de EEI han fracasado por no contar con la aceptación social necesaria, ya que se requiere la eliminación directa –muerte– de todos los individuos en todos sus estadios de una especie en un lugar lo que puede generar oposición social (Pluess *et al.* 2012). La rana toro (*Aquarana catesbeiana*, Shaw, 1802) pertenece a la familia Ranidae y es una de las 100 especies invasoras más agresivas a nivel global debido a su alta capacidad de dispersión, competencia y sus hábitos alimenticios voraces y plásticos (Lowe *et al.* 2004). La misma fue introducida voluntariamente en Uruguay desde Brasil (1986), pero no logró establecerse como una producción viable. El posterior cierre de los criaderos sin medidas de bioseguridad ocasionó que a partir de 2005 se detecten poblaciones de rana toro en la naturaleza, en tres de los 19 departamentos del país (Iturburu, 2018). Está catalogada por el Comité Nacional de Especies Exóticas Invasoras (CEEI) como una de las 8 EEI priorizadas de actuación y la única posible de erradicación a corto plazo, debido a los impactos negativos constatados y la presencia de focos de invasión identificados en Uruguay (Laufer *et al.*2008, 2009, 2018, 2023; Aber & Ferrari, 2010; Iturburu *et al.* 2018, 2023, 2024a; MA 2020). Desde 2005 se ha realizado un seguimiento a las zonas invadidas, analizando los cambios ocasionados en los sistemas acuáticos, su comportamiento, los efectos ecológicos como el canibalismo y los impactos en los ecosistemas acuáticos invadidos (Gobel 2013; Laufer *et al.* 2008; 2018; 2023). El control de la rana toro es complejo porque las medidas de manejo aún no son concluyentes, no existe avance en la definición de técnicas efectivas de control, en parte por la falta de conocimiento de sus impactos a la biodiversidad y que además esta especie no afecta directamente a las personas y sus actividades productivas (Louette *et al.* 2013).

En Uruguay, país organizado en dos niveles de gobierno: departamentos (19) y municipios (125) se identificaron por el Comité de EEI (CEEI) –asesor del Ministerio de Ambiente–, 42 EEI, donde ocho fueron priorizadas de actuación a nivel nacional por sus impactos negativos (INBUy, 2021). La primera experiencia de erradicación de la especie en Uruguay se realizó en Aceguá –Cerro Largo– durante 2018, uno de los tres municipios junto a San Carlos –Maldonado y Progreso, Canelones– (Laufer *et al.* 2008; Iturburu, 2018; MA 2020; GeoPortal EEI, 2024). Recientemente, Iturburu *et al.* (2024a) describen algunas de las técnicas de control utilizadas en una experiencia exitosa de erradicación en Uruguay, la necesidad de integrar las distintas técnicas, que se asocien a los estadios de desarrollo como las características de los cuerpos de agua y usos del suelo de los establecimientos rurales (ganadería, fruticultura, estancia turística).

El objetivo del presente estudio es evaluar nuevas técnicas para erradicar la rana toro (*Aquarana catesbeiana*) del área protegida Humedales de Santa Lucía, Canelones (Uruguay).. Se considera la participación social y el involucramiento de actores claves en el co-diseño y la cogestión –manejo adaptativo-colaborativo– en la cuenca baja del río Santa Lucía.

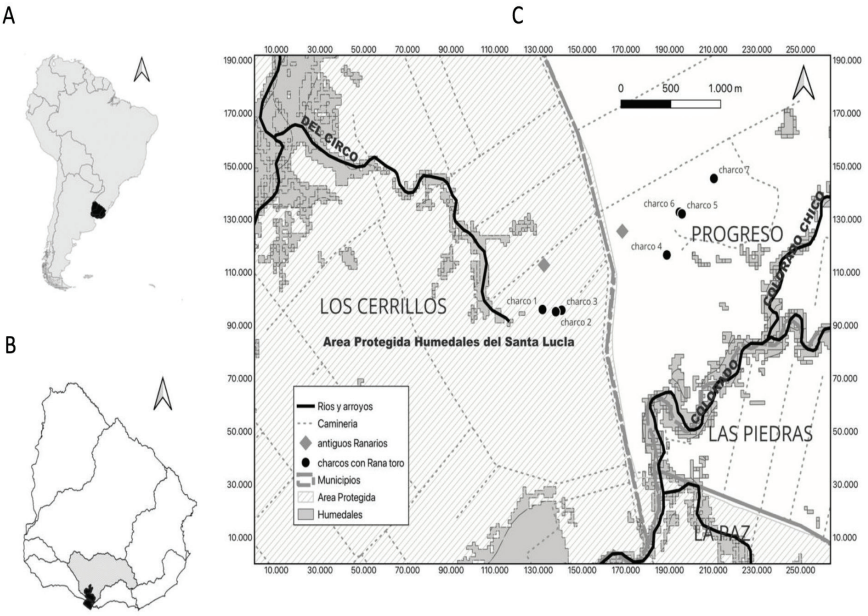


Figura 1. A: Uruguay en Sudamérica; B: Uruguay; negro: área protegida "Humedales de Santa Lucía", gris: cuenca del río Santa Lucía; C: Zona del estudio –Canelones, ruta 36, km 29,500–, indicado 2 antiguos ranarios y 7 charcos con presencia de rana toro en el Área protegida –3 charcos, Municipio Los Cerrillos– y en 4 charcos en predios privados –Municipio Progreso–, (Modificado de Iturburu et al. 2024a).

Materiales y Métodos

Área de estudio: El área de estudio se encuentra en la cuenca del río Santa Lucía, una de las cinco cuencas hidrográficas principales, en el litoral suroeste de Uruguay. En particular el estudio se realizó en la cuenca baja que corresponde a paisajes de planicies fluviales denominada "Humedales del Santa Lucía". Esta zona presenta una alta diversidad biológica, con diferentes agroecosistemas y usos de suelo en una matriz de ecosistemas naturales –pastizales, bosques y humedales–, siendo parte del área protegida Humedales del Santa Lucía (Iturburu *et al.* 2024a).

Los charcos invadidos (7) se encuentran en el departamento de Canelones en las microcuencas de los arroyos Las Brujas Grande (charco 1: 34° 40′ 10.92″ S - 56° 18′ 45.00″ W; charco 2: 34° 40′ 11.64″ S - 56° 18′ 39.60″ W; charco 3: 34° 40′ 11.64″ S - 56° 18′ 37.44″ W) –Los Cerrillos– , reportados a la autoridad ambiental en marzo de 2018 (Fig. 1), en cuatro cuerpos de agua ubicados en la microcuenca del arroyo Colorado Chico (charco 4: 34º 39' 37.81" S - 56º 18' 05.40" W; charco 5: 34º 39' 46.50" S - 56º 17' 49.26" W; charco 6: 34º 39' 45.38" S 56º 17' 50.38" W; charco 7: 34º 39' 35.14" S 56º 17' 38.67" W; Fig 1C:) –Progreso–; en tres establecimientos rurales con diferentes usos del suelo, (km 29.500 de Ruta Nº 36).

Involucramiento social en la erradicación de la rana toro: Se aplicó el marco conceptual desarrollado por Novoa *et al.* (2018). Corresponde a un enfoque participativo que incluye 12 pasos consecutivos para involucrar actores claves que incluye la comprensión de la percepción de la población de la comunidad de Los Cerrillos y Progreso (Canelones) para evitar conflictos ambientales –ver Qué hacer? en Tabla 1–.

Autorizaciones y permisos: Para el desarrollo de la intervención en el territorio, se gestionaron las autorizaciones legales ambientales, éticas, y la autorización del propietario del campo sobre las técnicas a aplicar para el control de la rana toro (Iturburu *et al.* 2024b). Además, las intervenciones presentaron un enfoque de gobernanza integrada (Roy *et al.* 2024) y manejo adaptativo en la implementación secuencial de un Plan de erradicación acordado con las partes interesadas (Mvotma, 2019, CECOED, 2018). Las acciones se definieron y articularon a través del Centro Coordinador de Emergencia Departamental de Canelones (CECOED, 2018) del Sistema Nacional de Emergencias (SINAE), contando con la participación de representantes de instituciones de los tres niveles de gobierno. Nivel nacional: Comité de EEI (CEEI, Ministerio de Ambiente), Desarrollo Rural (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca-MGAP), Ejército Nacional (Ministerio de Defensa), Universidad de la República –Facultades de Ciencias, Medicina y Veterinaria–. Nivel departamental: Intendente o director de Ambiente, –que coordina el CECOED Canelones–, Guardaparques de Canelones, Mesas de Desarrollo Rural (MGAP), Casa de la Cultura (Los Cerrillos). Nivel municipal o local: alcalde, vecinos y propietarios de los establecimientos rurales afectados y voluntarios (Iturburu *et al.* 2025 en preparación).

Técnicas de erradicación: La selección de las técnicas de erradicación de la rana toro se basó en el marco desarrollado por Devisscher *et al.* (2012) y las recomendadas especialmente para *A. catesbeiana* (Devisscher *et al.*, 2012; Adriaens *et al.* 2019). Para cada técnica se registró el número de ocasiones y tiempo de aplicación, para estimar el esfuerzo invertido y su eficiencia (Inf supl. Tabla S1; Adriaens *et al.* 2019), de acuerdo con la fórmula:

$$\textit{Eficiencia técnica A} = \frac{\text{Nº de ejemplares capturados por técnica A}}{\text{Costos de materiales e insumos para aplicar la técnica A.}}$$

Se identificaron en bibliografía publicada las técnicas aplicables al contexto legal, ético y aún no evaluadas en Uruguay (Iturburu *et al.* 2024a,b). Las mismas fueron acordadas con los propietarios de los emprendimientos rurales invadidos por la rana toro. Dichas técnicas se aplicaron desde diciembre de 2018 hasta marzo 2020 en los charcos (7) invadidos (Iturburu *et al.* 2024a). Luego las técnicas más eficientes y las nuevas artes de pesca diseñadas para este estudio se evaluaron en tres charcos –1, 4 y 7– invadidos (Fig. 1, 2 y 3), correspondiendo con tres establecimientos rurales con diferentes usos de suelo en Canelones (Iturburu *et al.* 2024a). Entre 2018 y 2020 bajo el protocolo ante EEI del SINAE se evaluaron cuatro técnicas para erradicar la rana toro –colecta de puestas de huevos, trampas de caída, red de arrastre simple y doble con bote– (Iturburu *et al.* 2024a). En marzo 2020 ocurrió la pandemia Covid 19 dónde se prohibía las reuniones de personas; de esta manera se evaluaron técnicas que requieran para su aplicación

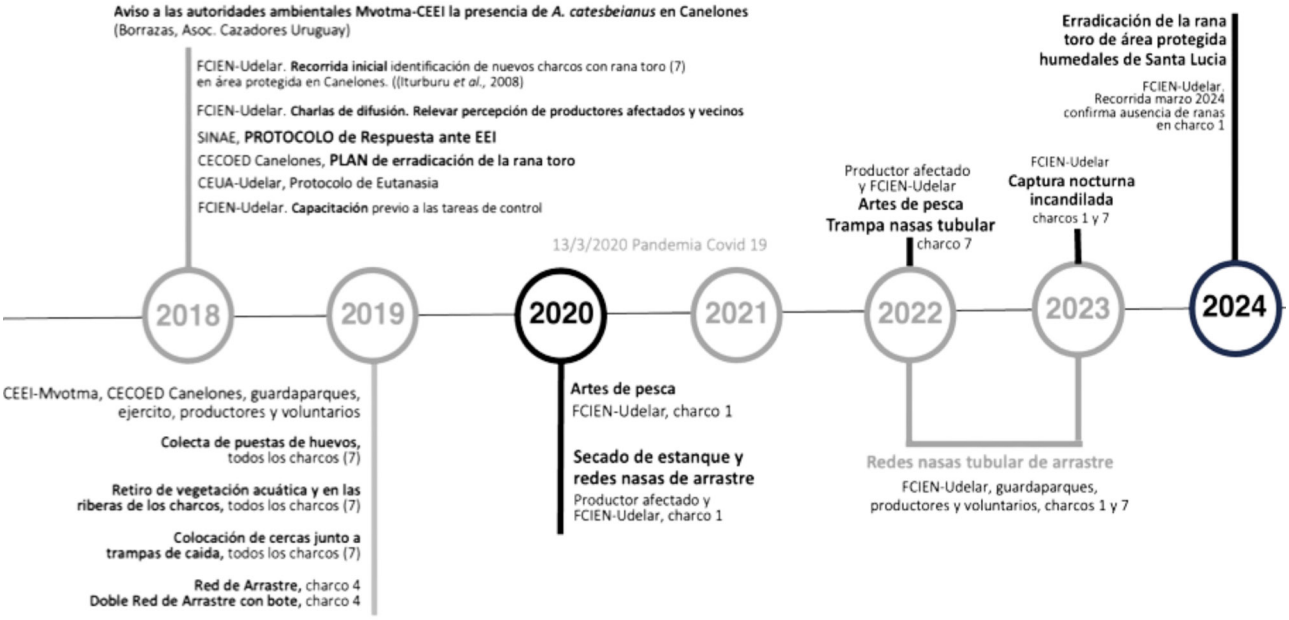


Figura 2. Línea temporal (2018-2024) del Plan de erradicación de *Aquarana catesbeiana* (rana toro) en Canelones, actores claves y técnicas de control implementadas. *Sistema Nacional de Emergencias (SINAE), Centro Coordinador de Emergencias Departamental (CECOED), Comité de Especies Exóticas Invasoras (CEEI), Facultad de Ciencias (FCIEN), Universidad de la República (Udelar)*

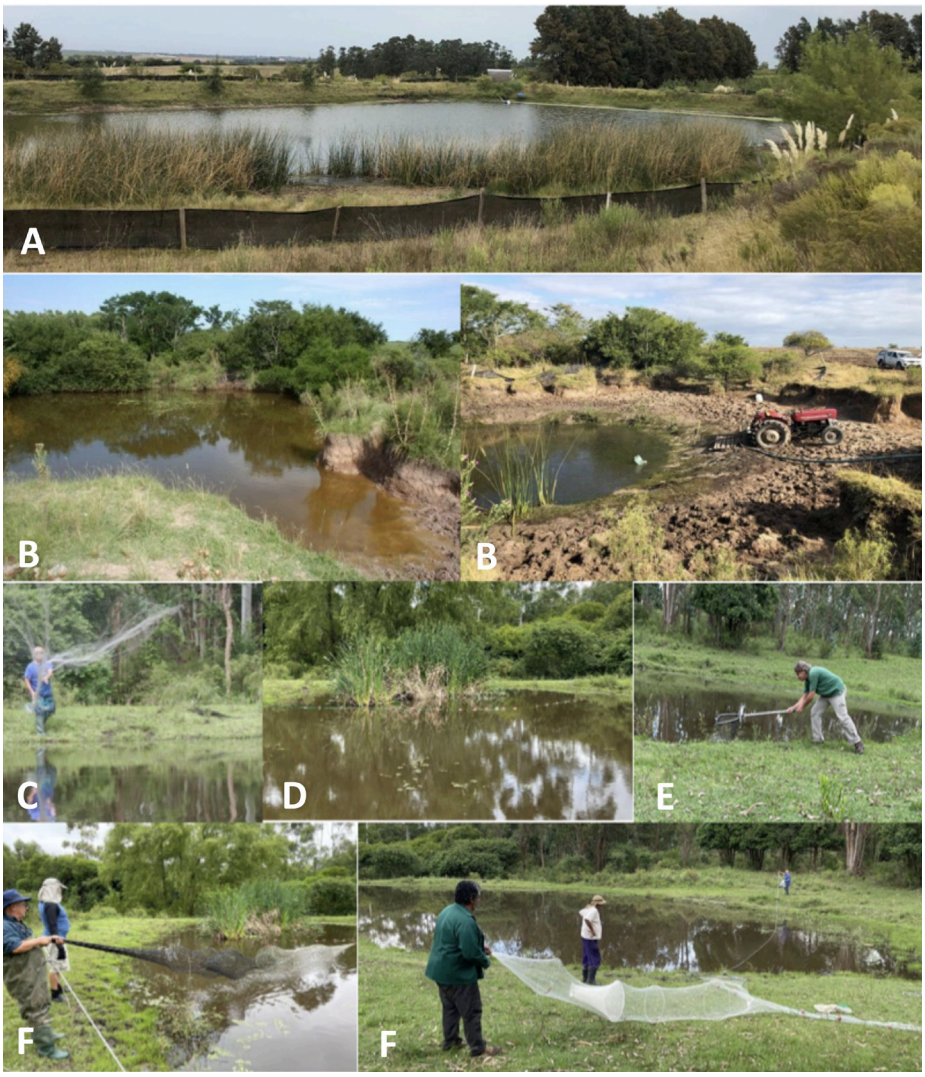


Figura 3. Técnicas para la erradicación de la rana toro utilizadas en Canelones: A: Cerca de contención de 1m altura, rodeando los estanques para evitar la dispersión; **B:** participación de productor rural en secado del embalse de agua –febrero y marzo 2020–. Artes de pesca evaluadas C: atarraya (izquierda centro), D: trampa nasa tubular (centro), E: copo o calderín (derecha); F: red nasa tubular de arrastre (abajo).

una o dos personas: 1) secado de tajamar y captura con redes nasas tubulares de arrastre –febrero y marzo 2020 en charco 1–; 2) artes de pesca: calderín, atarraya, trampa nasa y redes nasas tubulares de arrastre –22 y 23 de febrero 2022, charco 7–, 3) Captura nocturna de adultos a la encandilada en 2023, charcos 1 y 7– (Fig. 2).

Resultados

Participación de actores en la erradicación (Canelones). Se logró la participación coordinada de un total de 19 actores (representantes de organismos nacionales de gestión (6), de la academia (6), productores y vecinos afectados (7). Se aplicaron 11 técnicas: 1) colecta de puestas de huevos, 2) trampas de caída combinada con cercos de contención (3); 4) red de arrastre simple y doble con apoyo de un bote (5); 6) secado de tajamar; artes de pesca: calderín, atarraya, trampa nasa y redes nasas tubulares de arrastre (7-10) y captura nocturna de adultos a la encandilada (11)– (Fig. 2 y 3).

En la Tabla 1 se describen las actividades para cada uno de los pasos (12) de Novoa *et al.* (2018) para el involucramiento y participación de las partes interesadas en la erradicación de *Aquarana catesbeiana* (rana toro) en Canelones (Los Cerrillos, Progreso). Los resultados obtenidos durante los siete años de intervención en el territorio –2018-2024– se describen en la figura 2 y Tabla 1. Los principales resultados obtenidos con dicha participación corresponden a la realización de un Protocolo de Respuesta del SINAE ante EEI (CEEI, 2018), Plan de erradicación para rana toro en Canelones (Mvotma, 2019). Durante el período de intervención destaca el reporte de nuevos ejemplares de la rana toro cercanos a antiguos ranarios (2) –uno en Los Cerrillos y otro en Progreso–, así como la identificación de nuevos charcos invadidos (4) en Progreso (Iturburu *et al.*, 2024a). Además, durante la intervención en el territorio (2018-2024) se realizaron charlas de información sobre la problemática de las invasiones biológicas, en particular la rana toro (6), reuniones grupales (10) y propietarios con charcos invadidos por rana toro (4). Este acercamiento en el territorio con los actores locales permitió lograr el 100% de autorización de propietarios, un manejo adaptativo, el co-diseño, la evaluación y mejora de las intervenciones y técnicas de control aplicadas durante el mencionado período de intervención. La participación de diferentes voluntarios –estudiantes, vecinos, productores–, en las técnicas de control permitió ampliar la difusión de la problemática en la comunidad, conocer la especie y estar alertas ante nuevos focos de invasión. Los productores rurales (2) de predios privados conscientes de la problemática –charcos 4 y 7, donde se redujo la abundancia–, realizaron denuncias a las autoridades ambientales (*com pers*. Ruben Rodríguez) para que culminen con el control y erradiquen las ranas de sus establecimientos.

Tabla 1. Metodología (¿Qué hacer?), en los 12 pasos de Novoa y colaboradores (2018) y resultados del involucramiento y participación de los actores claves en la erradicación de *Aquarana catesbeiana* (rana toro) en Canelones (Novoa *et al.* 2018).

Paso	¿Qué hacer?	Resultados (2018 - 2024)
1	Identificar las partes interesadas (actores)	Marzo 2018: Ante un nuevo registro de la rana toro en Canelones se referenció como sitio 1 (Fig.1), y a partir del mapeo de círculos concéntricos se identificaron los charcos más cercanos que se visitaron y habló con sus dueños. Se elaboró una lista de actores que clasificaron en relación a la erradicación de la rana toro en: afectados / gestores / gobierno / academia / beneficiarias (Iturburu *et al.* 2025 sometido)
2	Seleccionar partes interesadas para el compromiso	2018: Se elaboró un Mapa de actores y una matriz donde los actores identificados en el paso 1, se clasifican según su nivel de influencia e interés en la aplicación de las técnicas de control de la rana toro (Iturburu M. 2026)
3	Explorar las percepciones de actores y definir objetivos iniciales	2018: Se realizaron entrevistas a los pobladores de los municipios de Los Cerrillos y Progreso (Canelones). Se identificaron dos criaderos de *Aquarana catesbeiana* (rana toro) que funcionaron en la década de los 90, y siete charcos invadidos con la rana toro (Fig. 1; Iturburu *et al.* 2024a).
4	Involucrar a actores en el Plan de gestión	Marzo 2018: El CECOED Canelones resolvió aplicar el Protocolo de respuesta para EEI del SINAE (CEEI, 2018) 2019-2020: Acciones para evitar la propagación (CECOED, 2018) (Fig. 2).
5	Volver a explorar percepciones de actores y objetivos	Marzo 2020: Pandemia Covid 19 en Uruguay. Re-evaluamos la percepción de los dueños, y algunas técnicas fueron rechazadas, como la cerca, las trampas de caída o el secado del estanque que sólo se aplicó en el sitio 1.
6	Volver a explorar percepciones de actores y objetivos	2020: A partir de la retroalimentación de los productores rurales y la evaluación de la eficacia de cuatro técnicas aplicadas (Iturburu *et al.* 2024), se ajustan los objetivos y los plazos a implementar las nuevas técnicas en acuerdo con los dueños de cada charco –tajamar–.
7	Co-diseñar el Plan de gestión	2020: Se definen planes por establecimiento considerando, el uso de la tierra, las características de los tajamares, la percepción y las técnicas acordadas con los dueños de los establecimientos.
8	Facilitar la participación de actores claves	2020: Se presentan y acuerdan con los productores los nuevos objetivos y técnicas a aplicar y aprueban las actividades de control: secado de estanque, artes de pesca y nasas a medida del embalse y captura nocturna (Fig. 2 y 3).
9	Implementar el Plan y monitorear las acciones	2020-2022: Diseño y elaboración de redes nasa a medida para cada estanque. Compra de herramientas y materiales para aplicar las técnicas seleccionadas. Se evaluaron las técnicas aplicadas (Fig. 2).
10	Identificar nuevos actores y beneficios	2020-2024: Se integran nuevos actores: productor rural en secado de charco por bombeo, Facultad de Ciencias para aplicar captura nocturna y vecinos de Los Cerrillos en tareas de control (Fig. 2).
11	Supervisar el compromiso	2019-2025: Se publicaron los resultados y se presentaron en siete Congresos: Foro regional de intercambio de experiencias en manejo de EEI, 4-5/9/2019); Seminario Regional de EEI (Brasil, Río Grande do Sul, el 3/12/2019; Conservation Latin America and Caribbean Conference, México del 9-13/11/2020; VII Congreso Nacional de Áreas Naturales Protegidas de Uruguay 14-18/8/2023; 2do Encuentro sobre EEI en áreas protegidas del SNAP el 25/6/2024; Congreso de Especies Acuáticas Invasoras y No Nativas del 14-18/10/2024; 1er Simposio de Restauración de Uruguay 4-6/11/2025.
12	Monitoreo, Revisar la estrategia de gestión	2025: Se erradicó la rana toro del área protegida humedales de Santa Lucía –sitio 1, charcos 1, 2 y 3–. Los charcos 5 y 6 se colmatan de vegetación acuática y no se detecta presencia en cinco años de monitoreo post erradicación. En los charcos 4 y 7, se redujo la abundancia, pero sigue pendiente la erradicación.

Aplicación de técnicas de erradicación.

La evaluación de la eficiencia de cada técnica aplicada se presenta en la tabla 2:

a) Secado de cuerpos de agua permanente. La técnica de secado de cuerpos de agua para estanques pequeños, < 2.000m^2, poco profundos y permanentes mediante el uso del bombeo, combinado con la captura con redes nasa de arrastre, resultó ser el más efectivo. La misma se realizó entre febrero y marzo de 2020 en el charco 1 situado en el área protegida Humedales de Santa Lucía. Previamente al secado del charco, se entregó un tanque artificial por la Dirección Rural del MGAP al propietario para uso como bebedero para el ganado (CECOED, 2018). Los costos que insume esta técnica por ejemplar capturado –eficiencia– se detallan en Tabla 2 y fueron los menores de las seis técnicas aplicadas. El método requiere un seguimiento permanente y posterior monitoreo. El mismo permite verificar la presencia de larvas o ejemplares adultos –que pueden hibernar en cuevas en los bordes del estanque o enterrados en el sedimento del fondo del estanque secado (Devisscher *et al.* 2012)–. En el presente estudio no fue posible retirar el sedimento del fondo por falta de financiamiento. Una posterior comunicación con los

Tabla 2. Eficiencia de las técnicas aplicadas para el control de *Aquarana catesbeiana* (rana toro) en Canelones: costo de control en pesos uruguayos ($) por ejemplar capturado.

Métodos de Control	**Costo Total ($) para aplicar cada técnica**	**Número Total, de ejemplares capturados (")**	**Eficiencia ($ / ejemplar capturado)**	**Charcos (superficie promedio)**
Secado de estanque	30.480	8.000	3,81	1 (615 m2)
Calderín	1.550	24	65,00	7 (750 m2)
Atarraya	2.950	7	421,00	7
Trampa nasa	5.000	–	–	7
Red nasa de arrastre	5.000	272	37,00	7, 1
Captura nocturna con luz	3.534	6 adultos	589,00	1

(") Entregados a la Colección de anfibios de Facultad de Ciencias, al Bioterio de Facultad de Medicina y al Instituto de Investigación Pesquera de Facultad de Veterinaria de la Udelar.

propietarios de los charcos, permitió a los autores asegurar la ausencia de cantos de rana toro en sus predios. En los recorridos realizados todos los meses de marzo durante cinco años consecutivos (2020 al 2025), donde el estanque presentaba un espejo de agua reducido posterior a su secado (2020-2021), y que se secó nuevamente por la sequía sufrida de 2022-2023 en Uruguay, no se reportó la presencia de rana toro.

b) Evaluación de artes de pesca. Se evaluaron en el charco 7, en dos jornadas –22 y 23 de febrero de 2022– aquellas artes de pesca manipuladas por una persona: calderín y atarraya camaronera– 210/6 y malla 3.8 mm–, así como las redes nasas tubulares –con mallado de arrastre, 6m x 2m en 12 mm–, fabricada a medida, aplicadas como trampa –colocada a 2m de la orilla o vegetación (Devisscher *et al.* 2012) y de arrastre –se le añadió a cada extremo 2 cabos, la manipulación requirió dos personas peinando los charcos a razón de 3 tiradas/ hora–. De las cuatro técnicas, la más eficiente –$37/por ejemplar colectado– fue la red nasa tubular de arrastre con unos 272 ejemplares capturados. La nasa trampa no tuvo los resultados esperados: colecta de 24 ejemplares con calderín y 7 con atarraya (Tabla 2).

c) Evaluación de capturas con la red nasa tubular de arrastre. Se continuó trabajando con esta técnica por ser la más eficiente en el charco 7. Se realizaron seis jornadas de control con la red nasa tubular de arrastre entre marzo y octubre de 2022 –se colectaron 3.432 ejemplares –4 adultos: una hembra y un macho el siete de marzo y otros 2 machos el 16 y 23 de marzo, 30 juveniles, 604 metamorfos y 3.065 larvas–. Promedio 529 ejemplares/ jornada. El tiempo para aplicarla, es tres lanzadas por hora efectiva de trabajo –peinando toda la columna de agua del estanque, media de 74 ejemplares/lanzada con esta técnica.

d) Captura nocturna o encandilado. La captura de adultos de noche con focos de luz se realizó en dos jornadas durante febrero y marzo 2023. La misma demostró ser muy eficiente, siendo que se capturaron seis adultos –cuatro hembras y dos machos– (Tabla 2) con un costo por ejemplar capturado de $589/adulto con esta técnica (Tabla 2).

Discusión

La prevención es la opción costo-efectiva más recomendada para la gestión de las EEI, evitando su introducción en nuevas regiones, mientras que la erradicación es viable si la distribución de la especie invasora está limitada espacialmente (Simberloff *et al.* 2005). Robertson *et al.*(2019), definen la erradicación como la remoción completa y permanente de todas las poblaciones silvestres del área de interés, sin riesgo inmediato de re-invasión por un tiempo limitado. La erradicación de una EEI se vuelve difícil una vez que se ha establecido y propagado; sin embargo, en algunos casos las erradicaciones tuvieron éxito cuando, las condiciones del proceso de invasión son conocidas –como en este estudio–. En los mismos se desarrollaron programas exitosos incluyendo, planificación, apoyo financiero, delimitación de la extensión de la intervención, aplicación de herramientas efectivas para eliminar todos los individuos, y apoyo a la campaña hasta tener certeza de que todos los individuos fueron removidos (Adriaens *et al.* 2019). De esta manera se evitan nuevas reintroducciones.

El establecimiento de objetivos para la gestión de EEI permite evaluar el éxito o fracaso, cuando se refieren a la supresión o eliminación de una especie, por lo que, es necesario incluir la escala espacial y temporal para poder evaluar la gestión (Robertson *et al.* 2019). En el presente estudio la eliminación de la rana toro de un estanque, se puede definir como "erradicación a escala de cuerpo de agua, a nivel de la localidad"– Los Cerrillos, Progreso–. Sin embargo, a escala nacional (Uruguay), solo se contribuye a la supresión –reducir la distribución o abundancia dentro de un área de interés. Mientras que la erradicación incluye un punto final discreto, la supresión de las poblaciones de rana toro en Uruguay, requiere de acciones continuas. Las poblaciones aisladas de rana toro identificadas en al menos tres sitios (Laufer *et al.* 2008; Iturburu, 2018: 2024a), se pueden intervenir de forma integrada, con esfuerzos intensos y permanentes, combinando las técnicas disponibles, para eliminar de forma humanitaria los organismos (CHEA, 2018) y lograr la erradicación a corto plazo.

A los objetivos de gestión de EEI deben definirse los indicadores para medir el éxito, y evaluar su rentabilidad. En este estudio los objetivos variaron según los sitios invadidos; para el charco –estanque o embalse– 1 situado en el área protegida Humedales de Santa Lucía, Los Cerrillos (Canelones), el objetivo fue eliminar el 100% de ejemplares de *Aquarana catesbeiana* mediante el secado del mismo –por bombeo a cargo del dueño, combinada con colectas con red nasa tubular de arrastre–. Sin embargo, para los charcos ubicados en predios privados –4 y 7– el objetivo fue reducir la población a partir de la evaluación de las diferentes técnicas descritas.

Se evaluaron por primera vez en Uruguay, seis técnicas para erradicar la rana toro que se suman a las cuatro ya evaluadas por Iturburu *et al.* (2024a). La eficiencia o costo por ejemplo capturado varió entre las técnicas aplicadas de $3,8 –secado del charco– hasta $589 –captura nocturna de adultos con luz– (Tabla 2). Las técnicas menos eficientes fueron la nasa utilizada como trampa que no tuvo capturas y las artes de pesca de uso individual –calderín y atarraya–. Hay que considerar que además de los beneficios económicos de cada técnica tienen aspectos ambientales asociados, por ejemplo el secado del tajamar no solo contribuye a eliminar la rana toro sino a toda la fauna de ese charco, por eso se optó por combinar el secado con la utilización de redes nasas, que son amigable con el ambiente ya que se pueden eliminar fácilmente las especie no objetivo.

Algunas técnicas de intervención, no fueron posibles de aplicar en el presente caso, debido a las características morfométricas o relacionadas con el uso del recurso hídrico. Un caso particular corresponde al charco 4 ubicado en un predio frutícola, con una superficie > 2.000 m^2 el cual es utilizado para riego todo el año. Estas condiciones de tamaño y uso del recurso hídrico, imposibilitan la aplicación técnica de secado del sistema.

Participación social en la erradicación de rana toro

En el presente trabajo se aplicó el marco conceptual de Novoa *et al.* (2018) para involucrar actores. El mismo resultó eficaz para identificar los actores potenciales, evaluar sus percepciones, definir los "actores claves" y co-diseñar un plan de gestión de la invasión de la rana toro en Canelones.

La estrategia para enfrentar las invasiones biológicas implica la construcción de apoyos institucionales que puedan sostenerse en el tiempo, debido a que las acciones a tomar en sitios invadidos deben ser a largo plazo –una especie invasora puede ser controlada localmente, pero puede persistir regionalmente–. Es necesario un abordaje integral y multidisciplinario, implementar un conjunto de técnicas que permitan un monitoreo permanente para la prevención, así como la rápida respuesta y posterior restauración de los sitios invadidos (Iturburu & Mello, 2022).

El diseño de programas efectivos de erradicación de la rana toro (*Aquarana catesbeiana)*, requiere información sobre el tamaño, etapa del proceso de invasión y características del hábitat invadido. Sin embargo, como primer paso en este proceso, se deben gestionar las autorizaciones con los dueños de los estanques de agua y autoridades ambientales para acceder y desarrollar las intervenciones necesarias en los predios invadidos. En el presente estudio, el uso de la tierra y dimensiones de los charcos con ranas toro establecidas desde hace décadas, –dos criaderos que funcionaron en los 90–, fue determinante para la identificación de las técnicas. Igualmente destaca la necesidad de identificar a los propietarios y vecinos para aplicar en sus establecimientos las técnicas de erradicación identificadas. Una acción eficiente requiere de la cooperación entre escalas y niveles de gobernanza, los sectores y las partes interesadas, el enfoque de gobernanza integrada identifica y aborda las retroalimentaciones, las eficiencias y las compensaciones en la gestión de las invasiones biológicas (Roy *et al.* 2024).

Otras intervenciones para el control de la rana toro, tuvieron reparos o consideraciones particulares por parte de los productores: previo a la intervención se colocó una cerca de contención de 1m rodeando los sistemas de agua invadidos, el emprendimiento dedicado al turismo

rural, el dueño solicitó el retiro de dicha cerca por razones estéticas/visuales.

Otro ejemplo, es la primera experiencia para erradicar la rana toro en Uruguay (Aceguá, Cerro Largo, Mvotma, 2018), que no se concretó por falta de apoyo legal, en lo que se ampara uno de los dueños de la tierra –con la mayor abundancia de ranas para esa localidad (Laufer *et al.* 2018)–. No se implementa, a pesar del acuerdo entre autoridades gubernamentales y productores rurales afectados, el plan de erradicación de la rana toro para el municipio de Aceguá (Mvotma, 2018).

Conclusiones

Para gestionar las invasiones biológicas, se requiere un esfuerzo colectivo considerando los diferentes sectores y actores involucrados (academia, niveles de gobierno nacional, departamental y local, actores locales). En Uruguay se recomienda involucrar instituciones coordinadoras y descentralizadas como el CEEI, SINAE - CECOED que cuentan con protocolos ante EEI, permitiendo una rápida respuesta y acción en territorio a intervenir. Las técnicas exitosas para erradicar la rana toro, requieren una aceptación pública, considerando el bienestar animal y los aspectos éticos. Igualmente deberían ser, eficientes en el uso del recurso y rentables económicamente. Se requiere el apoyo social y la combinación de todos los métodos disponibles rápidamente al ser detectada.

Agradecimientos

Al Sr. Pablo Borrazas, que nos alertó en marzo de 2018 de la presencia de la rana toro en un charco, en el área protegida Humedales de Santa Lucía, Los Cerrillos, Canelones. A las familias rurales de los estanques privados por su colaboración en la investigación: Montes de Oca, Reyes-De Luca, Serafín-Schiavi y chacra turística "Los Robles" así como productores vecinos. A Heleodoro da Silveira, que fabricó y nos enseñó a manipular las redes nasas tubulares. En particular al trabajo de guardaparques, técnicos, vecinos estudiantes, profesores y trabajadores de la zona que ayudaron en el trabajo de campo: Liber Sequeira, Héctor Perdomo, Jorge Jorge, Juan Carlos Gambarotta, Roberto Montes de Oca, Heleodoro da Silveira, Nestor Catrofe, Raúl Maneyro, Ernesto Elgue, Hugo Coitiño, Sofía Suárez, Stefany Horta, Sofía Cruz. Ernesto Brugnoli y José Guerrero agradecen al SNI-ANII. El presente documento es parte de la tesis doctoral en Ciencias Ambientales (Facultad de Ciencias, Udelar) del primer autor.

Referencias

Aber A, Ferrari G. 2010. Lineamientos para la gestión nacional de especies exóticas invasoras. Comité Nacional de Especies Exóticas Invasoras, DINAMA (Dirección Nacional de Medio Ambiente), y UNESCO, Montevideo, Uruguay.

Adriaens T, Rein Brys INBO, Halfmaerten BD. 2019. Information on measures and related costs in relation to species included on the Union list - *Lithobates catesbeianus.* Technical note prepared by IUCN for the European Commission. Available at: https://purews.inbo.be/ws/files/90179585/Lithobates_catesbeianus_measures_and_costs_note.pdf

Bomford M, O'Brien P. 1995. Eradication of Australia's vertebrate pests: a feasibility study. Conservation through sustainable use of wildlife. Centre for Conservation Biology, University of Queensland. Disponible en: http://cog-live.s3.amazonaws.com/n/1446/2020/May/08/Dj1oXllHWXz6rrOdHwYQ.pdf

Brenton-Rule E, Frankel S, Lester P. 2016. Improving management of invasive species: New Zealand's approach to pre-and post-border pests. PolicyQuarterly, 12(1). https://doi.org/10.26686/pq.v12i1.4582

Carvajal F. 2018. Marco de ODS: Objetivos, metas e indicadores con énfasis en los indicadores ambientales. New York, EU: CEPAL. Disponible en: https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/2018-04-argentina_1_2_marco-indicadores-ambientales-ods.pdf

CBD. 2022. Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework. CBD/COP/DEC/15/4. Montreal: Convention on Biological Diversity. 14. Available at: https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-en.pdf

Comité Nacional de Especies Exóticas Invasoras (CEEI) 2018. Protocolo de Respuesta ante Invasiones Biológicas de EEI. CEEI, Mvotma, Montevideo. Disponible en: https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/comunicacion/publicaciones/protocolo-respuesta-ante-invasiones-biologicas-especies-exoticas

Centro de Coordinación de Emergencia Departamental (CECOED), 2018. Canelones trabaja en acciones para evitar la propagación de la rana toro. Publicado el 12/12/2018. Disponible en: https://www.imcanelones.gub.uy/noticias/cecoed-trabaja-acciones-evitar-propagación-rana-toro

Comisión Honoraria de Experimentación Animal (CHEA). 2018. Experimentación con animales no tradicionales en Uruguay. Comisión Honoraria de Experimentación Animal. Editor: Franco Teixeira de Mello. Montevideo, Uruguay. CSIC. Disponible en: https:// www.chea.edu.uy/sites/chea/files/libro_experimentacion_con_animales_no_tradicionales_en_uruguay.pdf

Devisscher S, Adriaens T, De Vocht A, Descamps S, Hoogewijs M, Jooris R, Louette G. 2012. Beheer van de stierkikker in Vlaanderen en Nederland. *Instituut Voor Natuur-en Bosonderzoek* 52, 209 pp. Disponible en: https://purews.inbo.be/ws/portalfiles/portal/ 701878/Devisscher_etal_2012_BeheerStierkikkerVlaanderenNederland.pdf

GeoPortal de EEI. 2024. Visualizador de registros georreferenciados de presencia de Especies Exóticas Invasoras (EEI) priorizadas de actuación de Uruguay. Disponible en: https://visualizador.ide.uy/ideuy/core/load_public_project/GeoportalEEI/

Gobel N. 2013. Efectos comunitarios de la invasión de rana toro *Lithobatescatesbeianus*en Aceguá, Cerro Largo. Tesina de grado Licenciatura en Ciencias Biológicas, orientación, Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Disponible en: https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/1543/1/uy24-16726.pdf

Hulme, PE. 2006. Más allá del control: implicaciones más amplias para la gestión de invasiones biológicas. Journal of Applied Ecology, 43 (5), 835-847. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01227.x

INBUy. 2021. Sistema de Información y Monitoreo de Especies Exóticas Invasoras. Base de Datos sobre Invasiones Biológicas en Uruguay. Comité de Especies Exóticas Invasoras grupo ad-*hoc* de la Comisión Técnica Asesora de Medio Ambiente (COTAMA) del Ministerio de Ambiente. Disponible en: https://sieei.udelar.edu.uy/

Iturburu M. 2026 Gestión adaptativa y gobernanza de invasiones biológicas: Aquarana catesbeiana como estudio de caso en Uruguay. Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Udelar."

Iturburu M, Cousillas M, Brugnoli E, Guerrero JC. 2024b. Situación del marco normativo ambiental con énfasis en especies exóticas invasoras en Uruguay. Revista de la Facultad de Derecho, (57). DOI: 10.22187/rfd2024n57a5

Iturburu M, Maneyro R, Elgue E, Brugnoli E, Guerrero JC. 2024a. Eficiencia de técnicas de control de la bioinvasión de la rana toro (*Aquaranacatesbeiana*) en un área protegida y predios privados (Canelones, Uruguay). *REVISTA DELOS*, 17(51), 164-186. https://doi.org/10.55905/rdelosv17.n51-009

Iturburu M, Maneyro R, Elgue E, Brugnoli E, Guerrero JC. 2023. Eficiencia de técnicas de control de la bio invasión de la rana toro en un área protegida y predios privados (Los Cerrillos, Canelones). En: *Libro de Resúmenes - VII Congreso Nacional Áreas Naturales Protegidas*, Montevideo del 14 al 18 de agosto, Montevideo. 95-96. Disponible en: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/

ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Libro%20de%20Res%C3%BAmenes%20_%20VII%20Congreso%20%C3%81reas%20Naturales%20Protegidas_0.pdf

Iturburu M, Mello AL. 2022. Comité de Especies Exóticas Invasoras de Uruguay: del diagnóstico a la acción, prioridades y desafíos de gestión. En: Brazeiro A, Bresciano D, Brugnoli E, Iturburu M. (Eds.): *Especies exóticas invasoras de Uruguay: distribución, impactos socio ambientales y estrategias de gestión*. pp. 41-58. Retema-Udelar/CEEI - Ministerio de Ambiente, Montevideo. Disponible en: https://inia.uy/sites/default/files/publications/2024-10/CEEI_Invasiones0BiologicasEB.pdf#page=21

Iturburu M. 2019. Presentación de Uruguay en Foro regional de intercambio de experiencias para el manejo de Especies Exóticas Invasoras, en el marco del cierre del Proyecto GEF-Invasoras México, 3 de septiembre, Ciudad de México, México.

Iturburu M. 2018. *Indicadores de presencia de especies exóticas invasoras prioritarias de Uruguay.* Mapas con registros georreferenciados. CEEI-Mvotma, Montevideo.

Laufer G, Gobel N, Kacevas N, Lado I. 2023. American bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) distribution, impact on native amphibians and management priorities in San Carlos, Uruguay. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems,* (424), 20. https://doi.org/10.1051/kmae/2023016

Laufer G, Gobel N, Borteiro C, Soutullo A, Martínez-Debat C, de Sá RO. 2018. Current status of American bullfrog, *Lithobates catesbeianus*, invasion in Uruguay and exploration of chytrid infection. *Biological invasions*, 20, 285-291. https://doi.org/10.1007/s10530-017-1540-z

Laufer G, Arim M, Loureiro M. 2009. Informe de dos nuevas poblaciones invasoras de rana toro en Uruguay. Informe técnico enviado a la Dirección Nacional de Medio Ambiente, Montevideo. DOI:10.13140/RG.2.2.36717.90085

Laufer G, Canavero A, Núñez D, Maneyro R. 2008. Bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) invasion in Uruguay. *Biological Invasions* 10: 1183-1189. https://doi.org/10.1007/s10530-007-9178-x

León O, Vargas O. 2009. Las especies invasoras: un reto para la restauración ecológica. En: Vargas O, León O, Díaz A. (Eds.). *Restauración Ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales de especies exóticas,*1ª Edición, Capítulo 1, Universidad Nacional de Colombia,19-38.

Louette G, Devisscher S, Adriaens T. 2013. Control of invasive American bullfrog (*Lithobates catesbeianus)* in small shallow water bodies. *European Journal of Wildlife Research,* 59, 105-114. https://doi.org/10.1007/s10344-012-0655-x

Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M. 2004. 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), 12pp. Disponible en:https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2000-126-Es.pdf

Ministerio de Ambiente (MA). 2020. *Informe del Estado del Ambiente 2020* (período 2016-2019), Montevideo. 129p. Disponible en:https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/DCA_Informe_del_Estado_del_Ambiente_2020.pdf

Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (Mvotma). 2019. Plan de erradicación de la rana toro para la localidad de Canelones. Disponible en: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/noticias/primera-experiencia-control-rana-toro-bajo-protocolo-del-sinae

Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (Mvotma). 2018. Plan para erradicar la rana toro en Aceguá. 8 de noviembre, Montevideo, Uruguay. Disponible en: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/noticias/plan-para-erradicar-rana -toro-aceguá-especie-exótica-invasora

Novoa A, Shackleton R, Canavan S, Cybele C, Davies SJ, Dehnen-Schmutz K, Wilson JR. 2018. A framework for engaging stakeholders on the management of alien species. *Journal of Environmental Management*, *205*, 286-297. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.09.059

Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de Naciones Unidas (ODS 15.8.1) Proportion of countries adopting relevant national legislation and adequately resourcing the prevention or control of invasive alien species. Available at: https://unstats.un.org/sdgs/tierIII-indicators/files/Tier3-15-08-01.pdf

Pluess T, Jarošík V, Pyšek P, Cannon R, Pergl J, Breukers A, Bacher S. 2012. Which factors affect the success or failure of eradication campaigns against alien species? *PloS ONE*, 7(10), e48157. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048157

Robertson DR, Pérez-España H, Domínguez-Domínguez O, Estapé CJ, Estapé AM. 2019. An update to the inventory of shore-fishes from the Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Veracruz, México. *ZooKeys*, *882*, 127. DOI: 10.3897/zookeys.882.38449

Roy HE, Pauchard A, Stoett P, Renard Truong T, Bacher S, Galil BS, Vandvik V. 2024. IPBES invasive alien species assessment: Summary for policymakers (Version 2). *IPBES secretariat,* Bonn, Germany. DOI: 10.5281/zenodo,8314303

Rusell, 2025. Russell JC. 2025. Invasive species eradication standards. Trends in Ecology & Evolution. DOI: 10.1016/j.tree.2025.09.002

Shackleton RT, Foxcroft LC, Pyšek P, Wood LE, Richardson DM. 2020. Assessing biological invasions in protected areas after 30 years: Revisiting nature reserves targeted by the 1980s SCOPE programme. *Biological Conservation*, *243*, 108424. https://doi.org/ 10.1016/j.biocon.2020.108424

Simberloff D, Parker IM, Windle PN. 2005. Introduced species policy, management, and future research needs. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *3*(1), 12-20. doi.org/10.1890/1540-9295(2005)003[0012:ISPMAF]2.0.CO;2

Tabla S1. Técnicas evaluadas para erradicar la rana toro (*Aquarana catesbeiana*) en Canelones.

Tecnologia	Descripción
Captura nocturna encandilada (focos de luz)	Es un método muy efectivo para la captura de adultos de rana toro porque la actividad de los anfibios aumenta durante la noche. Requiere de un mínimo de dos personas, donde una ilumina e identifica por el brillo de los ojos la ubicación de la rana y una segunda persona la atrapa con la mano, calderín o red (D'Amore *et al.*, 2009; Orchard, 2011).
Trampa red nasa	Las trampas de pesca colocadas en la columna de agua por un periodo de tiempo fijo, son técnicas pasivas construidas de diferentes formas y materiales muy usados en Francia, Norteamérica, Gran Bretaña y Bélgica (Devisscher *et al.* 2012). La red nasa consiste en una sucesión de compartimentos de malla en forma de embudo, que se va estrechando, que impide que los animales atrapados regresen nadando y deben seguir nadando hasta el último compartimiento. No tiene impacto en el ambiente, se pueden liberar especies no objetivo que queden atrapadas. Se instalan a 2m de la orilla y de la vegetación (Devisscher *et al.*, 2012).
Red nasa tubular de arrastre	Las redes nasas diseñadas para los charcos a intervenir, los aros varían en número y diámetros, se construyen de alambrón de acero y el forro es de paño con tamaños de malla de 25 a 38 mm de hilo. Se les añadió a cada extremo dos cabos y se utilizó de arrastre, manipulada por dos personas, peinando los estanques a razón de tres tiradas por hora resultó ser muy eficiente en los charcos poco profundos de este estudio. Además es amigable con el ambiente ya que se pueden liberar fácilmente las especies no objetivo capturadas.
Red Atarraya	Estas redes están formadas por un paño de forma rectangular y dos relingas –cuerdas–, la de flotación y la de hundimiento; éstas pueden estar fijas –ancladas– o a la deriva flotando para ser trasladadas por las corrientes y utilizarse en la superficie, a media agua o en el fondo. Consiste en una red de forma cónica sujeta en la parte central por un cordel y plomos en toda su circunferencia. Se opera manualmente en aguas poco profundas por una sola persona que la lanza sobre el objetivo de captura desde una embarcación, muelle o la orilla del cuerpo de agua. En el presente estudio el tamaño de malla fue 3.8 mm.
Secado de estanques	El secado o ajuste del periodo de agua permanente –número de veces que se drena, se saca el agua–, va de 0,1 a 1 –una frecuencia de drenaje de 0,1 corresponde a vaciarlo una vez cada 10 años–. Las larvas de rana toro necesitan agua permanente durante todo el año, ajustar el periodo de agua permanente de los estanques, impacta sobre sus poblaciones (Devisscher *et al.* 2012). Esta técnica se puede aplicar sola o combinada con otras técnicas de control como el cercado del estanque y pesca eléctrica –Alemania–. El éxito de este método depende del tamaño del charco, fue efectivo para eliminar larvas en pequeños estanques <2000m^2, poco profundos –200 cm de profundidad máxima– (Devisscher *et al.* 2012). En este estudio se secó el agua con bomba –febrero-marzo, 2020– y se eliminaron la totalidad de ejemplares con redes nasa de arrastre favorecida al reducir el volumen de agua. Este método puede tener efectos sobre otras biotas. Las redes nasas utilizadas permiten la liberación de especies no objetivo. Para evitar la dispersión se requiere colocar un cerco de contención (Iturburu *et al.* 2024b), y una malla de alambre como filtro al final de la tubería, para evitar la dispersión de larvas.
Cercado de estanques	Método preventivo a instalar previo a las actividades de control para evitar la dispersión. Se puede usar una valla de 1m de altura, alrededor del estanque de agua, como barrera combinada con otros métodos pasivos y activos. En Canelones se instalaron trampas de caídas –tarros de 20 litros enterrados totalmente contra la valla– fue eficiente para la captura de juveniles de ranas toro que se mueven a lo largo de la cerca y caen en las trampas (Iturburu *et al.*, 2023).
Colecta de huevos	La colecta de masas de huevos que flotan en el agua con un copo o calderín de malla bien fina es una medida simple pero costosa por el tiempo que insume la recorrida por los charcos para su detección. Esta medida se debe combinar en un plan integral a aplicar junto a otras actividades a partir de monitoreo permanente por los encargados de los predios. Durante este estudio se colectaron tres nidadas de huevos en charco 7 –14/10/2020– (Fig. 1).
Comunicación / participación	Brindar información y poner en el centro de atención de los medios de comunicación, juega un papel importante en la prevención al conocer la especie, sus impactos a la biodiversidad nativa y en particular a los anfibios ante la presencia de la rana toro, para notificar avistamientos. Además, por medios gráficos –afiches, cartillas–, y charlas, talleres, jornadas de campo, entrevistas abiertas permiten detectar las percepciones de los actores claves, negociar acuerdos e implementar acciones efectivas y rentables. Los 12 pasos de Novoa *et al.*, (2018) para involucrar actores en la gestión de EEI rana toro en Canelones fue muy efectivo.