

**Dinámica poblacional y estrategias de control del caracol africano
(*Achatina fulica*) en cultivos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*):
análisis ecológico y etológico en la parroquia Tarqui, Ecuador**

**Population dynamics and control strategies of the african snail (*Achatina
fulica*) in sugarcane crops (*Saccharum officinarum*): ecological and
ethological analysis in Tarqui, Ecuador**

**Dinâmica populacional e estratégias de controle do caracol africano
(*Achatina fulica*) em cultivos de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*):
análise ecológica e etológica na paróquia de Tarqui, Equador**

Luis Roger Rodríguez Haro ^I

lragrop@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8501-3112>

Milton Fernando Cabezas Guerrero ^{II}

mcabezas@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2814-0067>

Cecilia Elizabeth Rodríguez Haro ^{III}

cerh81@yahoo.com.ar

<https://orcid.org/0000-0001-8598-7702>

Edison Geovanny Díaz Campozaño ^{IV}

ediazc2@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3639-4040>

Correspondencia: lragrop@hotmail.com

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

- I. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra PUCE-SI, Ibarra, Imbabura, Ecuador.
- II. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra PUCE-SI, Ibarra, Imbabura, Ecuador.
Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- III. Universidad Politécnica del Carchi UPEC, Maestría de Estadística Aplicada, Tulcán, Ecuador.
- IV. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Resumen

El caracol africano *Achatina fulica* requiere factores bióticos y abióticos específicos y es una plaga de importancia agrícola. Se evaluó la dinámica poblacional y estrategias de control en *A. fulica* en los cultivos de la caña de azúcar *Saccharum officinarum* donde se realizó un análisis ecológico y etológico. Se estudiaron a 140 caracoles distribuidos en 49 especímenes en el etograma y dinámica poblacional y 91 ejemplares en estrategias de control para las plantas cultivadas en la parroquia Tarquí, provincia Pastaza. En el diseño del etograma, la época poca lluviosa la conducta de descanso en las plantas de caña fue mayor con 58,33%, mientras que en la época lluviosa la conducta del desplazamiento con el 47%. En la dinámica poblacional, la abundancia del molusco entre épocas mostró diferencias significativas, el comportamiento no mostro diferencias significativas. Las técnicas de control fueron el etológico, químico y cultural con un periodo de evaluación del tiempo (7, 14, 21 y 28 días). Se diseñó en Bloques Completos Aleatorizados (DBCA) con 2 bloques, 3 técnicas de control y 4 repeticiones por cada técnica (n = 24 unidades experimentales). La mejor técnica de control fue etológico en el día 21, donde el análisis estadístico de Friedman el p-valor corresponde a 0,01913 lo que reduce significativamente la población de *A. fulica*, mientras que el $p > 0,05$ a los 7, 14 y 28 días sugiere que el tipo de estrategia no influyó en los caracoles capturados.

Palabras clave: caracol africano, caña de azúcar, dinámica poblacional, plaga, control, etología, abundancia

Abstract

The African snail *Achatina fulica* requires specific biotic and abiotic factors and is considered an agriculturally important pest. The population dynamics and control strategies of *A. fulica* were evaluated in sugarcane (*Saccharum officinarum*) crops through an ecological and ethological analysis. A total of 140 snails were studied: 49 specimens were analyzed in the ethogram and population dynamics, and 91 specimens were used to assess control strategies in cultivated plants located in the Tarquí parish, Pastaza province. In the ethogram design, during the less rainy season, the resting behavior on sugarcane plants was predominant (58.33%), whereas during the rainy season, movement behavior was the most frequent (47%). In the population dynamics analysis, the abundance of the

mollusk showed significant differences between seasons, while behavior did not show significant variations. Control techniques included ethological, chemical, and cultural methods, with evaluation periods of 7, 14, 21, and 28 days. A Randomized Complete Block Design (RCBD) was applied with two blocks, three control techniques, and four replications per technique ($n = 24$ experimental units). The most effective control technique was the ethological one on day 21, where the Friedman test yielded a p -value of 0.01913, indicating a significant reduction in the *A. fulica* population. In contrast, $p > 0.05$ at 7, 14, and 28 days suggested that the type of strategy did not significantly influence the number of snails captured.

Keywords: African snail, sugarcane, population dynamics, pest, control, ethology, abundance

Resumo

O caracol africano *Achatina fulica* requer fatores bióticos e abióticos específicos e é considerado uma praga de importância agrícola. Avaliaram-se a dinâmica populacional e as estratégias de controle de *A. fulica* em cultivos de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), por meio de uma análise ecológica e etológica. Foram estudados 140 caracóis: 49 espécimes foram analisados no etograma e na dinâmica populacional, e 91 exemplares foram utilizados nas estratégias de controle das plantas cultivadas na paróquia de Tarqui, província de Pastaza. No delineamento do etograma, durante o período menos chuvoso, o comportamento de repouso nas plantas de cana foi predominante (58,33%), enquanto no período chuvoso prevaleceu o comportamento de deslocamento (47%). Na dinâmica populacional, a abundância do molusco apresentou diferenças significativas entre as épocas, enquanto o comportamento não mostrou variações significativas. As técnicas de controle incluíram métodos etológicos, químicos e culturais, com períodos de avaliação de 7, 14, 21 e 28 dias. Utilizou-se o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) com dois blocos, três técnicas de controle e quatro repetições por técnica ($n = 24$ unidades experimentais). A técnica de controle mais eficaz foi a etológica no dia 21, em que o teste de Friedman apresentou valor de $p = 0,01913$, indicando uma redução significativa da população de *A. fulica*. Em contraste, $p > 0,05$ aos 7, 14 e 28 dias sugeriu que

o tipo de estratégia não influenciou significativamente o número de caracóis capturados.

Palavras-chave: Caramujo africano, cana-de-açúcar, dinâmica populacional, praga, controle, etologia e abundância.

Introducción

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) constituye una actividad agrícola de gran importancia comercial en la provincia de Pastaza, especialmente en la parroquia Tarqui, donde representa la principal fuente de sustento económico y agroindustrial. Los tallos maduros son destinados al consumo directo como caña de fruta y jugo sin pasteurizar, así como a la elaboración de panela, panela granulada y alcohol (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2023). Sin embargo, se ha observado a las plantas con la presencia de vectores, plagas y enfermedades que inciden negativamente en el rendimiento productivo y la calidad del cultivo (Manrique, 2020; López et al., 2021).

En la parroquia Tarqui, desde 1990, los cultivos fueron afectados por una fuerte proliferación del salivazo *Mahanarva andigena* donde causó pérdidas totales en los cultivos e incluso un impacto social significativo, debido a la migración de agricultores como consecuencia de los daños ocasionados (López et al., 2021; Parada, 2014). El salivazo provocado por artrópodos que parasitan las raíces, el tallo y los cogollos de la caña de azúcar, y en su etapa adulta generan daños al succionar la savia de las hojas, afectando las plantas cultivadas.

Los fitopatógenos asociados al cultivo de la caña de azúcar ocasionan pérdidas económicas, rechazo del producto y afectaciones a la flora y fauna local. Factores climáticos y ambientales influyen directamente en el comportamiento de los vectores, lo cual demanda una gestión fitosanitaria adecuada para evitar pérdidas de producción y minimizar impactos ambientales y económicos. Dentro de los vectores que afectan este cultivo, se encuentran los artrópodos y otros invertebrados, como los moluscos. Entre ellos, el caracol africano es una especie

invasora introducida al Ecuador con fines cosméticos (Sánchez, 2020) llegando hasta la Amazonía ecuatoriana.

El caracol africano *Achatina fulica* Bowdich, 1822, originario de África oriental (Kenia y Tanzania), (Rodríguez, 2006; Caballero, 2013; Ordoñez Zapata & De la Pava Jaramillo, 2024; Arboleda, 2019; MITECO, 2024; Gómez, 2017). Su morfología corresponde a un molusco de gran tamaño con registros de 30 cm de largo y 10 cm en el diámetro, con concha cónica, estriada y de coloración variable según el entorno. Es una especie hermafrodita y ovípara, capaz de depositar entre 100 y 400 huevos (Rico, 2010; Reinoso, 2018; OIRSA, 2021).

El hábitat natural de *A. fulica* se encuentra en regiones tropicales y húmedas, pero la especie se ha adaptado a distintos climas templados, zonas costeras, bosques naturales y áreas agrícolas (Acevedo, 2017). Su comportamiento está condicionado por la humedad, temperatura y fotoperiodo, siendo más activo en ambientes nocturnos, con humedad superior al 50 % y temperaturas entre 16 y 22 °C (OIRSA, 2021). Estas características facilitan su expansión y establecimiento en diversas regiones del país.

A nivel mundial *A. fulica* se ha convertido en una de las especies invasoras más importantes, presente en los continentes de América, Asia y Oceanía (EPPO, 2024). Su introducción en América se registró en Brasil en la década de 1970, desde donde se expandió hacia Sudamérica y el Caribe, afectando la agricultura y la biodiversidad (Gutierrez & Beltramino, 2021; SNAIL, 2015). En Colombia, se ha determinado que factores climáticos como la temperatura, precipitación y humedad son determinantes para su proliferación (Rojas et al., 2024). En Ecuador, su presencia se asocia a pérdidas en la producción agrícola y a riesgos en la salud pública, ya que actúa como hospedador intermediario del nemátodo *Angiostrongylus cantonensis* es un agente etiológico que causa la meningitis eosinofílica en humanos (Dorta et al., 2022; Silva et al., 2022; Mancilla, 2024).

La transmisión de *A. cantonensis* ocurre cuando los humanos consumen moluscos o vegetales contaminados con larvas infectivas (Centers for Disease Control and Prevention, 2019). En la Amazonía ecuatoriana, específicamente en

la provincia de Napo, se ha reportado que el 46,5 % de los caracoles africanos muestreados estaban infectados con este parásito (Solórzano et al., 2022). Este hallazgo demuestra la necesidad de estudios regionales que aborden no solo la dimensión ecológica, sino también los riesgos epidemiológicos asociados al molusco.

En la provincia de Pastaza los estudios realizados hasta el momento, el comportamiento del caracol africano es limitado, existen reportes sobre movilidad y actividad que varía según las condiciones climáticas, mostrando mayor desplazamiento durante la noche y menor actividad durante el día, especialmente cuando la temperatura desciende o el ambiente es lluvioso (Navarrete, 2016; Reyes, 2020). Estas observaciones evidencian la influencia directa del clima sobre su conducta, lo que subraya la importancia de los estudios etológicos como herramienta para comprender sus patrones de comportamiento.

El manejo de esta plaga requiere de estrategias integrales de control. Entre las medidas más utilizadas se encuentran el control cultural mediante la limpieza y remoción de residuos vegetales (Cisneros, 1995; Rosales et al., 2023), el control químico con molusquicidas como el metaldehído (Franco, 2018; Pickering et al., 2024), y el control etológico que utiliza atrayentes naturales o sintéticos para reducir su población (SENASACONTIGO, 2017). Dado que *A. fulica* es una especie invasora, los organismos sanitarios nacionales recomiendan su control inmediato al detectarse su presencia (EPA Cartagena, 2025; Instituto Colombiano Agropecuario, 2021; AGROCALIDAD, 2021).

El análisis etológico, mediante la aplicación de etogramas, permite registrar de forma sistemática el comportamiento de los animales, clasificando y analizando sus acciones frente a diferentes estímulos para las especies plaga (González & Rivera, 2025). El método de muestreo Scan Sampling permite observar y registrar el comportamiento de los individuos en intervalos de tiempo determinados, proporcionando una visión general del patrón de actividades (Altmann, 1974).

Por lo tanto, resulta esencial estudiar la dinámica poblacional y estrategias de control por la presencia del molusco de la caña de azúcar en la parroquia Tarqui, con el fin de identificar sus comportamientos, prevalencia y factores ambientales asociados. Por ello, evaluar la dinámica poblacional junto con las estrategias para el control del caracol africano *A. fulica* en cultivos de caña de azúcar *S. officinarum* mediante un análisis ecológico y etológico en la parroquia Tarqui, Ecuador.

Metodología

Enfoque, tipo y diseño de investigación

El enfoque es cuantitativo, el diseño es no experimental y un tipo descriptivo, orientado a analizar el comportamiento, prevalencia, abundancia de la plaga del molusco (*Achatina fulica*) en las plantas de la caña (*Saccharum officinarum*) para describir y evaluar los patrones etológicos del molusco y su respuesta frente a diferentes técnicas de control. Los datos obtenidos se procesaron mediante estadística descriptiva para determinar valores mínimos, máximos, promedios, desviación estándar y porcentajes con la aplicación de pruebas no paramétricas para comparar tratamientos (Altmann, 1974; Bravo Sánchez, 2023; Santana, 2017).

En las estrategias de control el diseño fue experimental y el tipo de estudio explicativo. Sin embargo, el etograma no es experimental y se realizó mediante observación.

Área y delimitación del estudio

La investigación se desarrolló en la provincia de Pastaza, cantón Pastaza, parroquia Tarqui, Ecuador, localizada en las coordenadas geográficas -1.526780, -78.005153 (Google Maps, 2025). El cultivo de la caña es en su mayoría de la variedad "limeña" se ha establecido en la parroquia por unos 70 años, destinada principalmente a la producción de jugo fresco, miel, aguardiente, panela y panela granulada. El área experimental comprendió un cultivo de caña de azúcar en etapa productiva con una superficie de 1 250 m², compuesta por

330 plantas que se encuentran con una diferencia de 3 metros entre surcos y 2,5 metros entre cada planta.

La muestra estuvo conformada por 16 plantas seleccionadas al azar, que fueron rotuladas y observadas a lo largo del estudio. Este tuvo una duración de 150 días, desde el 10 de noviembre de 2024 hasta el 22 de abril de 2025, periodo que abarcó la transición entre la temporada seca y la lluviosa. Las condiciones meteorológicas del área de estudio registraron precipitaciones variables y temperaturas estables (Meteostat, 2025) durante el periodo experimental.

Etograma y estudio etológico

Para el análisis del comportamiento del caracol africano se empleó la metodología etológica cuantitativa, observando las conductas del molusco bajo condiciones naturales en las épocas poco lluviosa y lluviosa. El método utilizado fue Scan Sampling (Altmann, 1974), que consistió en registrar las conductas de los individuos en intervalos de tiempo determinados. En este caso, las observaciones se realizaron cada cinco minutos durante 35 minutos por sesión.

Las conductas evaluadas incluyeron: alimentación, descanso, desplazamiento, aseo, reproducción, eliminación de excretas y otras conductas no clasificadas. Se registraron tanto los tiempos de permanencia y localización en la planta (tallo, suelo o hoja), como los hábitos diurnos y nocturnos. Las observaciones se efectuaron en dos plantas por semana (una de día y otra de noche) durante ocho semanas en dos estaciones climáticas.

Tabla 1. Códigos, comportamientos y descripción operativa

Código	Comportamiento	Descripción operativa (que se observa)
AL1	Alimentación	Ingiere alimento o restos orgánicos
DE1	Descanso	Caracol inmóvil o retraído
DE2	Desplazamiento	Movimiento locomotor
AS1	Aseo	Acicalamiento activo, uso de la mucosidad
RE1	Reproducción	Comportamientos reproductivos observables

EL1	Eliminación de excretas	Elimina excretas
OT1	Otros	Otras conductas

Cada conducta fue codificada y descrita en una matriz de etograma, donde se consignaron la frecuencia de observación y el porcentaje de prevalencia. Los datos obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva, considerando valores mínimos, máximos, desviación estándar y porcentajes para caracterizar el patrón de comportamiento.

Prevalencia

La prevalencia del caracol africano se calculó mediante la fórmula:

$$\text{Prevalencia} = \frac{N}{NP} \times 100$$

Donde:

NP = es el número total de plantas

N = es el número de plantas con presencia del fitopatógeno

Este indicador permitió determinar el porcentaje de plantas infestadas por *A. fulica* durante el periodo de observación.

Dinámica poblacional

Para la determinación de la dinámica poblacional se calculó la abundancia absoluta y abundancia relativa.

Abundancia Absoluta (Aa)

El cálculo de la abundancia se hizo de acuerdo con los utilizados por Bravo Sánchez, (2023); Santana, (2017).

Aa = Número de (caracoles *A. fulica*) individuos de una especie

Corresponde al número total de individuos que están presentes en el área

Abundancia Relativa (Ar)

Nos permite conocer la cantidad de individuos de cada especie en porcentaje. Para calcular se utilizó la siguiente fórmula (Bravo Sánchez, 2023 & Santana, 2017):

$$Ar = \frac{Ae}{Aa} \times 100$$

Donde:

Ae = Número de individuos de cada especie.

Aa = Número de (caracoles) individuos de una especie .

Estrategias de control

La segunda fase evaluó la efectividad de tres técnicas de control: etológica, química y cultural, para determinar cuál reducía significativamente la población de *A. fulica* en el cultivo.

La parte experimental se realizó el Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) corresponde a 2 bloques, 3 tratamientos y 4 repeticiones por técnica (n = 24 plantas que corresponde a unidades experimentales). Se realizaron cuatro muestreos a los 7, 14, 21 y 28 días posteriores a la aplicación de los tratamientos, totalizando 96 observaciones.

Las técnicas evaluadas fueron:

T1: Etológica. Aplicación de trampas con cerveza (200 ml) y sal (0,5 kg) como atrayentes y agentes deshidratantes. Las trampas se colocaron en bandejas plásticas (11 × 28 × 42 cm) con techo metálico a 50 cm del suelo.

T2: Química. Aplicación de metaldehído (3 kg/ha), molusquicida de acción por contacto o ingestión que provoca deshidratación y narcotiza al caracol (Pickering et al., 2024).

T3: Cultural. Ejecución de prácticas agronómicas de limpieza de malezas, remoción de hojas secas y residuos vegetales, limpieza de caminos y captura manual (Cisneros, 1995; Rosales et al., 2023).

Cada planta constituyó una unidad experimental sometida a una técnica específica. En cada muestreo se registró el número total de individuos capturados por técnica y por tiempo de exposición.

Variables de estudio

Variable independiente: Técnicas de control (etológica, química y cultural).

- Tiempo de evaluación (días).
- Bloques experimentales.

Variable dependiente:

- Número de caracoles capturados.

Resultados

Etograma y prevalencia

El análisis etológico permitió identificar los patrones de comportamiento del caracol africano (*Achatina fulica*) en el cultivo de caña de azúcar durante las épocas poco lluviosa y lluviosa. Las conductas que se identificaron mediante la observación fueron seis; alimentación (AL1), descanso (DE1), desplazamiento (DE2), aseo (AS1), reproducción (RE1), eliminación de excretas (EL1). A partir del registro Scan Sampling se evidenció que las conductas predominantes descanso y desplazamiento, seguidas en menor proporción por alimentación y eliminación de excretas (Tabla 2).

Tabla 2. Etograma

Código	Conducta	Época poco lluviosa		Época lluviosa	
		N° Observaciones	% Prevalencia	N° Observaciones	% Prevalencia
AL1	Alimentación	16	8,33	28	14
DE1	Descanso	112	58,33	70	35
DE2	Desplazamiento	50	26,04	94	47

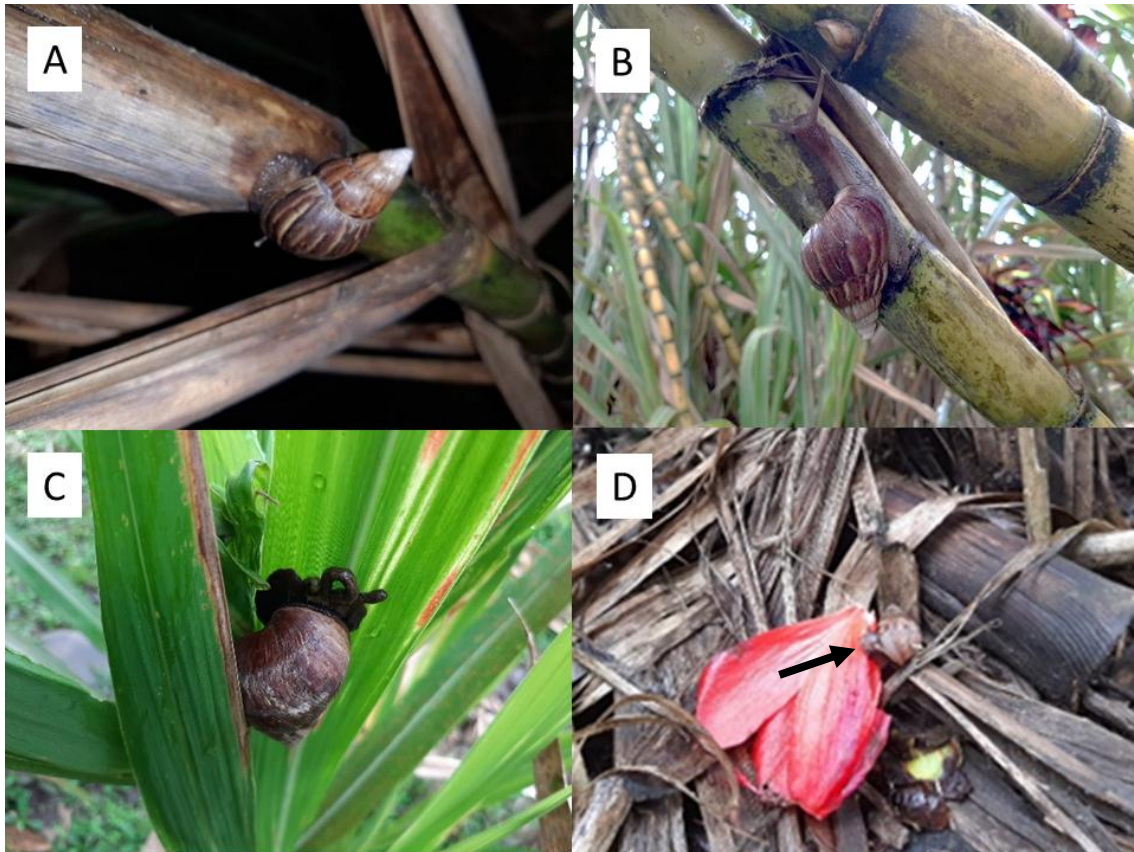
AS1	Aseo	0	0	0	0
RE1	Reproducción	0	0	0	0
EL1	Eliminación de excretas	14	7,3	8	4
OT1	Otros	0	0	0	0

En la prevalencia, se observó la presencia de *A. fulica* en el 75% de las plantas en época poco lluviosa y el 100% en época lluviosa. Este incremento se relaciona a la humedad y disponibilidad de alimento en los meses de mayores lluvias. La prevalencia total en las dos épocas muestra una amplia distribución del caracol africano en el lugar de estudio.

Tabla 3. Proporción en época poco lluviosa y lluviosa de plantas de caña de azúcar con presencia del caracol africano.

Época	% Prevalencia
Poco lluviosa	75
Lluviosa	100

Figura 1. Etología de los caracoles asociado al cultivo de la caña de azúcar. A, descanso. B, desplazamiento. C, Excreción. D, alimentación del caracol con restos vegetales (flecha negra).



Dinámica poblacional (abundancia y comportamiento)

La dinámica poblacional de *A. fulica* evidenció diferencias estadísticas en su distribución y abundancia frente a las condiciones del medio ambiente del cultivo entre la época lluviosa y poco lluviosa, como lo refleja en la Tabla 4 con el p 0,029 siendo significativo ($p < 0,05$).

En cuanto al comportamiento del caracol africano, el análisis estadístico (Tabla 4) demostró que no existen diferencias entre épocas indicando una relativa estabilidad comportamental en el periodo de estudio con el p 0,061 siendo no significativo ($p > 0,05$).

Tabla 4. Prueba de Mann Whitney

Comparación de condiciones	<i>W</i>	<i>p</i>	Resultado
Poco lluviosa vs. Lluviosa	75	0,029	Significativo ($p < 0,05$)

Poco lluviosa vs. Lluviosa 80,5 0,061 Not significant ($p > 0,05$)

Estrategias de control

La evaluación de las estrategias de control (Tabla 5) permitió determinar la eficiencia de las técnicas etológica, química y cultural en la reducción de la población de *A. fulica*. Durante el periodo experimental se capturaron 91 individuos, distribuidos de la siguiente manera: 44 con la técnica etológica, 31 con la técnica química y 16 con la técnica cultural. En el día 21 de la evaluación se encontró significancia con un p-valor de 0,019.

Tabla 5. Resultados Friedman (por día)

Día	Estadístico ^x	p-valor	Significancia
7	0,73684	0,6918	No
14	4,0952	0,129	No
21	7,913	0,01913	Si
28	0,82353	0,6625	No

En el día 21 se encontró significancia por lo que se aplicó la prueba de Post-hot (Tabla 6) en la comparación entre las técnicas etológica-química y la etológica-cultural. Al combinar las técnicas química-cultural fue donde no se mostraron con significancia.

Tabla 6. Resultados Post-hot (Wilcoxon por pares) día 21

Comparación	p-valor	Significativo
Etológico vs Químico	0,03350526	Si
Etológico vs Cultural	0,04941162	Si
Químico vs Cultural	0,58621368	No

Discusión

La abundancia de *Achatina fulica* difieren entre la época poco lluviosa y lluviosa, confirmando la dependencia del molusco a la humedad del ambiente. Varios estudios realizados muestran patrones parecidos de mayor población en periodos húmedos y la actividad fisiológica del caracol africano aumenta (Silva & Omena, 2014; Kumari et al, 2015). En contraste, otros autores han indicado que la relación entre el clima y abundancia no necesariamente está relacionada. En una investigación donde señalan que, aunque se identifica diferencias estacionales, estas no siempre tienen una correlación fuerte con las variables del clima como la temperatura y lluvias, sugiriendo que otros factores son importantes como el alimento disponible y la intervención humana, lo que mostraría tener un resultado distinto en la abundancia de caracol africano (Rangel et al., 2023), esto es contrario a lo realizado en el trabajo de investigación en la parroquia Tarqui y esto puede corresponder a que la estructura del cultivo de caña de azúcar permite obtener una respuesta poblacional más marcada.

El comportamiento etológico mostró estadísticamente que no existen diferencias entre épocas ($p > 0,05$), aún cuando los porcentajes descriptivos de actividad variaron. Este resultado demuestra un comportamiento estable, esto concuerda con la información donde menciona que *A. fulica* se encuentra activo durante la mayor parte del año con una temperatura óptima de 26°C (SNAIL, 2015), la ausencia de diferencias de los comportamientos observados en el presente trabajo de investigación podría atribuirse a que las condiciones climáticas del lugar de estudio que estuvieron dentro de los rangos tolerables del molusco durante las dos épocas.

En lo referente a las estrategias de control, los resultados que se obtuvieron demuestran que el método etológico (cerveza + sal) resultó más eficaz especialmente en el día 21, donde se evidenció diferencias significativas entre técnicas de control, coincidiendo con otras investigaciones que demostraron que atrayentes de cerveza obtuvieron mayor cantidad en la captura de moluscos (Chasi, 2017; Koehler, 1983). No obstante, en algunos estudios de ambientes

lluviosos demostraron que los cebos disminuyen su eficacia al diluirse la sal con agua lluvia (Roda et al., 2018). En el presente estudio, el cebo no perdió la capacidad de trampa con la presencia de lluvias, probablemente fue por la renovación semanal de la disolución (cerveza + sal) para no perder funcionalidad.

La técnica de control químico (metaldehído) mostró una eficiencia intermedia, lo que concuerda con otros registros donde señalan que en presencia de humedad puede disminuir el efecto del producto ya que acelera su degradación (Castle et al., 2017; Dörler et al., 2019). Por otro lado, en algunos estudios demuestran que los molusquicidas sintéticos pueden ser superiores a los métodos físicos y etológicos aplicándolos en condiciones de campo y laboratorio (García & Castillo, 2014; Garcés-Restrepo et al., 2016), esto resulta parcialmente contrario con el presente trabajo debido a que solo fue superior a la técnica de control cultural.

Finalmente, con la estrategia de control cultural se obtuvieron menos caracoles durante el tiempo de investigación, en un estudio se reportó que los agricultores consideraron la recolección manual y eliminación de los moluscos como el método más viable a emplearse en el ámbito agrícola, se reporta que el empleo de esta técnica hace que el ambiente sea menos favorable al caracol y facilita el manejo (Jaishi et al., 2024; Gadekar, 2025) También, se debería considerar esta técnica en la extensión del área de cultivo. Por lo contrario, en otros estudios se mencionan que la recolección manual requiere tiempo y aún más cuando se presenta una infestación, el control cultural por sí solo no es eficiente por ello la combinación con otras técnicas es importante para la agricultura (Gomes et al, 2023; Laing & Shimelis, 2019). A diferencia con otros registros, la menor eficiencia en la captura manual de *A. fulica* en el presente caso de estudio ubicado en la parroquia Tarqui podría ser por el tiempo de investigación en el que se desarrolló (28 días).

En síntesis, los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan con la información existente, pero también contrastan con otras investigaciones que sugieren comportamientos o eficacias distintas. El caracol africano es una

especie con notable adaptabilidad ecológica, cuya respuesta depende de la humedad, la estructura del cultivo y la intensidad del manejo. De acuerdo con la literatura existente sobre manejo integrado, la combinación del control etológico y cultural se presenta como una alternativa más sostenible y efectiva para reducir la población de *A. fulica*, optimizando el manejo del cultivo y disminuyendo el impacto ambiental asociado al uso de productos químicos.

Conclusiones

En el Etograma se identificaron las conductas con las observaciones y porcentajes de actividad del caracol africano en época poco lluviosa y lluviosa en el cultivo de caña de azúcar. La prevalencia mostró que en la época poco lluviosa el 75% de los tallos que conforman la planta estuvieron infestadas de caracoles africanos y en época lluviosa fue del 100%.

La dinámica poblacional de *Achatina fulica* evidenció diferencias estadísticas en la distribución y abundancia de acuerdo con las condiciones del medio ambiente en el cultivo.

El comportamiento del molusco en los cultivos de caña de azúcar no mostró diferencias significativas entre épocas. Esto indica que los factores como temperatura, humedad o disponibilidad de alimento no generaron diferencias suficientes para determinar un cambio estadístico del comportamiento.

Las estrategias de control mostraron eficiencia diferenciada, se destaca que a los 21 días con la técnica de control etológico la población de caracoles africanos fue mejor. La técnica de control químico que corresponde al uso de metaldehído se presentó una efectividad moderada, por factores ambientales puede ser reducida la eficiencia, debe manejarse con precaución por la implicación en el medio ambiente y seguridad. La técnica de control cultural es la que menor eficacia presentó, esto es por la dependencia de la interferencia humana y cuyo efecto se centró en la prevención, pero es una herramienta muy importante en el manejo integrado de plagas.

Integrar las técnicas de control etológico y cultural es una estrategia recomendable porque se combinan la atracción activa y la reducción pasiva de los refugios porque es coherente con los enfoques actuales en el manejo de

especies invasoras. La investigación aporta evidencia significativa para el control de *A. fulica* en sistemas agrícolas en el trópico, lo que permite generar bases para planificar o crear programas de control permanentes de acuerdo con las variaciones ambientales.

Referencias bibliográficas

Abonamos. (2024). Ficha técnica cultivo de caña de azúcar. Recuperado el 7 de septiembre de 2024 de <https://www.abonamos.com/cana-de-azucar>

Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: Sampling methods. *Behaviour*, 49(3), 227-267. <https://doi.org/10.1163/156853974X00534>

Acevedo Montañez, E. J. (2017). Situación Actual Socioeconómica y Ambiental de los Sistemas de Ganadería Bovina en la Margen Izquierda del Río Unete, Veredas Guadales y San Lorenzo del Municipio de Aguazul, Casanare.

AGROCALIDAD. (2021). Caracol Gigante Africano (*Achatina fulica*). Afiche caracol africano. Disponible en <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/afiche-caaracol-africano.pdf>

Arboleda, J. A. (2019). Revisión de manejo del caracol africano en el departamento de Caldas.

Armiñana García, H., Vázquez Perera, L. A., & Sánchez Noda, A. (2020). "Plan de manejo para la erradicación de *Achatina (Lissachatina) fulica* en Holguín." *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 54(2), 1-10.

Bowdich, T (1822). Elementos de conquiología: incluyendo los géneros fósiles y los animales. Impreso por J. Smith y vendido por Treuttel y Würtz, Londres. <https://archive.org/details/elementsofconcho01bowd/page/n111/mode/2up>

Bravo Sánchez, A. D. (2023). Bravo Sánchez, Alex Darling (2023) Distribución y abundancia del caracol gigante africano (*Lissachatina fulica*) en distintos cultivos de la finca experimental la María. Quevedo. UTEQ. 58p.

Caballero Aldana, D. V. (2013). El caracol gigante africano (*Lissachatina fulica*) una especie exótica invasora presente en Colombia.

Castle, G. D., Mills, G. A., Gravell, A., Jones, L., Townsend, I., Cameron, D. G., & Fones, G. R. (2017). Review of the molluscicide metaldehyde in the environment. *Environmental Science: Water Research & Technology*, 3(3), 415-428.

CDC - DPDx - *angiostrongylasis cantonensis*. (20 de junio de 2019). Cdc.gov. https://www.cdc.gov/dpdx/angiostrongylasis_can/index.html

Centers for Disease Control and Prevention. (n.d.). *Angiostrongyliasis cantonensis* [Image]. CDC - DPDx: Laboratory Identification of Parasites of Public Health Concern. https://www.cdc.gov/dpdx/angiostrongyliasis_can/index.html

Chasi Pérez, F.J. (2017). Determinación de la eficiencia de diferentes atrayentes naturales para el control del caracol gigante africano (*Achatina fulica*). (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ)

Cisneros, F. (1995). *Control de plagas agrícolas*. Retrieved March 4, 2025, from https://www.avocadosource.com/books/cisnerosfausto1995/CPA_4_PG_78-80.pdf

Dörler, D., Scheucher, A., & Zaller, J. G. (2019). Efficacy of chemical and biological slug control measures in response to watering and earthworms. *Scientific Reports*, 9(1), 2954.

CONABIO. (2017). Evaluación rápida de invasividad de *Achatina fulica*. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Dorta Contreras, A. J., Ramos Robledo, A., Martini Robles, L., Magraner Tarrau, M. E., Meijides Mejía, C., & Gómez Pérez, D. (2022). Hallazgos en meningoencefalitis eosinofílica por *Angiostrongylus cantonensis*. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 12(1), Article e1150. <https://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2304-01062022000100030>

EPA Cartagena. (2025). Recomendaciones para el manejo adecuado del caracol africano. Establecimiento público ambiental, EPA Cartagena <https://epacartagena.gov.co/web/caracol-africano/>

EPPO Global Database. [Imagen]. (2024). *Lissachatina fulica* (ACHAFU). Distribution <https://gd.eppo.int/taxon/ACHAFU/distribution>

Equipo Posit (2025). RStudio: Entorno de desarrollo integrado para R. Posit Software, PBC, Boston, MA. URL: <http://www.posit.co/>

Estévez, A. A., Cock, J. H., del Pilar Hernández, A., & Irvine, J. E. (1986). Morfología de la caña de azúcar. In *Congreso del cultivo de la caña de azúcar (1986, Cali, Colombia)*. Ed. por Carlos Buenaventura. Memoria. Cali, Colombia, Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar (pp. 21-303).

Franco, N. (2018). Plan de prevención, control y manejo (PPCM) de caracol gigante africano (*Achatina fulica*) en la jurisdicción CAR [Technical report]. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b9033f095d34.pdf>

Gadekar, M. P. (2025). A Review on Biology and Management of *Achatina fulica*. *International Journal of Science and Technology (IJST)*, 2(2), 47-55. <https://www.ijstjournal.com/papers/volume-2/issue-2/ijst241035/>

Garcés-Restrepo, M. F., Patiño-Montoya, A., Gómez-Díaz, M., Giraldo, A., & Bolívar-García, W. (2016). "Sustancias alternativas para el control del caracol africano (*Achatina fulica*) en el Valle del Cauca, Colombia." *Biota Colombiana*, 17(1), 44-54.

García Chacón, G. L., & Castillo Herrera, S. (2014). *Población y control de caracol en el cultivar papaya en San Antonio, Santa Rosa*. (Tesis de licenciatura). Universidad Técnica de Machala. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1030>

Gomes, K. N. F., Rangel, L. da S., Silva, M. A. R. e, Rocha, L., & Faria, R. X. (2023). Tools for control of the african snail (*Achatina fulica*, Bowdich, 1822). *Seven Editora*. <https://sevenpubl.com.br/editora/article/view/2260>

Gómez-Mora, J. (2017). Eficacia de control de diferentes sustancias sobre caracoles *Opeas pumilum* y *Cecillioides aperta* en piña (*Ananas comosus*. var. *comosus*) híbrido MD-2 en finca El Tremedal SA, San Carlos, Costa Rica.

González, A. C. R., & Rivera, E. (2025). El etograma: Herramienta fundamental en el estudio del comportamiento animal [Trabajo académico, Corporación Educativa Nacional]. Academia.edu. https://www.academia.edu/127468962/EI_Etograma_Herramienta_Fundamental_En_El_Estudio_Del_Comportamiento_Animal

Google. (2025). [Mapa de la ubicación con coordenadas -1.5264316,-78.0041564, 733m]. En *Google Maps*. Recuperado el 18 de noviembre 2025, de https://www.google.com/maps/@-1.5264316,-78.0041564,733m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4?entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MTEwNi4wIjKXMDSoASAFQAw%3D%3D

Gutierrez Gregoric, D. E., & Beltramino, A. A. (2021). El caracol gigante africano a 10 años de su detección en la Argentina.

ICA. (2021). Recomendaciones del ICA para prevención, manejo y control del caracol gigante africano. Portal corporativo ICA. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/noticias/recomendaciones-del-ica-para-prevencion->

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2022). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC) 2022 [Archivo PDF]. Instituto Nacional de Estadística y Censos. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/PPT_%20ESPAC_%202022_04.pdf

Jaishi, S., Thapa, R. B., Kafle, K., Sapkota, U., & Khanal, D. (2024). Prevalence of Snails and Farmers' Practice Towards the Management of Giant African Snail, *Achatina fulica* Bowdich, 1822 in Kapilvastu, Nepal. *Agriculture Development Journal*, 68-77. <https://nepjol.info/index.php/adj/article/view/67872>

Koehler, B. (1983). Snail barriers. *California Agriculture*, 37(9), 15-15. <https://californiaagriculture.org/article/110987snailbarriers/stats/all/pageviews>

Kumar, A., Ganguli, JL y Gauraha, R. (2021). Estudios sobre el ciclo de vida de los caracoles gigantes africanos *Achatina fulica* en condiciones de laboratorio en Raipur, Chhattisgarh. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10 (5), 313-315.

Kumari, P., Agarwal, M., & Kumar, N. (2015). Population dynamics of Giant African Snail, *Achatina fulica bowdich* (stylommatophora: achatinidae) and its correlation with weather parameters. *POPULATION*, 10(4), 1489-1492.

Last, J. M. (Ed.). (2001). *A dictionary of epidemiology* (4th ed.). Oxford University Press.

Laing, M. D., & Shimelis, H. (2019). 12 Integrated pest management in Southern Africa. In *Transforming Agriculture in Southern Africa: Constraints, Technologies, Policies and Processes* (Vol. 12). Routledge 2 Park Square Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN. https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=cXzADwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT89&dq=integrated+pest+management+in+southern+africa&ots=Nc2P1XqxSX&sig=NW0sLStE145dannD4K8E79fYhc&redir_esc=y#v=onepage&q=integrated%20pest%20management%20in%20southern%20africa&f=false

López-Torres, M. U., Paniagua-Cienfuegos, M. R., Rivas-Flores, A. W., & Hernández-Martínez, M. Á. (2021). Monitoreo de mosca pinta (Hemiptera: Cercopidae: *Aeneolamia* sp.) en cultivo de la caña de azúcar mediante sensores remotos y su posible aplicabilidad para el manejo fitosanitario. *Revista Minerva*, 4(3), 53-69.

Mancilla, E. (2024, 12 de marzo). Especies invasoras y su impacto en los ecosistemas y la salud humana. *Boletín cerebral*. <https://boletincerebral.com/especies-invasoras-y-su-impacto-en-los-ecosistemas/>

Manrique, E. (2000). Aspectos agronómicos del cultivo de la caña panelera.

SNAIL, (2015). C. S. G. A. Situación actual del caracol gigante africano (*Achatina fulica*) en la Argentina.

Meteostat. [Imagen]. (2025). El Puyo. Historial Meteorológico. Retrieved Noviembre 13, 2025 from https://meteostat.net/es/station/84179?t=2024-08-01/2025-07-31&utm_source

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2023). Estadísticas agropecuarias de la provincia de Pastaza 2023 [Archivo PDF]. Ministerio de Agricultura y Ganadería. https://pidara.mag.gob.ec/wp-content/uploads/2024/09/17.Provincia_Pastaza_2023.pdf

MITECO (2024). Invasora, EE y Artrópodos, I. no. (Dakota del Norte). *Achatina fulica* (Bowdich 1822). Gob.Es. Recuperado el 28 de agosto de 2024, de

https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/achatinafulica_tcm30-437315.pdf

Navarrete Naranjo, G. C. (2016). Diagnóstico del comportamiento de mucosa de caracol africano (*Achatina fulica*) como vector de comunicación intraespecie recolectados en tres localizaciones del Cantón Pastaza (Puyo, Fatima y Tarqui) (Bachelor's thesis, Universidad Estatal Amazónica).

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2021). *Análisis de riesgo de plagas (ARP): Caracol gigante africano (Achatina fulica)*. OIRSA. https://www.oirsa.org/contenido/2020-2/2021/ARP_Caracol%20gigante%20africano.%20Ver.%20final%20WEB.pdf

Ordoñez Zapata, J., & De la Pava Jaramillo, A. (2024). Evaluación del efecto de la concha del caracol gigante africano (*Achatina fulica*) como adición en cemento para resistencia a compresión, correlacionado con valores de VPU.

Patiño-Montoya, A., & Giraldo, A. (2018). "Valoración de metodología alternativa para el control del caracol gigante africano (*Achatina fulica*)." Boletín Científico Centro de Museos, 22(2), 183-194.

Parada Domínguez, O. (2014). *Efecto del tipo de suelo en la persistencia de nematodos entomopatógenos y patogenicidad sobre el salivazo de la caña de azúcar* (Master's thesis).

Peña, N. A. P., & Pedraza, A. F. G. (2021). Medir parámetros de calidad en el proceso de elaboración de un abono orgánico compostado a base de cascarilla de arroz, ceniza de cascarilla de arroz y gallinaza., Cúcuta, Norte de Santander. *SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN*, 4(1).

Pickering, L., Castro-Gutierrez, V., Holden, B., Haley, J., Jarvis, P., Campo, P., & Hassard, F. (2024). Cómo la bioaumentación para la eliminación de pesticidas influye en la comunidad microbiana en filtros de arena biológicamente activos. *Chemosphere*, 363, 142956.

Rangel, F. C. S., Gomes, S. R., Silva, G. M., Sousa, A. K. P., de-Souza, J. R., & Thiengo, S. C. (2023). Population dynamics of *Achatina fulica* in a peri-urban area adjacent to the Fiocruz Atlantic Forest Biological Station (EFMA), in Rio de Janeiro, Brazil, with report on *Angiostrongylus cantonensis* infection. *Brazilian Journal of Biology*, 83, e274620.

Reinoso Erazo, R. P. (2018). Evaluación de la actividad biocida sobre *Achatina fulica* de extractos fermentados de los glicoalcaloides contenidos en *Solanum sessiliflorum* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Reyes Meneses, P. J. (2020). Especies exóticas invasoras en Ecuador: caso de estudio, el caracol *Achatina fulica* (Bachelor's thesis, Jipijapa. UNESUM).

Rico Hernández, G. (2010). Fauna exótica e invasora.

Roda, A., Yong Cong, M., Donner, B., Dickens, K., Howe, A., Sharma, S., & Smith, T. (2018). Designing a trapping strategy to aid Giant African Snail (*Lissachatina fulica*) eradication programs. *PloS one*, 13(9), e0203572. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203572>

Rodríguez, M. C. (2006). Estrategia preliminar para evaluar y erradicar *Achatina fulica* (Gastropoda: Achatinaceae) en Ecuador. *Boletín Técnico, Serie Zoológica*, 6(2).

Rojas, E. F. S., Cedeño, M. M. G., Cárdenas, M. A. C., & Padilla, L. N. G. (2024). Modelo de probabilidad de ocurrencia del caracol gigante africano (*Achatina fulica*) para Boyacá, Colombia. *Revista Mutis*, 14(1), 1-17.

Rosales, M.A., Hernández, L.A., Mairena, C.L., & Medrano, R. (2023). Plan de acción ante un brote de caracol gigante africano (*Lissachatina Fulica*). IPSA. <https://www.ipsa.gob.ni/Portals/0/4%20Sanidad%20Vegetal%20y%20Semillas/Plan%20de%20Acci%C3%B3n%20Caracol%20Gigante%20Africano%20-%20IPSA%20-%20noviembre%20-%202023.pdf>

Sánchez Jaramillo, J. Y. (2020). Análisis de los escenarios de cambio climático más alarmantes para la invasión potencial del caracol africano (*Achatina fulica*) en Ecuador continental.

Sandhu, Hardev S., Singh, M.P., Gilbert, R.A., & Odero, D.C., (2019). Sugarcane botany: a brief view. IFAS Extension. University of Florida. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/SC034>

Santana, L. (2017). Incidencia de especies introducidas en la composición florística: Análisis de una unidad de vegetación con presencia de guayabo en el sector Cerro Mesa, Isla Santa Cruz, Galápagos. Repositorio de la Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuador.

SENASACONTIGO. (2017, February 10). Huancavelica: Control etológico contra plaga de langostas. SENASA al día. <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/huancavelica-control-etologico-contra-plaga-de-langostas/>

Silva, E. C. D., & Omena, E. P. (2014). Population dynamics and reproductive biology of *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca, Gastropoda) in Salvador-Bahia. *Biota Neotropica*, 14(3), e20140004.

Silva, G.M., Thiengo, S.C., Sierpe Jeraldo, V.L., Rego, M.I.F., Silva, A. B. P., Rodrigues, P. S. y Gomes, S. R. (2022). El caracol terrestre africano gigante invasor, *Achatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata): distribución geográfica global de esta especie como hospedante de nematodos de importancia médica y veterinaria. *Journal of Helminthology*, 96 (e86), e86. <https://doi.org/10.1017/s0022149x22000761>

Solórzano Álava, L., Bedoya Pilozo, C., Sánchez Amador, F., Pico Serna, J., Chiluzza Guacho, C., Cabrera, F., & Rodríguez, M. (2022). *Angiostrongylus*

cantonensis en *Achatina fulica* en la provincia del Napo, Ecuador y el riesgo incrementado de angiostrongiliasis. *Bol. malariol. salud ambient*, 591-598.

Wilén, C.A., Koike, S.T., Ploeg, A.T., Tjosvold, S.A., Bethke, J.A., Mathews, D.M., & Stapleton, J.J. (2021). Revisión continua. Directrices de Manejo de Plagas de IPM de la UC: Viveros de Floricultura y Ornamentales. Publicación 3392 de UC ANR. Davis, CA.

<https://ipm.ucanr.edu/agriculture/floriculture-and-ornamental-nurseries/establishing-treatment-thresholds/>