

## Potencial del gavilán caracolero como controlador biológico del caracol manzana en cultivos de arroz

The potential of the snail hawk as a biological controller of the apple snail in rice crops

María Fernanda Pincay Cantos<sup>1</sup>, María Virginia Moreira Macías<sup>1</sup>,  
Yomali Melissa Andrade Macías<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, campus  
politécnico El Limón, Calceta, Ecuador

Recibido 01 agosto 2023, aceptado 11 de noviembre 2023, en línea 14 de diciembre 2023.

### Resumen

Hay muchas formas de controlar los caracoles manzana, lo que resalta el importante papel del Gavilán caracolero en el mantenimiento de los ecosistemas como depredador natural, ya que el 95% de la dieta del ave consiste en caracoles de agua dulce del género Pomacea. El objetivo principal de este estudio fue determinar el potencial del gavilán (*Rostrhamus sociabilis*) como agente de control biológico del caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) en cultivos de arroz en Luhr-Port Manavi. Este estudio utiliza el método analítico, el método inductivo y el método de encuesta de campo y consta de tres etapas y métodos: encuesta y observación. En una primera etapa se utilizó diagnóstico situacional para analizar el proceso de producción de arroz en las 25 parcelas identificadas. En la segunda fase se determinó el comportamiento de alimentación del gavilán caracolero. Con dos ejemplares, hembras y machos, se registraron 53 y 59 ciclos de alimentación, respectivamente, como referencia. Estos ciclos constaban de cuatro categorías: búsqueda de alimento, procesamiento de presas en vuelo, procesamiento de presas en reposo y búsqueda de la siguiente comida. Finalmente, se determinó el potencial del ave de estudio como agente de biocontrol mediante el monitoreo de su alimentación, arrojando resultados una densidad de consumo de 184 caracoles/semana\*ha y un potencial 88.04% por encima del potencial de Álamos. 11,96%), lo que indica que el caracol gavilán tiene un gran potencial como control biológico del caracol manzana.

**Palabras clave:** Arroz, alimento, ave, plagas.

### Abstract

There are many ways to control apple slugs, which highlights the important role of the Snail Sparrowhawk in maintaining ecosystems as a natural predator, since 95% of the bird's diet consists of freshwater snails of the genus Pomacea. The main objective of this study was to determine the potential of the sparrowhawk (*Rostrhamus sociabilis*) as a biological control agent of the apple slug (*Pomacea canaliculata*) in rice crops in Luhr-Port Manavi. This study uses the analytical method, the inductive method and the field survey method and consists of three stages and methods: survey and observation. In the first stage, situational diagnosis was used to analyze the rice production process in the 25 identified plots. In the second stage, the feeding behavior of the slug eagle was determined. With two specimens, females and males, 53 and 59 feeding cycles were recorded, respectively, as a reference. These cycles consisted of four categories: foraging, processing prey in flight, processing prey at rest and searching for the next meal. Finally, the potential of the study bird as a biocontrol agent was determined by monitoring its feeding, yielding results of a consumption density of 184 snails/week\*ha and a potential 88.04% above the potential of Alamos. 11.96%), which indicates that the hawkbill snail has a great potential as a biological control of the apple snail.

**Keywords:** Rice, food, poultry, pests

\* Correspondencia del autor:

E-mail: maria.pincay@espm.edu.ec



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra.

## Introducción

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el cultivo alimentario más importante, consumido por aproximadamente el 50% de la población mundial, y su consumo crece espectacularmente en muchas partes del mundo (Liu et al., 2021). La producción estable de arroz está limitada por diferentes estreses bióticos como el cambio climático y plagas como el *P. canaliculata* (Velásquez y Díaz, 2016).

Pomacea (Caenogastropoda: Ampullariidae), comúnmente conocidos como caracoles manzana, son un género de caracoles de agua dulce nativos de América del Sur, Central y del Norte (Hayes et al., 2012). A diferencia de la mayoría de los gasterópodos acuáticos, las especies de Pomacea ponen masas de huevos calcáreos y de colores llamativos por encima de la línea de flotación (Giglio et al., 2018).

Estos caracoles manzana invasores se han convertido en graves plagas agrícolas y ecológicas, dañando gravemente las plántulas de arroz y los vegetales acuáticos y semiacuáticos y amenazando la biodiversidad de los humedales naturales debido a su voraz apetito por la vegetación y su amplio espectro alimentario (Qiu et al. 2011; Wu et al. 2011; Yang y Yu, 2019).

Atacan en la primera fase del crecimiento, ponen en riesgo la rentabilidad y tienen un impacto directo en los costes de producción. Las plántulas son susceptibles a la infestación de babosas 15 días después del trasplante.

Ecuador es uno de los países productores de arroz más importantes de América Latina, hay un total de alrededor de 343.061 hectáreas de cultivos de arroz (Sistema de información pública agropecuaria [SIPA], 2023); De ellas, 200.000 hectáreas se ven afectados por la presencia del caracol manzana (Proaño y Vera, 2017).

Pillaloo et al. (2016) sugirieron que existen varias alternativas, incluido el control biológico que utiliza organismos vivos para reducir las poblaciones de plagas. En este sentido, existen depredadores de esta especie, el más común de los cuales es el azor (*Rostrhamus sociabilis*), el cual es considerado un ave rapaz del género *Rostrhamus* de la familia Accipitridae, de la cual deriva de la raíz griega *Rostrhamus*: L. kancele = pico; hamus = sociabilis gancho: L. sociabilis, socius = social (Begazo, 2021). Su área de distribución incluye partes de México, Centroamérica, Sudamérica, Cuba y Florida (Anchundia y Jaramillo, 2021).

Dado que la presencia de este depredador es importante en los cultivos de arroz, el control rutinario con moluscicidas apunta a su presencia para resaltar el potencial de *Rostrhamus sociabilis* en el control biológico del caracol manzana (*Pomacea canaliculata*).

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El estudio se realizó en la sección Puerto - Loor, ubicada a la llegada de Rocafuerte Cantón Rocafuerte, aproximadamente 1 55 '6' de latitud y 80° '10 '(figura 1) Longitud con un tiempo de ejecución de un año.

### Análisis del proceso productivo del arroz

Para analizar el proceso de producción de los cultivos de arroz, se visitó el área de estudio, a fin de confirmar el número de áreas cultivadas, determinando 25 fabricantes, de los cuales se recibió información sobre el proceso de producción de arroz que ejecutaban.

### Comportamiento de forrajeo del Gavilán caracolero

La población de gavilanes se cuantificó a través de la metodología de cálculo. El recuento se realizó por la mañana y la noche, de 09:30 a 02:00. Suárez et al. (2017). La recopilación de datos, de las especies de aves más grandes sirvió para el conteo en el área de estudio y luego calcular el índice de la diversidad de poblaciones de aves.

Para caracterizar el comportamiento de búsqueda de alimento, se observaron dos individuos de *Rostrhamus sociabilis* utilizando un método de muestreo focal. El seguimiento se realizó desde el momento en que el ave inició la búsqueda de alimento hasta el consumo final de la presa, determinando el forrajeo, la captura, el manejo de la presa en vuelo, el consumo total de caracoles y el tiempo en búsqueda de la siguiente comida. El monitoreo se dividió en dos fases de tres horas cada una, de 8:00 a. m. a 11:00 a. m. y de 2:00 p. m. a 5:00 p. m., utilizando períodos de observación de 15 minutos intercalados con descansos de 15 minutos (Cáceres, 2014).

El tiempo empleado en el comportamiento alimentario de cada ave en cada categoría entre sexos se analizó mediante la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, que es útil cuando se tienen dos muestras independientes y se quiere saber si existen diferencias (Dietrichson, 2019).

### Potencial del gavilán caracolero como controlador biológico del caracol manzana

Las áreas utilizadas por el ave para el monitoreo posterior de su dieta se identificaron calculando el número de conchas encontradas al final del día en cada una de las perchas. Este procedimiento se llevó a cabo de lunes a viernes de 17:00 a 18:00 durante cuatro semanas, tiempo en que el caracol ataca la cosecha después del trasplante (Vargas et al. 2018).

Mediante fórmulas sencillas se calculó la cantidad de caracoles consumidos durante todo el tiempo de monitoreo proyectándolo a un año (ecuación 1) y su consumo por ciclo de vida del ave (ecuación 2), además de calcular la densidad de consumo por área (ecuación 3) y luego representarlo en porcentaje (ecuación 4).

$$\text{Consumo anual} = \text{consumo diario} \cdot 365 \quad [1]$$

$$\text{Con. ciclo devida} = \text{Con. anual} \cdot \text{años de vida del ave} \quad [2]$$

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Número de caracoles consumidos}}{\text{semanas de muestreo} \cdot \text{Área de muestreo}} \quad [3]$$

$$\% = \frac{\text{Total de caracoles consumidos por cada especie}}{\text{Total de caracoles consumidos por las sp}} \cdot 100 \quad [4]$$

## Resultados y discusión

Según el Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Rocafuerte (2016), la zona de Puerto Loor forma parte de una industria que promueve la producción de arroz debido a que su ubicación geográfica se beneficia con la presencia del río, de hecho, Como se muestra en la figura 1, en el territorio de Puerto Loor se identificaron 25 parcelas destinadas al cultivo de arroz.

Los datos de la encuesta muestran que el 100% de los agricultores de arroz utilizan el método de trasplante debido a las ventajas de los canales de riego. Tras inundar la parcela se trasplanta unos 25 días después. Este es un método eficaz porque previene el crecimiento de malas hierbas, mayor rendimiento coincidiendo con Ochoa (2012) quien mostró mayor desarrollo de la planta y carga de grano por mazorca con el trasplante.

El 88% de los agricultores realizó el proceso de producción durante cuatro meses, mientras que el 12% dijo que tomó cinco meses o más, la mayoría mencionó que siembran en dos temporadas, algunos también mencionaron que parte de la ciudad es baja y es propensa a inundaciones, lo que hace imposible cultivar durante todo el año.

El proceso productivo del arroz en el área de estudio es 100% tradicional (figura 2). Dato que concuerda con Pallares (2019) quien describe este mismo proceso incluyendo la selección de semilla antes de establecer el semillero.

Uno de los principales problemas para los agricultores es la presencia del caracol manzana, el 96% afirma que la producción de arroz se ha visto afectada por este, aseverando que este problema está presente desde años, mientras que el 4% restante mencionó tener problemas con otras plagas. En un estudio realizado por Menéndez (2018) en el sector La Virginia del Cantón Babahoyo el 82,22% de los productores han presentado el mismo problema. Iglesias y Castro, 2018, indican que la principal plaga del sector arrocero bajo riego en Ecuador es el caracol manzana (Figura 3)

El 72% de los agricultores indicó que los daños a la producción causados por esta plaga son muy graves

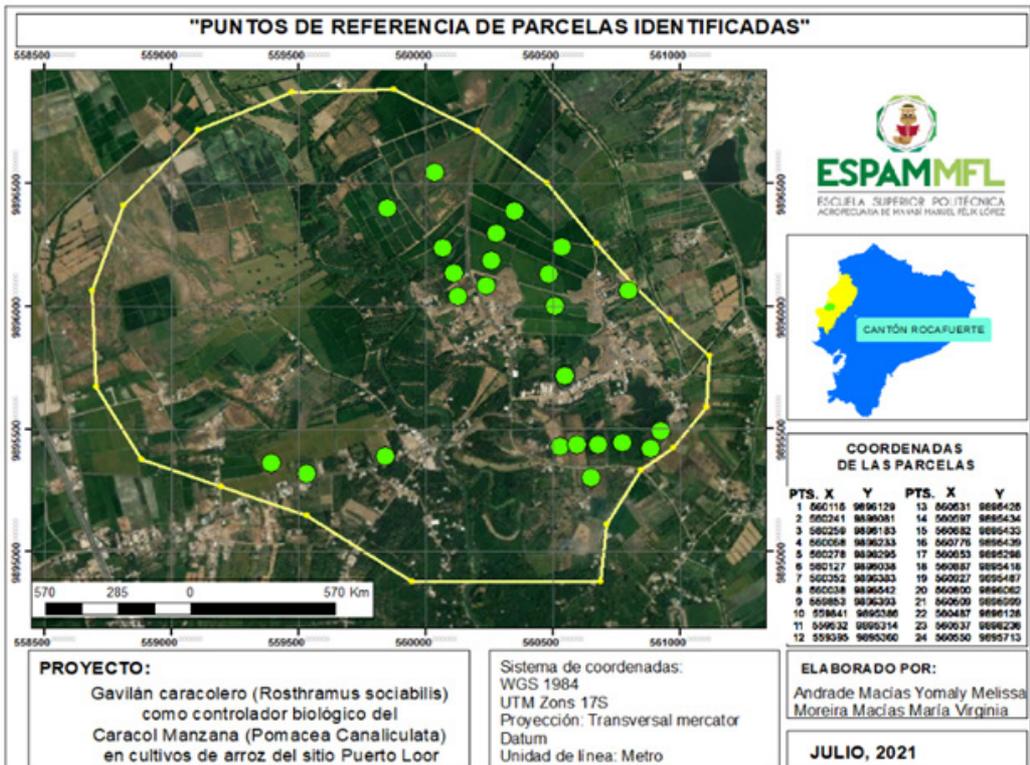


Figura 1. Puntos de muestreo en el Sitio Puerto Loor.

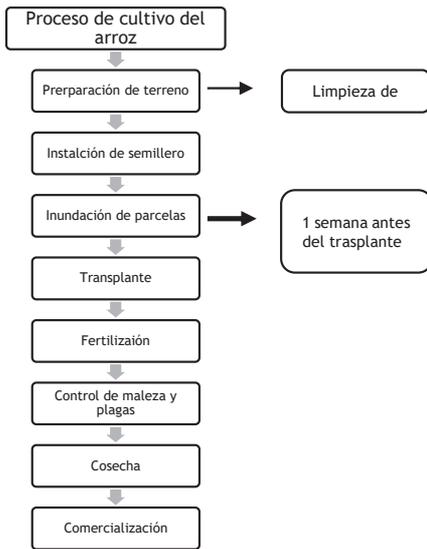


Figura 2. Proceso de cultivo de arroz

ya que los caracoles se multiplican rápidamente y atacan colectivamente. Sotomayor y Villavicencio (2016) resaltaron que en el mismo año el 82% de los productores de la parroquia Yaguachi-Guayas manifestaron tener problemas económicos por el caracol manzana. Se puede observar que el 88% de los agricultores utilizan productos químicos para el control de plagas, que es la forma más rápida de eliminar el impacto de la producción. Según Guzmán (2018) es imposible eliminar el caracol manzana, pero se han establecido muchas estrategias para lograr su control, entre las que destaca el control químico que ha demostrado ser la forma más rápida de controlar la plaga.

Aunque más de la mitad de los agricultores mencionaron que desconocen qué aporte podría hacer el gavilán caracolero, la mayoría admitió que podrían considerarla como un agente de control biológico porque están conscientes de que los pesticidas pueden ser perjudiciales para el control de los caracoles.

Las especies identificadas en el área de estudio fueron siete especies de aves, entre ellas cinco fueron de aves acuáticas voladoras (*Ardea alba*, *Ardea herodias*, *Aramus guarauna*, *Himantopus mexicanus*, *Dendrocygna autumnalis*) y dos de aves rapaces



Figura 4. Estrategia de caza. A) gavilán caracolero, B) caza desde la percha, C) caza desde el vuelo



Figura 3. Puesta de huevos en las plántulas de arroz y presencia de hojas amarillas.

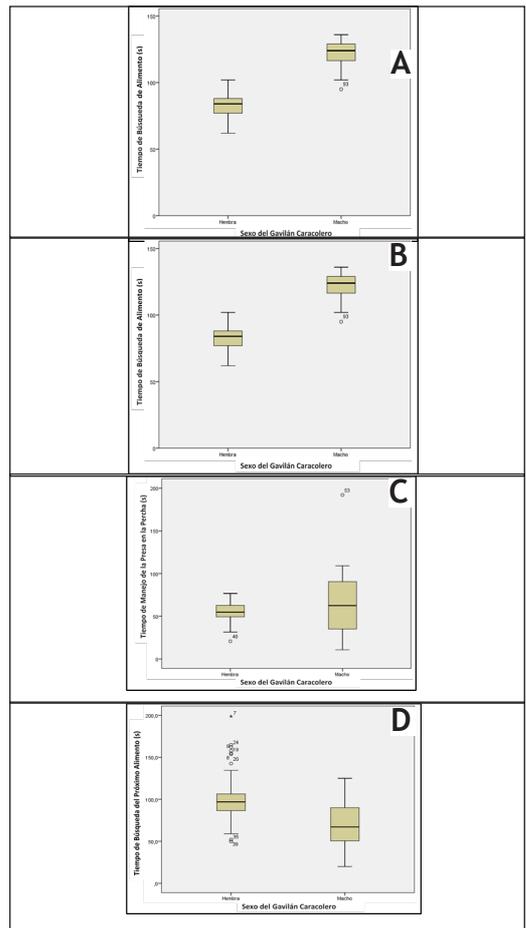


Figura 5. Tiempos invertidos por el Gavilán caracolero en su comportamiento de forrajeo, cada imagen muestra los tiempos para cada categoría de cualquiera de las estrategias de caza: A) Tiempo de búsqueda de alimento, B) Tiempo de manejo de la presa en vuelo, C) Tiempo de manejo de la presa en la percha, D) Tiempo de búsqueda del próximo alimento.

(*Rostrhamus sociabilis* y *Buteogallus medirionalis*), al calcular el índice de Shannon - Weaver dio un valor de 1,67 teniendo una diversidad media coincidiendo con lo expuesto por Carrión (2019).

El gavilán caracolero es la tercera especie menos abundante debido a la presencia de varios productos químicos actuales contra los caracoles y, por tanto, son el alimento más importante esta especie. Además, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020), las poblaciones de *R. sociabilis* en Ecuador se han visto afectadas debido al consumo de caracoles contaminados con pesticidas utilizados para el control de plagas.

El gavilán caracolero comienza su ciclo de búsqueda de alimento muy temprano utilizando dos estrategias de caza, a saber. comienza a visualizar presas desde su posición y realiza vuelos cortos sobre cuerpos de agua (en este caso sobre arrozales). Después de este proceso, el ave vuela hasta la percha más cercana para alimentarse y luego inicia una nueva búsqueda. El hábitat de esta ave se compone de cercas que separan terrenos, árboles, plantaciones de plátano, cocoteros e incluso en grandes rocas, ratificando lo mencionado por Chinchilla y Barias (2018).

Durante el período de monitoreo se registraron un total de 53 ciclos de alimentación para hembras y 59 ciclos para machos, comparando el tiempo de permanencia de cada ave en cada categoría ofrecida. Como se muestra en la Figura 4, las hembras pasan menos tiempo buscando comida que los machos (hembras: valor máximo 102 segundos, media  $\bar{x}=82,47$  segundos, machos: valor máximo 136 segundos,  $\bar{x}=122,53$ ), y el valor de significancia es 0,000, lo que indica que hay una diferencia significativa en el tiempo invertido entre los sexos. La misma situación se puede observar en el estudio de Chinchilla y Barias (2018), donde las mujeres utilizaron un máximo de 483 s,  $\bar{x}=166,49$  s, y los hombres un máximo de 727 s,  $\bar{x}=137,39$ .

En la categoría de manipulación de presas durante el vuelo (figura. 5), las hembras pasan más tiempo que los machos (hembras: máx. 12 s, promedio  $\bar{x}=4,45$  s, machos: máx. 8 s,  $\bar{x}=3,09$  s) según lo indicado anteriormente. Los resultados fueron consistentes: las mujeres promediaron  $\bar{x}=45,01$  segundos y los hombres promediaron 0,068, lo que significa que no hubo diferencias significativas entre los sexos en el

tiempo empleado. En la categoría de procesamiento de presas en percha, los machos pasaron más tiempo procesando caracoles para alimentarlos en ambos estudios, con tiempos registrados que oscilaron entre un mínimo de 11 segundos y un máximo de 192 segundos (estudio actual) y 3 segundos. En el estudio de Chinchilla y Barias (2018), los hombres registraron 195 s y las mujeres de 21 a 77 s (el estudio actual) y de 53 a 175 s en el estudio original. Finalmente, en ambos estudios, las hembras dedicaron más tiempo que los machos a buscar el próximo alimento.

De acuerdo con Correa y García (2018), se observó que *R. sociabilis* no tiene un hábitat de alimentación fijo, es decir, se alimenta de ramas, plantas verdes, cocos o troncos secos luego de capturar a sus presas, por lo que no existe una definición. Sin embargo, el número exacto de hábitats totales se puede determinar y georreferenciar a cinco sitios donde las aves estudiadas son más comunes. Al ser el único individuo de la especie en la parcela elegida, es más fácil monitorear y concluir que los hábitats identificados pertenecen a una sola ave. Durante el día, se observó regularmente a *R. sociabilis* alrededor de los campos para garantizar que estuviera usando el mismo hábitat identificado originalmente, y también se registraron datos si usaba otros sitios para alimentarse. En este sentido, durante el mes se registraron un total de 790 caracoles; A partir de estos datos se calculó un valor promedio, es decir, se consumieron 39 caracoles por persona al día, por lo que este valor está dentro de la cantidad óptima para una dieta adulta.

En la figura 6 se evidencia la tendencia del consumo de caracoles en cada semana, la línea empieza a caer con el pasar de los días debido a que a medida que el arroz crece, se vuelven un obstáculo para el ave para lograr visualizar a su presa, además, como lo menciona Vargas (2018) el *P. canaliculata* encuentra más susceptibles las plántulas con una edad de 25 días en piscinas que contengan láminas de agua óptimas para su desarrollo, en efecto la presencia de esta especie también empieza a reducirse. Ramírez et al. (2017) también manifiesta que el agua con altos nutrientes de la contaminación agrícola también hace que sea difícil para las *R. sociabilis* encontrar caracoles. Los altos niveles de fósforo favorecen el crecimiento masivo de plantas flotantes exóticas, como la lechuga de agua y el Jacinto de agua, pasto, etc. Considerando que la mayoría de los productores siembran dos veces al año, el consumo diario de caracoles se estima en 14.235 caracoles por año, y esto se calcula en 14 años (vida de Gavilán) de cosecha de arroz, totalizando 14.235 caracoles. En 2018 se capturaron 199.290 caracoles, lo que significa que grandes poblaciones de esta especie podrían proporcionar un consumo más rentable de estos cultivos, considerando el consumo de uno o una pareja durante la temporada de anidación. Ramírez et al. (2017) aseguran que esta ave es considerada un potencial regulador de plagas como *P. canaliculata*, ya que sus hábitos alimentarios son completamente dependientes de esta especie, manteniendo una estrecha relación con los sistemas

Figura 6. Ingesta de Caracoles por semana



de agua dulce. Sin embargo, según las especificaciones de Chinchilla y Barías (2018) existe otra ave que puede considerarse reguladora de la población de caracoles en el género Pomacea, en este caso es el Carrao (*A. guarauna*), ave casi conocida como los Locos Su dieta proviene únicamente de caracoles manzana, pero también incluye pequeñas ranas, ostras de agua dulce, camarones, gusanos y algunos insectos. Según Chinchilla y Barías (2018), *A. guarauna* consume 25 caracoles por semana\*ha con un potencial de consumo del 11,96%, mientras que *R. sociabilis* alcanzó un total de 184 caracoles/semana\*ha, lo que da un potencial de 88,04%. Considerando estos resultados, queda claro que el caracol gavián puede ser considerado como un control biológico del caracol manzana porque supera el potencial alcanzado por el callao. Sin embargo, esta realidad puede ser otra, pues el número de flamencos en los arrozales ha disminuido, lo que se ha atribuido a la contaminación agrícola; Los productores utilizan grandes cantidades de pesticidas que envenenan a las aves hasta la muerte. De hecho, un estudio de Ramírez et al. (2017) demostraron la ausencia de águilas en la primera fase del programa, donde el área de estudio estaba fuertemente contaminada con los pesticidas utilizados, pero en la segunda fase del estudio se evitó el uso de dichos tóxicos agrícolas y se eliminaron los comederos. en presencia de decenas de aves en toda la zona de estudio.

## Conclusión

Los ejemplares observados (hembras y machos) exhibieron dos estrategias de caza, sentada y volando, divididas en cuatro categorías; las hembras dedicaban menos tiempo a buscar comida que los machos; manejo de presas en vuelo y manejo de presas. Mostraron un ritmo similar al perseguir a sus presas; las hembras pasaron más tiempo que los machos regresando en busca de la siguiente comida. Montar, alimentar.

El Gavián caracolero logró una densidad de consumo de 184 caracoles/semana\*ha y un potencial de 88,04% dato que supera el potencial logrado por el Carrao (11,96%), en efecto, a pesar que el Gavián caracolero no es el único que se alimenta del Caracol manzana, queda demostrado que tiene buen potencial como controlador biológico de este molusco.

## Recomendaciones

Educar a los productores para reducir el uso indebido de pesticidas y considerar el manejo de agentes de control biológico como una alternativa.

## Referencias bibliográficas

Anchundia, E. y Jaramillo, J. (2021). Hábitat potencial del gavián caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), en la cuenca baja del río Portoviejo. Polo Del Conocimiento, 6(57). 592-608 <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/2588/5408>

Begazo, A. (2021). Gavián caracolero (*Rostrhamus*

*sociabilis*). CORBIDI, Lima, Perú. <https://www.peruaves.org/accipitridae/>

Cáceres, M. (sin fecha). Comportamiento de forrajeo y uso del hábitat del Gavián caracolero (*Rostrhamus sociabilis*, Palo Verde, Costa Rica. [Tesis de posgrado, Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre]. [https://www.academia.edu/7985673/Comportamiento\\_de\\_forrajeo\\_y\\_uso\\_d\\_el\\_h%C3%A1bitat\\_del\\_gavil%C3%A1n\\_caracolero\\_Ros](https://www.academia.edu/7985673/Comportamiento_de_forrajeo_y_uso_d_el_h%C3%A1bitat_del_gavil%C3%A1n_caracolero_Ros)

Carrión, F. (2019). Asociación de la comunidad de anuros en tres niveles de conservación de la reserva privada "El Madrigal" en la Región Sur del Ecuador. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22553/1/Carri%C3%B3n%20Agila%20Felipe%20Santiago.pdf>

Chinchilla, A. y Barías, I. (2018). Hábitos Alimentarios Del "Gavián Caracolero" *Rostrhamus Sociabilis Major* (Nelson y Goldman 1933) en dos Humedales del Complejo Güija, Santa Ana, El Salvador. [Tesis de grado, Universidad De El Salvador]. <https://docplayer.es/135179800-Universidad-de-el-salvador-facultad-de-ciencias-naturales-y-matematica-escuela-de-biologia.html>

Correa, J. y García, L. (2018). Distribución y abundancia del gavián caracolero (*Rostrhamus sociabilis*) y la correa (*Aramus guarauna*), y su interacción con la chivita (*Pomacea flagellata*) en la Laguna de Bacalar, Quintana Roo, México. Huitzil, 20(1). 55. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/756/75661099004/75661099004.pdf>

Dietrichson, A. (2019). Métodos Cuantitativos. <https://bookdown.org/dietrichson/metodos-cuantitativos/>

Figuroa, R. (2016). Evaluación de tres insecticidas para el control del caracol. (*Pomacea canaliculata*. Lamarck) En El Cultivo De Arroz. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/13759/1/Figuroa%20Aspiazu%20Rolando%20Rafael.pdf>

Giglio M, Garro C, Caviedes-Vidal E, Heras H. Egg perivitelline fluid of the invasive snail *Pomacea canaliculata* affects mice gastrointestinal function and morphology. PeerJ. 2018 Oct 29;6:e5314. doi: 10.7717/peerj.5314. PMID: 30397537; PMCID: PMC6211264.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Rocafuerte. (2016). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. [http://app.sni.gob.ec/sin-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/086002841000\\_1\\_Diagnostico\\_Rocafuerte\\_Final\\_Def\\_29-10-2015\\_19-04-14.pdf](http://app.sni.gob.ec/sin-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/086002841000_1_Diagnostico_Rocafuerte_Final_Def_29-10-2015_19-04-14.pdf)

Guzmán, P. (2018). Efecto del quelato de cobre más agua ozonizada en el control de caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) en el cultivo arroz de la zona de Salitre. [Tesis de grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10210/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-135.pdf>

Hayes, K. A., Cowie, R. H., Thiengo, S. C., & Strong, E. E. (2012). Comparing apples with apples: clarifying the identities of two highly invasive Neotropical Ampullariidae (Caenogastropoda). Zoological Journal of the Linnean Society, 166(4), 723-753.

Huayamave, M. (2020). Manejo del Caracol Manzana (*Pomacea canaliculata*) en el Cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L.) Mediante la Aplicación de Extractos Botánicos. Salitre-Guayas. [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/HUAYAMAVE%20CEDE%3%910%20MIGUEL%20ANGEL.pdf>

Iglesias, C. H. I. P., & Castro, C. A. R. S. (2018). Principales insectos plaga, invertebrados y vertebrados que atacan el cultivo del arroz en Ecuador. Revista científica agroecosistemas, 6(1), 95-107.

Liu, Z., Zhu, Y., Shi, H., Qiu, J., Ding, X., & Kou, Y. (2021). Recent Progress in Rice Broad-Spectrum Disease Resistance. International journal of molecular sciences, 22(21), 11658. <https://doi.org/10.3390/ijms222111658>

- Menéndez, A. (2018). Estudio Agro - Socio - Económico de la Producción Arrocera en el Recinto la Virginia, Cantón Babahoyo, Provincia de Los Ríos. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29506/1/Men%20a%20nandez%20Murillo%20Gonzalo%20Andr%20c3%20a9s.pdf>
- Ochoa, L. y García, J. (2012). Determinación de la Actividad Molusquicida de los Extractos Vegetales sobre el Caracol Manzana (*Pomacea canaliculata*) y su Impacto en la Diversidad de Artrópodos. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21123/1/TESIS%20CD%20-%20OCHOA%20Y%20GARCIA.pdf>
- Pallares, R. (2019). Modelo de evaluación de un cultivo de arroz para determinar su factibilidad. [Tesis de grado, Fundación Universidad De América]. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7291/1/109491-2019-I-GE.pdf>
- Pilalao, W., Alcivar, B. y Carvajal, C. (2016). El control biológico: alternativa sostenible en el cultivo de arroz del Ecuador. DELOS 50. 25. <https://www.eumed.net/rev/delos/27/arroz.html>
- Proaño, G. y Vera, F. (2017). Gasto en el consumo de cereales y derivados frente al índice de precios del arroz en Ecuador, 2009-2014. Revista Espacios, 38(61), 17. <https://www.revistaespacios.com/a17v38n61/17386117.html>
- Qiu JW, Chan MT, Kwong KL, Sun J. 2011. Consumption, survival and growth in the invasive freshwater snail *Pomacea canaliculata*: does food freshness matter? *J Mollus Stud* 77:189- 195. doi:10.1093/mollus/eyr005
- Ramírez, C., García, S. y Vera, J. (2017). Control agroecológico del caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) mediante la implementación de un sistema de comederos para el gavián caracolero (*Rostrhamus sociabilis*) con pequeños agricultores arroceros del cantón Daule, Provincia del Guayas, Ecuador. <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/1069/602>
- Rodríguez, I. 2019. Manejo integrado de los principales insectos- plaga que afectan el cultivo de arroz en Ecuador. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)*. Vol. 09: 53-61. ISSN (p): 2278-8719 Quiroz, J. 2012.
- Sotomayor, H. y Villavicencio, E. (2016). Análisis de factibilidad para mejorar la producción de arroz de las parcelas de los agricultores de la parroquia Yaguachi Nuevo del cantón San Jacinto de Yaguachi de la provincia del Guayas. [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte De Guayaquil]. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/1753/1/T-ULVR-1570.pdf>
- Suárez, O., González, F. y Celis, A. (2017). Entendiendo la complementariedad de dos métodos de muestreo en el estudio de comunidades de aves de un bosque mesófilo de montaña en temporada reproductiva. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(4). 880-887. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532017000400880](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532017000400880)
- Velásquez, V. y Díaz, C. (2016). Análisis económico, social y político de la cadena agroalimentaria del arroz en el Ecuador, periodo 2005-2014. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12428/disertaci%2B%C2%A6n%20arroz%20Vinicio%20Vel%2B%C3%ADsquez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Wu JY, Wu YT, Li MC, Chiu YW, Liu MY, Liu LL. 2011. Reproduction and juvenile growth of the invasive apple snails *Pomacea canaliculata* and *P. scalaris* (Gastropoda: Ampullariidae) in Taiwan. *Zool Stud* 50:61-68.
- Yang, Q. Q., & Yu, X. P. (2019). A new species of apple snail in the genus *Pomacea* (Gastropoda: Caenogastropoda: Ampullariidae). *Zoological Studies*, 58.