



Análisis de las medidas de disposición final implementadas en Colombia para dar manejo al caracol gigante africano.

Ana María Salazar Torres

Monografía presentada para optar al título de Especialista en Gestión Ambiental

Tutor

Faber Esteban Gil Acosta, Especialista (Esp) en Evaluación del impacto ambiental de proyectos

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Especialización en Gestión Ambiental

Medellín, Antioquia, Colombia

2021

Cita	(Salazar Torres, 2021)
Referencia	Salazar Torres, A. (2021). <i>Análisis de las medidas de disposición final implementadas en Colombia para dar manejo al caracol gigante africano</i> [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Especialización en Gestión Ambiental, Cohorte XI.



Biblioteca Carlos Gaviria Díaz

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla

Jefe departamento: Julio César Saldarriaga Molina

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

1. Introducción	11
2. Objetivos	12
2.1 Objetivo general	12
2.2 Objetivos específicos:	12
3. Marco teórico	13
3.1 Características del caracol gigante africano (<i>Achatina fulica</i>)	13
3.2 Caracol gigante africano en el mundo.	18
3.3 Caracol gigante africano en América.	22
3.4 Caracol gigante africano en Colombia	27
4. Metodología	36
4.1 Revisión de protocolos de disposición final de caracol gigante africano empleados por las autoridades ambientales en Colombia.	36
4.2 Revisión del contexto mundial respecto a la disposición final del caracol gigante africano.....	37
4.3 Revisión bibliográfica de medidas alternativas de disposición final.....	37
5. Resultados y análisis	39
5.1 Disposición final de caracol gigante africano por parte de las autoridades ambientales en Colombia	39
5.2 Disposición final y aprovechamiento del caracol gigante africano en el mundo.	44
5.3 Medidas alternativas de disposición final de caracol gigante africano empleadas en Colombia.....	50
6. Conclusiones	55
7. Referencias bibliográficas	58

Lista de tablas

Tabla 1. Manejo del caracol gigante africano por parte de las autoridades ambientales en Colombia.	39
Tabla 2. Recuento de investigaciones desarrolladas en el mundo respecto al aprovechamiento del caracol gigante africano	45
Tabla 3. Algunas investigaciones desarrolladas en Colombia respecto al caracol gigante africano	51

Lista de figuras

Figura 1. Clases de edad del caracol gigante africano según las características de su concha.	14
Figura 2. Distribución del caracol gigante africano en América del Sur	25
Figura 3. Distribución del caracol gigante africano en Colombia.....	28
Figura 4. Métodos de disposición final de caracol gigante africano propuestos por la Resolución 654 de 2011	31
Figura 5. Protocolo para el manejo integral de caracoles invasores por parte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.....	34
Figura 6. Metodología implementada para llevar a cabo la monografía.....	38
Figura 7. Métodos de disposición final de caracol gigante africano implementados por las autoridades ambientales en Colombia.	41
Figura 8. Partes del caracol gigante africano aprovechadas como insumo en procesos productivos.	48

Glosario

- **Caracol gigante africano (CGA):** Molusco terrestre originario de África, que se ha propagado por el mundo gracias a la intervención antrópica y ha sido catalogado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), como una de las 100 especies exóticas más dañinas del mundo por los impactos que causa a los ecosistemas, la agricultura y la salud pública. (Roobak Kumar et al., 2018).
- **Caza de control:** es la caza que se realiza cuando, por circunstancias de orden social, económico o social, se requiere regular la población de una especie de la fauna silvestre. (Decreto 1076 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).
- **Disposición final:** Tomando como referencia lo establecido para residuos peligrosos, corresponde al proceso de aislar y confinar los residuos peligrosos en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente. (Decreto 1076 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)
- **Especie exótica:** Se trata de las especies cuya área natural de dispersión geográfica no corresponde al territorio nacional ni a sus aguas jurisdiccionales y si se encuentra en el país es como resultado voluntario o involuntario de la actividad humana. (Decreto 1076 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)
- **Especie exótica invasora:** son aquellas que han logrado colonizar un área luego de haber interrumpido la barrera geográfica y se han propagado sin asistencia humana directa en hábitats naturales o seminaturales, donde su establecimiento y expansión representa una amenaza para los ecosistemas, hábitats y especies con afectaciones económicas y/o ambientales. (Resolución 848 de 2008. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008)
- **Manejo Integral de plagas o Manejo Integrado de Plagas (MIP):** Considera todas las medidas disponibles para minimizar y evitar el desarrollo de las poblaciones de plagas, esta contempla el uso de sustancias químicas y el desarrollo de acciones que permitan

reducir los riesgos a la salud humana y el ambiente. Inicialmente este concepto se acuñaba exclusivamente en cultivos, pero su campo de aplicación se ha ido extendiendo hacia otros escenarios. (National Pesticide Information Center, 2021)

- **Residuo peligroso:** Es aquel residuo o desecho que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, **infecciosas** (como en el caso el CGA) o radiactivas, puede causar riesgos, directos e indirectos, a la salud humana y el ambiente. (Decreto 1076 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)

Resumen

El caracol gigante africano (CGA) es reconocido como una de las especies más dañinas del mundo dado los impactos generados a la agricultura, los ecosistemas y la salud pública de las comunidades. En Colombia ha sido declarado especie exótica invasora desde el año 2008, siendo objeto de la implementación de medidas para su prevención, control y manejo, tal como lo establece la Resolución 654 de 2011, la cual determina, entre otras cosas, los lineamientos para realizar una disposición final segura de los caracoles una vez son capturados. Esta monografía se realizó con el objetivo de analizar los métodos de disposición final que vienen implementando las autoridades ambientales en Colombia, revisando si estas se ciñen estrictamente a la normatividad, o si por el contrario, proponen nuevas alternativas de disposición que se deriven en el aprovechamiento del molusco, como viene probándose en diferentes partes del mundo donde también se tiene la misma problemática. Se solicitó a ocho (8) autoridades ambientales en Colombia la información respecto al protocolo que tienen establecido para la atención de casos por presencia de CGA, haciendo énfasis en el método implementado para realizar su disposición final una vez se recolectan; se encontró que la mayoría de las autoridades ambientales aplican el enterramiento *in situ*. También se indagó sobre los estudios que se han desarrollado alrededor del mundo para tratar de encontrar en el CGA algún tipo de beneficio, resultando que este es apto para ser utilizado en procesos médicos, industriales, alimenticios, entre otros; esta misma búsqueda fue realizada para Colombia, sin embargo, hasta el momento no existe registro alguno en la literatura que dé cuenta que en el país se estén realizando investigaciones de este tipo, no obstante, se tiene conocimiento que en el Valle de Aburrá se viene desarrollando un proceso para la generación de fertilizante para el suelo a partir del compostaje de esta especie, lo cual los hace pioneros en el aprovechamiento del CGA en Colombia.

Palabras clave: Especie exótica, especie invasora, caracol gigante africano, *Achatina fulica*, disposición final.

Abstract

The giant African snail (GAS) is recognized as one of the most dangerous species in the world due to the generated impacts over agriculture, the ecosystems, and communities' public health. In Colombia, it has been declared as an exotic-invasive specie since 2008; being objective of the implementation of steps to its prevention, control, and management, as the Resolution 654 of 2011 established, which mandates, among other things, the guidelines to create a safe final disposal of the snails once they are captured. This monograph is made with the objective to analyze the final disposals methods that are being implemented by the Colombian environmental authorities; checking if these cling, strictly, to the normative, or, on the contrary, if they propose new disposal alternatives derived from the use of the mollusk, as it has been tested in different places around the world where they have the same problem. The information about the established protocol for the attention to the cases for presence of the GAS was requested to eight (8) environmental authorities in Colombia, making emphasis on the implemented method to conduct the final disposal once they are recollected; it was found that most of the environmental authorities use the burial in situ. It was also investigated about the studies that had been made around the world to try to find some kind of benefit in the GAS, finding out it is suitable to be used in different kind of processes as medical, industrial, alimentary, etc.; the same research was made for Colombia, nonetheless, until now, there is not a single register in the literature that shows that researches are being made. However, it is known that in El Valle de Aburrá, a process been made to generate organic fertilizer from the specie composting, which made them pioneers in the use of the GAS in Colombia.

Keywords: exotic species, invasive species, giant african snail, *Achatina fulica*, final disposition

1. Introducción

El presente documento tiene como fin analizar las alternativas de disposición final que se emplean en el tratamiento dado a la especie exótica invasora caracol gigante africano (*Achatina fulica*), toda vez que por sus múltiples impactos al ambiente, la salud pública y la economía, en la mayoría de casos el análisis se centra únicamente en determinar los métodos más efectivos para su control, aun cuando por el riesgo zoonótico que representa el caracol gigante africano (CGA), las medidas de disposición final empleadas deberán ser cuidadosamente seleccionadas y ejecutadas para evitar afectaciones al ser humano.

De acuerdo con lo anterior, se analizan las medidas que vienen implementando las autoridades ambientales en Colombia para dar disposición final a esta especie exótica invasora, estableciendo si existe relación entre el marco normativo (Resolución 654 de 2011) y la práctica, e identificando cuál de los métodos propuestos son los más implementados en el país y las razones que se tiene en cuenta para aplicarlos. Así mismo, se indaga sobre aquellas alternativas de disposición final de Caracol gigante africano que han sido evaluadas en el país y el mundo, alternativas que difieren de las ya planteadas por la normatividad colombiana y que representan la oportunidad de generar un beneficio a partir de la problemática, toda vez que en ellas se reconocen las propiedades que tienen estos moluscos para ser utilizados como materias primas en procesos productivos.

Esta monografía se desarrolla atendiendo a las disposiciones entregadas por el Numeral 4 del Artículo 4 de la Resolución 654 de 2011 del hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Por la cual se corrige la Resolución No. 0848 del 23 de mayo de 2008 y se adoptan las medidas que deben seguir las autoridades ambientales, para la prevención, control y manejo de la especie caracol gigante africano (*Achatina fulica*)”, el cual establece la necesidad de generar una línea base de conocimiento de las condiciones locales de la problemática generada por presencia de esta especie invasora.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Analizar las alternativas implementadas en Colombia para la disposición final del caracol gigante africano.

2.2 Objetivos específicos:

- Evaluar el cumplimiento normativo de las estrategias de disposición final de caracoles invasores que se vienen implementando en Colombia.
- Analizar el contexto mundial frente a la disposición final del caracol gigante africano, identificando aquellas alternativas productivas cuya materia prima es esta especie invasora.
- Identificar y analizar qué medidas de disposición final están siendo evaluadas o utilizadas en Colombia diferentes a las ya propuestas por la Resolución 654 de 2011 del hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

3. Marco teórico

Las especies exóticas son aquellas cuya distribución natural no corresponde al territorio nacional y han sido introducidas en el país por acción antrópica, en muchas ocasiones de manera voluntaria como objeto de mercado (Decreto 1076 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015). Cuando las especies exóticas logran dispersarse de manera efectiva en hábitats naturales o seminaturales sin asistencia humana y su presencia pone en riesgo el equilibrio de los ecosistemas, generando daños ambientales y económicos, reciben el nombre de especies exóticas invasoras (Resolución 848 de 2008. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008). Según lo establece la Resolución 848 de 2008, en Colombia se tienen identificadas 17 especies exóticas invasoras, entre las cuales se encuentra el caracol gigante africano (CGA).

3.1 Características del caracol gigante africano (*Achatina fulica*)

La clasificación taxonómica de la especie CGA, está dada de la siguiente forma: reino: animal, filo: mollusca, clase: gasterópoda, subclase: Pulmonada, orden: Stylommatophor, suborden: Sigmurethra, superfamilia: Achatinoidea, familia: Achatinidae, género: Achatina, especie: fulica. (Saidou et al., 2020)

- **Morfología**

El CGA es un animal gasterópodo invertebrado formado principalmente por dos partes: la concha y el cuerpo. El cuerpo es de color marrón oscuro y se caracteriza por tener una piel húmeda, pues la capa cutánea contiene glándulas que producen una secreción viscosa denominada baba, con funciones lubricantes protectoras y de poder hidrófilo que facilita el movimiento. Esta especie también posee cuatro tentáculos, el par superior de tentáculos tienen ojos en las puntas y el par inferior tiene el órgano sensorial que les permite oler. (Saidou et al., 2020).

Respecto a la concha, Ochoa Salazar et al., (2020) explica que de acuerdo a su longitud, el CGA se divide en cuatro (4) categorías o clases de edad, las cuales también condicionan las características del desarrollo de las estructuras asociadas a la reproducción, tal como se menciona a continuación:

- **Inmaduros:** la concha tiene forma globosa, es delgada y translúcida, razón por la cual es posible observar puntos negros en el manto y no percibir claramente las rayas longitudinales de la concha. Mide entre 0,5-1,0 cm.
- **Juveniles:** la concha empieza a tomar una forma cónica con crecimiento en espiral y se hace más gruesa, por lo que las rayas longitudinales se vuelven un poco más visibles y los puntos negros del manto empiezan a ser menos perceptibles. Mide entre 1,1-4,0 cm.
- **Subadultos:** La concha adopta una forma cónica muy bien definida y continúa su engrosamiento; esta empieza a tomar un color marrón, siendo completamente visibles las rayas longitudinales de color beige amarillento, violeta y marrón. Para esta categoría en la concha ya no se perciben los puntos negros el manto. Mide entre 4,1 -7,0 cm.
- **Adultos:** La concha es cónica y gruesa, con rayas longitudinales de color marrón oscuro, beige y violeta oscuro. Mide 7,1 cm en adelante

Figura 1.

Clases de edad del caracol gigante africano según las características de su concha.



Nota: Estados de desarrollo del caracol gigante africano de acuerdo con el tamaño y los patrones de coloración de su concha. Tomado de (Ochoa Salazar et al., 2020).

“La longitud de la concha de los adultos puede exceder los 20 cm, pero generalmente varía entre unos 5 a 10 cm. El peso medio del caracol es de aproximadamente 32 gramos” (Roobak Kumar et al., 2018).

- **Biología**

Los individuos adultos de CGA alcanzan la madurez sexual en menos de un año (5 o 6 meses), se caracterizan por ser una especie hermafrodita, es decir, tienen órganos sexuales masculinos y femeninos al mismo tiempo, por lo tanto, pueden generar óvulos y espermatozoides de forma simultánea (Ochoa Salazar et al., 2020), pese a esa condición, es necesario que haya copulación entre individuos, proceso que puede tardar entre 3 y 6 horas, pero puede prolongarse hasta 24 horas. Posterior a la copulación, los caracoles están en la capacidad de almacenar espermia y dado su hermafroditismo, auto fecundarse, garantizando de este modo varias puestas de huevos con un solo apareamiento (Saidou et al., 2020).

Durante la reproducción, cuando dos individuos aproximadamente iguales en tamaño se aparean, existe la posibilidad de que los gametos se transfieran a cada individuo por el otro al mismo tiempo; por otro lado, si los individuos son de tamaños diferentes, el papel de hembra lo adoptará el individuo más grande y la transferencia de gametos se dará únicamente desde el individuo más pequeño hacia el más grande en un apareamiento unilateral (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2018).

Luego de que al caracol alcanza una edad fértil, en su primera puesta puede llegar a depositar entre 100 y 200 huevos, pero para el segundo año puede sobrepasar los 500 huevos; se tiene registro que durante la adultez esta especie pone en promedio entre 900 y 1200 huevos por año. Los caracoles depositan sus huevos sobre el suelo frío o debajo de objetos que permitan resguardarlos; en el trópico, los huevos eclosionan por lo general a temperaturas por encima de 15°C después de 11 a 15 días de puestos. Una vez los caracoles eclosionan y durante su estado inmaduro y juvenil, permanecerán ocultos en el suelo durante 5 a 15 días, alimentándose de las cascaras de sus propios huevos, huevos no eclosionados o desechos orgánicos antes de buscar otro

alimento; los caracoles inmaduros crecen hasta la edad adulta en aproximadamente seis meses y pueden vivir entre 5 y 9 años. (Saidou et al., 2020)

- **Hábitos**

El CGA es una especie de hábitos nocturnos y crepusculares, que puede llegar a presentar actividad durante el día si el suelo tiene las condiciones de humedad óptimas. Según explica González Aguilera & Arias Ortiz (2019) el hábitat natural de los caracoles son los bosques húmedos, en los que las temperaturas promedio varían entre 19 a 26 °C. No obstante, pueden desarrollarse en condiciones térmicas extremas; frías de 3 °C y calientes de 30 °C, en un pH 5-6 y una humedad relativa de 76 a 87 %. Tiene una alta sensibilidad a grandes tasas de evaporación, bajo estrés hídrico y puede entrar en un estado de letargo denominado estivación, si las condiciones del ambiente no resultan favorables para el desarrollo de sus funciones vitales, durante este proceso el caracol se entierra y permanece inactivo por periodos de más de un año, perdiendo cerca del 60% de su peso corporal (Ochoa Salazar et al., 2020). Para llevar a cabo la estivación, el caracol se contrae en su concha y forma una capa protectora alrededor de la apertura de esta, denominada epifragma, aislándolo del exterior y permitiendo así aumentar la posibilidad de supervivencia. (Santos et al., 2018)

Si bien esta especie de molusco habita en zonas de humedad, no permanecen en un solo lugar y tiende a establecerse en cualquier sitio, principalmente en áreas caracterizadas por la alta densidad de población, tales como: tierras costeras, bosques naturales o plantados, matorrales, espacios urbanos, humedales y áreas agrícolas (González Aguilera & Arias Ortiz, 2019), cabe destacar que el CGA es una especie que consume al menos 500 diferentes tipos de plantas, algas y líquenes, además se alimenta de huesos y materia orgánica en estado de descomposición, heces fecales e incluso rocas calizas y paredes en busca de fuentes de calcio, pese a ser una especie tropical es capaz de sobrevivir en condiciones adversas. (Saidou et al., 2020)

- **Impacto ambiental**

Los principales impactos ambientales generados por la presencia del CGA en un ecosistema, están representados en la afectación a la biodiversidad, el daño en el suelo y la disminución, incluso extinción, de especies nativas (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2018). Al ser una especie con características singulares como su hábito de alimentación voraz, su alto nivel reproductivo, crecimiento acelerado y gran resistencia a condiciones ambientales adversas, tiene la capacidad de adaptarse de manera rápida a los ambientes nuevos en los que es incorporado, generando el desplazamiento de poblaciones tanto de caracoles nativos como de otras especies de fauna, al competir por los recursos del hábitat. (Área Metropolitana del Valle de Aburrá & Parque de la Conservación, 2020). Por tratarse de una especie exótica, en el territorio colonizado no posee depredadores naturales que puedan establecer un control biológico, razón que propicia su proliferación. En general, las especies invasoras modifican la estructura, procesos y funciones de los ecosistemas llevando a un desequilibrio en la integridad del ecosistema y en la regulación de procesos naturales vitales (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2018).

- **Riesgo para la salud human**

La creencia popular entre las comunidades afectadas por la presencia del CGA, es que se trata de una especie venenosa o tóxica al contacto, sin embargo, la realidad es que es un animal que representa un riesgo zoonótico, ya que puede llegar a ser hospedero de larvas del nemátodo *Angiostrongylus cantonensis*, un parásito pulmonar proveniente de las ratas el cual es expulsado al medio a través de sus heces; teniendo en cuenta que los caracoles son especies polípagas, estos pueden llegar a alimentarse de las heces de roedores y empezar así a ser los portadores del nemátodo, infectando potencialmente a los humanos y provocando una enfermedad denominada **meningoencefalitis eosinoflica** (González Aguilera & Arias Ortiz, 2019). Esto ocurre cuando el ser humano ingiere las larvas, bien sea al llevarse las manos a la boca luego de haber tenido contacto con los moluscos por la ingestión de alimentos mal lavados, crudos o mal cocinados que hayan sido contaminados por las secreciones de los caracoles. Un vez al interior del ser humano (hospedero accidental) las larvas migran hacia el Sistema Nervioso Central y tratan de alcanzar su

madurez sexual, sin embargo y con el tiempo, las larvas no llegan a esta fase de madurez y mueren, causando así la meningoencefalitis eosinofílica (Londoño et al., 2013).

Los síntomas de esta enfermedad pueden llegar a ser confundidos con la meningitis, pues de acuerdo con Giler et al., (2020) esta genera inflamación de las meninges, cefalea intensa, fiebre, vómitos, convulsiones y otros trastornos neurológicos, solo en algunas ocasiones ocurre afectación ocular. En la mayoría de los casos, las personas bajo un estricto tratamiento logran recuperarse, sin embargo, existen casos en que la evolución de la enfermedad llega a ser fatal, sobre todo cuando se tienen infestaciones masivas del nemátodo.

- **Efectos económicos**

El CGA es considerado una plaga de importancia agrícola, pues dada su dieta polífaga no tiene preferencias por cultivo particulares, incluso puede alimentarse de aproximadamente 200 especies vegetales diferentes, muchas de ellas cultivables (Lugones Botell & Ramírez Bermúdez, 2016), siendo identificado como promotor de devastación en plantaciones de banano, papaya, café, maní, jardines y huertas caseras (Ochoa Salazar et al., 2020).

Otro de los impactos económicos asociados a la presencia de esta especie invasora, está relacionada con los recursos que se deben invertir para realizar un control de su propagación, en este sentido, predominan las enormes cifras de dinero que se ocupan en la compra de herramientas e insumos recomendados para dar manejo a la problemática. Así mismo, la pérdida de productividad en diferentes ecosistemas y la reducción en el valor de las propiedades por los daños y afectaciones en donde se encuentra la afectación la invasión, también son considerados como impactos importantes a la economía (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2018).

3.2 Caracol gigante africano en el mundo.

El CGA es un molusco originario de la zona este de África donde se halla ampliamente diseminado, sin embargo, como consecuencia del transporte transfronterizo de especies exóticas

principalmente con fines comerciales, este también se encuentra disperso por todos los continentes en diferentes partes del mundo, en especial en aquellos países de la franja tropical y subtropical del planeta (Saidou et al., 2020), también se cree que su dispersión se da gracias a que en los años 30 y durante la Segunda Guerra Mundial, era fundamental para el mantenimiento de las guerrillas dada la escasez de alimento por la coyuntura (Eduvirgem & Costa, 2020). Su introducción en otros países es el resultado de una acción antrópica que termina poniendo en riesgo el equilibrio de los ecosistemas, pues por fuera de su lugar de origen, el CGA es considerado una plaga por la capacidad que tiene para adaptarse fácilmente a cualquier condición que le ofrezca el medio, de ahí que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), lo ha catalogado como una de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo, debido a su alto impacto negativo en las áreas que coloniza por fuera de su región de origen, afectando principalmente a la biodiversidad, los sistemas de producción agropecuaria e incluso la salud humana (Sánchez & Mora Rivera, 2019). Esta condición, ha hecho que en el mundo surja la necesidad de contrarrestar la propagación de esta especie en los territorios afectados por su presencia, es por eso que la mayoría de las investigaciones que se dan en torno al CGA están relacionadas con su control y manejo, pues de esta manera se contribuye a que los riesgos asociados se vean disminuidos.

Control y manejo

De acuerdo con ello, en el mundo se han venido implementando diferentes alternativas para dar manejo a la problemática, y según la experiencia adquirida, el control físico y químico son los métodos más efectivos para dar tratamiento al CGA, más aún si estos se combinan, utilizando en un primer momento la recolección manual para atrapar los caracoles y sus huevos, y posteriormente empleando medios químicos para su eliminación, a partir de sal común (NaCl), cal viva (Ca₂OH) o cebos con metaldehído (Patiño Montoya & Giraldo, 2018), sin embargo, ambos métodos presentan algunas características que pueden llegar a limitar su efectividad, en el caso de la colecta manual, aunque que resulta ser un método eficaz, el éxito en sus resultados depende de que haya una participación activa de la comunidad presente en los lugares afectados, quienes se encarguen de realizar la recolección de los caracoles de forma periódica, mientras que en el caso de los productos químicos, entre los que se incluyen los molusquicidas, preocupa que la toxicidad de estos compuestos pueda alterar las condiciones químicas del suelo, así como afectar significativamente la fauna nativa como reptiles, mamíferos, aves, e incluso otras especies de caracoles, produciéndoles la muerte. Para los métodos expuestos se tiene también en cuenta el alto

costo económico asociado a su implementación, siendo necesario destinar recursos para la compra de implementos de jardinería que faciliten la captura y manejo de los caracoles, así como la compra de las sustancias químicas empleadas para dar muerte a estos moluscos.

Estas razones “han impulsado a la comunidad científica a identificar metodologías alternativas, a través de procesos de investigación científica sistemática para fortalecer las iniciativas de control y manejo de las poblaciones” (Hernández Cova et al., 2017).

Algunas de esas metodologías alternativas implementadas alrededor del mundo se han centrado en identificar aquellos compuestos que atraen los caracoles para así facilitar su captura, ahí es posible encontrar que el olor a frutas resulta muy atractivo para esta especie, específicamente el olor a papaya, el cual puede ser presentado no solo como extracto artificial (Roda et al., 2019), sino también de manera natural mediante los pedazos de fruta. Así mismo, se encontró que la cerveza y el salvado de arroz mezclado con azúcar morena son productos que también resultan interesantes para el CGA (Roobak Kumar et al., 2018), por tratarse de productos con altos niveles de fermentación.

La ventaja que se encuentra al utilizar alimentos como estímulo para el CGA, es que se trata de productos que se pueden adquirir fácilmente en cualquier lugar del mundo, resulta ser una alternativa orgánica que no afecta el ecosistema y además sus costos no son elevados. Este método de control suele complementarse con la colecta manual, pues permite inducir a los caracoles masivamente a que se desplacen hasta el lugar acondicionado para realizar su captura, evitando un desgaste humano asociado a la búsqueda de los individuos, más aún si se trata de un lugar amplio y con condiciones que dificultan su observación; estas alternativas permiten incluso alejar a los caracoles de sitios con importancia económica tales como cultivos, con importancia social como parques o zonas recreativas y sitios donde no es posible aplicar sustancias químicas (molusquicidas) porque representaría un riesgo para los seres humanos o la fauna.

Un método complementario a la implementación de atrayentes es impregnar estos productos con sustancias químicas que resulten letales para el CGA, como es el caso del Methomyl 40 SP, Metaldehído al 2,5% o Thiodicarb 40SP, los cuales fueron analizados durante el tratamiento aplicado en una zona cafetera de la India, país afectado significativamente por la presencia de esta especie, donde los resultados demostraron la efectividad de estos productos en la erradicación del caracol (Roobak Kumar et al., 2018).

Si bien las alternativas antes mencionadas pueden resultar muy efectivas para atrapar los caracoles en fases de desarrollo avanzadas (sub adultos y adultos), no funciona para dar manejo a los huevos y neonatos, para los cuales resulta sumamente importante también aplicar la captura, pues hace parte de las medidas de prevención de la propagación de la especie, al considerar que de esta manera se está reduciendo la posibilidad de seguir con el ciclo reproductivo de los caracoles, al evitar que estos lleguen a una etapa fértil. Es necesario que al implementar este tipo de estrategias se identifiquen cuidadosamente los lugares donde se ubicaran los atrayentes impregnados de las sustancias químicas, pues por estar a nivel del suelo, son susceptibles de que otras especies no objetivo (fauna nativa principalmente) puedan ingerirlos y resultar afectados. Es importante mencionar que el uso de productos que causen la muerte al CGA, no excluye el hecho de que se deba realizar la colecta manual de las conchas resultantes, toda vez que estas se convierten en zonas de refugio de otros organismos, incluso del mismo CGA, para la puesta de huevos, además, por la descomposición de la babosa se pueden generar olores ofensivos y contaminación de las matrices suelo y agua.

Otro método de control del CGA que ha sido estudiado e implementado en el mundo es descrito por Zamora-fung et al. (2019) y se trata de utilizar organismos endémicos de África en cuya dieta de alimentación se incluya al CGA, sin embargo, esta estrategia produjo daños ambientales mucho mayores, pues se vio altamente perjudicada la biodiversidad nativa de las zonas donde fueron empleados.

Considerar esta alternativa como una opción para dar manejo al CGA resulta delicado, pues se corre el riesgo de generar una problemática mayor al introducir otras especies exóticas que al igual que el caracol puedan resultar invasoras. En ese sentido, habría que realizar investigaciones locales para determinar que especies endémicas de los países afectados por la presencia del CGA pueden llegar a ser depredadores de esta especie, según las preferencias alimenticias que tengan.

Disposición final

Tan importante como realizar acciones para la atracción y control del CGA, es realizar una disposición segura de las conchas resultantes, toda vez que la *Achatina fulica* se considera el principal vector en el mundo del nemátodo *Angiostrongylus cantonensis*, causante de enfermedades como la Meningoencefalitis Eosinofílica en humanos (Saidou et al., 2020). Ante este escenario, la experiencia mundial en la disposición final de los caracoles colectados indican

que estos deben incinerarse, sumergirse en agua hirviendo o enterrarlos en zonas lejanas de fuentes de abasto de agua, ríos, lagunas y arroyos, o de aguas subterráneas de profundidad inferior a los ocho metros. En caso de que se opte por enterrar los caracoles, la fosa de enterramiento debe ser excavada en forma de talud y su profundidad debe ser tal que permita cubrir de forma completa los animales por lo menos con un metro de tierra (Saidou et al., 2020). Esas mismas recomendaciones son también descritas por Zamora-fung et al. (2019) quienes añaden que como último paso asociado a la gestión del CGA, estos deberán ser destruidos, pues arrojarlos a ríos, lagos o mares generaría la diseminación de esta especie invasora.

Estas recomendaciones no difieren de lo establecido por la normatividad colombiana (Resolución 654 de 2011) respecto a la disposición final del CGA, razón por la cual es posible que alrededor del mundo sea generalizada la implementación de estas medidas principalmente, pues tal como se mostrará en el ítem “resultados y análisis” de este documento, estas no son las únicas medidas consideradas para dar disposición al CGA.

3.3 Caracol gigante africano en América.

Como ya se dijo, el CGA tiene presencia en todo el planeta y el continente americano no es la excepción, según se tiene documentado, el primer reporte de la presencia del molusco en América fue a finales de los años 30 en Hawái; solo hasta la década de los 70 volvió a ser reportado, esta vez en Florida (USA) y de allí en adelante se ha registrado su presencia en casi la totalidad de países del continente (Lugones Botell & Ramírez Bermúdez, 2016), siendo incluso objeto de investigaciones que dan cuenta de los altos impactos ambientales, económicos y sociales que genera su presencia en este territorio, prueba de ello ha sido la determinación de cómo la Meningoencefalitis eosinofílica es una realidad ahora posible en América gracias a la alta propagación este molusco; según Zamora-fung et al. (2019), el primer reporte de dicha enfermedad se dio en Cuba en el año 1981 y rápidamente migró hacia países vecinos como República Dominicana, Haití, Puerto Rico y Estados Unidos, en el que se determinó que todas las personas diagnosticadas vivían en áreas afectadas por la presencia del molusco. En el año 2019 en Colombia, específicamente para la región de Buenaventura ubicada en el departamento del Valle del Cauca, se realizó un estudio que permitió determinar la presencia del parásito *Angiostrongylus*

cantonensis en algunos individuos de CGA analizados, este hallazgo indica que para Colombia la Meningoencefalitis eosinofílica tendrá que considerarse como una enfermedad emergente, tal como ha sido reportada ya en Brasil, Ecuador y Venezuela (Giraldo et al., 2019).

Se cree que en América del Sur la introducción del CGA se da en los años 30 con el objetivo de ser cultivado y comercializado para ser consumido como escargot o utilizar su baba en tratamientos cosméticos para la piel, sin embargo, al resultar poco exitoso el plan estos fueron liberados al medio, desde ese momento viene dispersándose por todo el continente hasta el día de hoy en que se presume su presencia en la mayoría de los países (menos Chile, Uruguay e Islas Maldivas), pues factores tales como la temperatura, la precipitación y el relieve han favorecido su rápida reproducción y capacidad de adaptación (Eduvirgem & Costa, 2020).

Control y manejo

La proliferación del CGA ha obligado a que muchas de las investigaciones realizadas en torno al tema se centren en prevenir su introducción en áreas propensas a ser invadidas, o como sucede en el resto del mundo, en realizar un control efectivo de la especie en los lugares que se encuentran afectados, siendo los casos ya estudiados y publicados en otros continentes los referentes en el quehacer frente a la problemática, toda vez que los efectos negativos generados se dan de manera similar en todos los países. En línea con esto, América del Sur no ha sido ajena en el desarrollo de investigaciones que buscan contrarrestar dicha proliferación, por eso con el fin de determinar metodologías efectivas y ambientalmente sostenibles, se han evaluado estrategias orgánicas de control del CGA a partir del uso de extractos naturales de plantas de los cuales se presume podrían llegar a tener efectos molusquicidas. Este es el caso de Torres Fernández (2019) en Perú, quien analiza si el extracto hidroalcohólico del Arrayán y de las hojas de *Luma chequen* (Molina), así como el extracto acuoso de la cáscara del fruto *Punica granatum L.* (granada) poseen propiedades molusquicidas en la especie invasora *Achatina fulica*, encontrando resultados positivos para todos los compuestos evaluados, aplicados tanto de manera individual como en conjunto.

Otro de los métodos estudiados es la implementación de trampas para coleccionar caracoles, éstas van desde las más artesanales hasta las más sofisticadas, como sucede con un dispositivo electrónico presentado y construido por Vergara Zurita (2017) para atraer y capturar el caracol gigante africano que se encuentra afectando unos cultivos de papaya en la Provincia de Santo

Domingo de los Tsáchilas (Ecuador). Este prototipo cuenta con un envase de recolección en forma de embudo en el cual se pone un atrayente que permite conducir los caracoles hasta el sitio donde recibirán una descarga eléctrica, haciendo que se resguarden en el caparazón y caigan en el envase de recolección, que por tener forma de embudo no permite que los caracoles vuelvan a salir.

Estos casos de estudio demuestran que cada vez son más los métodos de captura y control evaluados en el mundo para dar manejo al CGA, donde priman alternativas mucho más orgánicas y de fácil adquisición de acuerdo con la disponibilidad de recursos que ofrece el medio.

América es un continente que se caracteriza por tener una gran diversidad de especies de flora con propiedades medicinales, curativas, alimenticias, entre otras, por eso no está demás evaluar qué aplicabilidad tendrían en el control de una especie invasora, atribuyéndole también propiedades molusquicidas. Ambas estrategias presentadas garantizan poder realizar un control en el que cual se reduzca la necesidad de la mano de obra en la captura de los individuos, sea menos agresivo con el suelo al no utilizar productos químicos que alteren sus propiedades y logren reducirse costos asociados a la gestión.

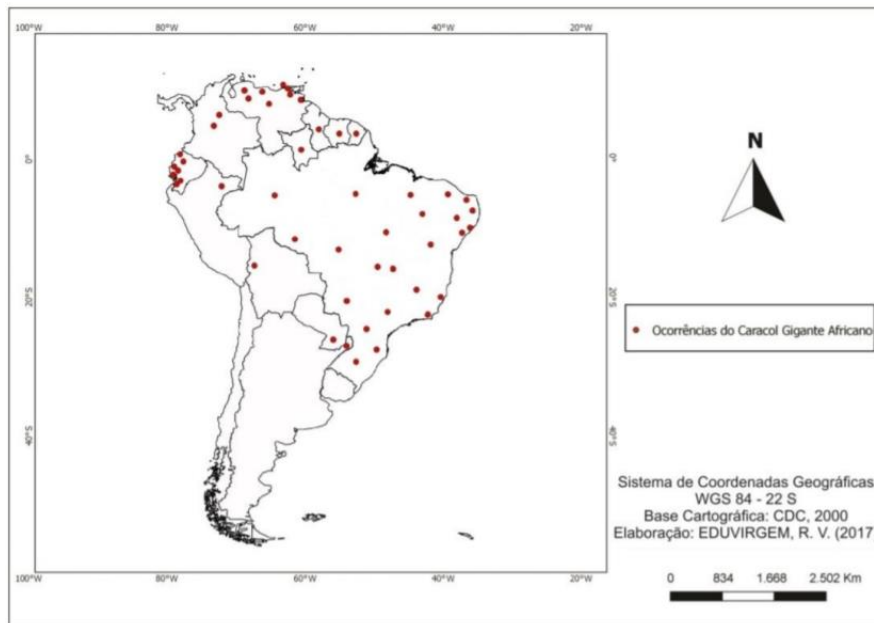
No solo la diversidad de especies de flora en el continente, ha favorecido el control de esta especie invasora, también lo hace la fauna, así lo demuestra un estudio que revela que algunas especies de fauna nativa para los países de América del Sur, pueden resultar ser depredadores del CGA al considerar que los moluscos son la base de su alimentación, es el caso del gavilán de pico ancho o caracolero selvático (*Chondrohierax uncinatus*), cuya distribución geográfica se da para gran parte del continente americano (incluso con presencia en Colombia) y se alimenta especialmente con caracoles de tierra y arbóreos. De acuerdo con los hallazgos presentados por Ramírez-Jaramillo (2019), en Ecuador esta especie de gavilán ha sido avistado depredando un (1) individuo de CGA, resultado que se relaciona con la presencia de conchas de caracol horadadas en las zonas circundantes al sitio de avistamiento, según el autor “el registro del gavilán pico gancho consumiendo un caracol gigante africano constituye el segundo reporte en Sudamérica, tras un reporte en Pirajuí, Brasil” (Ramírez-Jaramillo, 2019).

Los hallazgos reportados se constituyen como una alternativa de control biológico para el CGA, cuya importancia radica en que se trata de especies nativas para el territorio americano, que, mediante la depredación, tienden a reducir las poblaciones de una especie introducida o exótica. Este reporte puede ser un referente para investigar qué otras especies con hábitos alimenticios

similares y con presencia en las áreas urbanas, pueden desarrollar el papel de controlador biológico del CGA, toda vez que en las ciudades es donde se presenta la mayor problemática por la presencia de caracoles invasores, considerando que se trata de especies cuya proliferación está muy asociada a la actividad humana.

Figura 2.

Distribución del caracol gigante africano en América del Sur



Nota: El mapa representa los lugares de América el Sur donde se ha identificado la presencia del caracol gigante africano. Tomado de (Eduvirgem & Costa, 2020)

Los estudios presentados anteriormente dan cuenta de los métodos, que con urgencia, han venido estudiando en América del Sur para contrarrestar la propagación del CGA, sin embargo, tan importante como son las medidas de manejo una vez el caracol ya se encuentra establecido en un lugar, son las medidas de prevención para evitar la invasión de esta especie en lugares que aún no se encuentran afectados, en este sentido resulta importante poner especial atención en establecer un control del transporte e introducción voluntaria o involuntaria de la especie en cualquier sitio, considerando que cuando se da de manera involuntaria resulta más difícil llevar la trazabilidad de lo acontecido con el individuo, por ende su registro se suele dar cuando se han alcanzado niveles

de abundancia importantes y las medidas correctivas aplicadas son insuficientes, pues su erradicación es casi imposible. Por esta razón, la literatura también determina las estrategias más efectivas para hacer frente a esta problemática desde la prevención, la más importante de ellas es la educación de las comunidades.

Al hablar del CGA, es generalizada la falta de conocimiento que existe por parte de las comunidades en su identificación y el impacto generado por su presencia, aún cuando se trata de poblaciones que ya cuentan con la problemática, esto pudo ser constatado por Parra Garzón (2019) quien tras desarrollar una investigación sobre el conocimiento que tiene una comunidad afectada por la presencia de CGA en el departamento de Meta-Colombia, logró concluir que las personas no tienen clara la información acerca de las características físicas y biológicas de la especie, tampoco de las afectaciones que esta genera y mucho menos de que existen estrategias de control y erradicación que se deben aplicar sobre estos caracoles. Situaciones como esta son generalizadas en muchos lugares del mundo, lo que pone de manifiesto la necesidad que existe de implementar acciones pedagógicas más eficaces para potenciar la participación de la comunidad en la prevención y manejo de esta especie invasora, teniendo en cuenta que el éxito en el proceso implica la participación activa, constante y comprometida de la población.

Bajo esa necesidad, las organizaciones competentes en adelantar medidas de prevención y control del CGA en diversos países de América del Sur, han tratado de reforzar los procesos pedagógicos de las comunidades afectadas y han empezado a fortalecer las estrategias de educación con las cuales entregar información sobre las características de la especie y el protocolo para su manejo seguro en aquellas localidades donde aún no se encuentra establecido, así pues algunos casos en los que se han desarrollado proceso de capacitación corresponden al Estado de Sucre en Venezuela, donde por medio de talleres prácticos con la comunidad fue posible compartir los métodos y estrategias recomendados para la prevención, control y erradicación de los moluscos (Hernández Cova et al., 2017); así mismo, en Brasil se ha utilizado la educación para capacitar a estudiantes de primaria y secundaria residentes en barrios muy afectados que con la ayuda de profesores han realizado, después de una instrucción adecuada, colectas de esta especie. La necesidad de desarrollar un trabajo de control conjunto con las comunidades que tengan conocimiento de la especie, radica en que “las campañas realizadas no deben ser momentáneas, sino que deben ejecutarse a través de un proceso sistemático de manejo, medidas sanitarias y supervisión” (Zamora-fung et al., 2019). Es pues fundamental que se considere a la educación

como una estrategia primordial en el desarrollo de las medidas que restrinjan la intriducción y proliferación de los caracoles, pues si las comunidades tiene información de las problemáticas que se dan en su entorno, podrán identificar las herramientas necesarias con las cuales atender la situación y reducir los riesgos asociados.

3.4 Caracol gigante africano en Colombia

En Colombia es posible encontrar diversas especies de caracoles, la mayoría de ellos nativos, los cuales prestan un importante servicio ecosistémico al medio. Sin embargo, también se tiene presencia de caracoles invasores, tal como es el caso del caracol gigante africano (*Achatina fulica*), que se caracteriza por ser una especie polífaga, con una alta tasa de reproducción y con gran capacidad de adaptarse a cualquier lugar que le brinde unas condiciones de humedad, sustrato y resguardo óptimas (Área Metropolitana del Valle de Aburrá & Parque de la Conservación, 2020). Como se expuso anteriormente, esta especie es muy resistente y se les considera una amenaza para la agricultura, los ecosistemas nativos y la fauna silvestre, además actúa como vector de enfermedades humanas (De la Ossa-Lacayo, De la Ossa, & Lasso, 2012).

El primer registro de la presencia del CGA en Colombia, tal como lo indica Ochoa Salazar et al., (2020), se da en el año 2010 cuando se reporta en el departamento del Amazonas un primer foco de propagación del caracol gigante africano, sin embargo, desde el año 2008 ya se había alertado sobre la presencia de este molusco en el país, por lo que en ese mismo año en Colombia es declarada como especie exótica invasora por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante la Resolución 0848 del 2008.

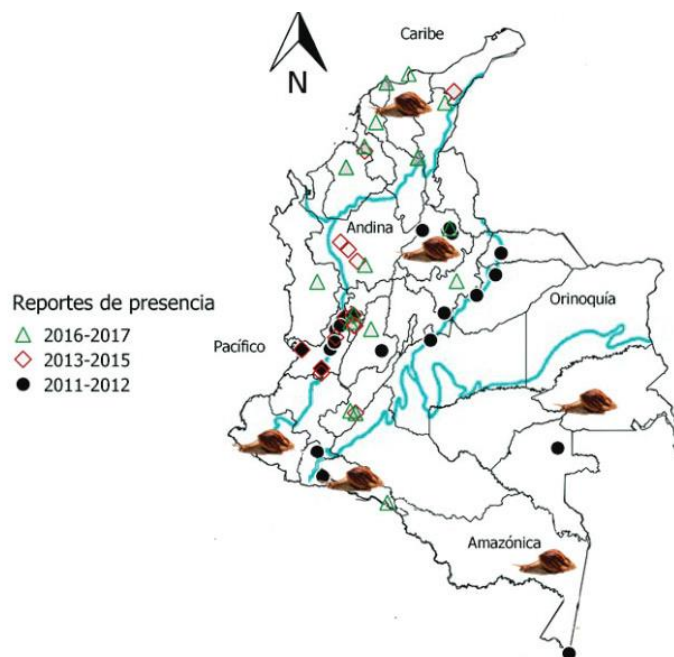
En 2011 se reporta en los departamentos de Arauca, Boyacá, Caquetá, Casanare, Guainía, Huila, Meta, Nariño, Putumayo, Santander, Tolima, Valle del Cauca y Vaupés, lo cual hace que como medida de acción ante la propagación se establezca la “Mesa Virtual caracol gigante africano”, coordinada por la Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y Desarrollo Sostenible (Asocars) y con ello la formulación de una serie de medidas orientadas a la prevención, control y manejo del caracol gigante africano en el país, dichas medidas quedaron definidas en la

Resolución 654 de 2011 y cuya responsabilidad de ejecución está direccionada a las Corporaciones Autónomas Regionales del país (Ochoa Salazar et al., 2020).

En los años posteriores, departamentos como Antioquia y Sucre han registrado la presencia del molusco en sus territorios, desde entonces la declaratoria por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) para especies introducidas e invasoras (Resoluciones 0848 de 2008 y 0207 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial), permitió definir acciones orientadas a su manejo y disposición final, y la construcción de lineamientos nacionales por medio de un convenio tripartito con el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH) y The Nature Conservancy (TNC), para el desarrollo y la concertación del documento Plan de Acción para la Prevención, Manejo y Control de las Especies Introducidas, Trasplantadas e Invasoras. (Ochoa Salazar et al., 2020).

Figura 3.

Distribución del caracol gigante africano en Colombia



Nota: El mapa representa los lugares de Colombia donde se tiene identificada la presencia del caracol gigante africano, señalando los años desde cuando se tiene el reporte. Adaptado de: (Montoya & Giraldo, 2020).

Marco normativo colombiano respecto al caracol gigante africano

Ley 99 de 1993	<ul style="list-style-type: none"> •En su artículo primero señala los principios que rigen la política ambiental colombiana y entre esos destaca a la biodiversidad como patrimonio nacional y de interés de la humanidad que debe ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible. (Ley 99 de 1993. Congreso de La República de Colombia, 1993)
Resolución 848 de 2008	<ul style="list-style-type: none"> •Por la cual se declaran unas especies exóticas como invasoras y se señalan las especies introducidas irregularmente al país que pueden ser objeto de cría en ciclo cerrado y se adoptan otras determinaciones. (Resolución 848 de 2008. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008) del hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Resolución 654 de 2011	<ul style="list-style-type: none"> •Por la cual se corrige la Resolución No. 0848 del 23 de mayo de 2008 y se adoptan las medidas que deben seguir las autoridades ambientales, para la prevención, control y manejo de la especie Caracol Gigante Africano (<i>Achatina fulica</i>). (Resolución 654 de 2011. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2011)

Las estrategias de prevención, control y manejo del CGA propuestas para Colombia son establecidas por la Resolución 654 de 2011 del hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y su implementación será responsabilidad de las autoridades ambientales regionales, quienes deberán desarrollar un trabajo articulado con las comunidades de los territorios afectados.

Control y manejo

De acuerdo con el Artículo 6 de la Resolución 654 de 2011, se establecen dos **métodos para el control** de los caracoles, una vez se identifica la presencia de la especie en un territorio son:

- **Método físico:** Consiste en la colecta manual de individuos y huevos del caracol, a los cuales se le aplicará presión al interior de una bolsa plástica o se someterán a ahogamiento en un recipiente con agua.
- **Método químico:** Consiste en la colecta manual de individuos y huevos del caracol, a los cuales se les adicionará o se les pondrá en un atrayente alguna sustancia como: arsenato de

calcio, sal común, o algún molusquicida debidamente aprobado por el ICA y cuyo principio activo sea el metaldehído o Methiocarb.

Actualmente, las acciones de control dispuestas por las autoridades ambientales en Colombia para dar tratamiento a la invasión del CGA en las diferentes regiones, se basan principalmente en la recolección manual y posterior tratamiento de los individuos con cal viva o sal común, tal como lo exponen Patiño Montoya & Giraldo (2018), medidas que están contempladas dentro de la Resolución 654 de 2011 y corresponden a los métodos antes mencionados, los cuales no difieren mucho de las implementados convencionalmente en el resto del mundo, pues la experiencia ha demostrado la efectividad de su aplicación en otros lugares donde los impactos asociados a la presencia del CGA se dan la misma forma, es quizá esa la razón por la cual hayan sido contempladas por la normatividad en Colombia. De igual forma, los estudios realizados en otros países para determinar estrategias de control y manejo alternativas a las convencionales, también han sido tomados como referente por los investigadores colombianos para determinar qué posibles soluciones, mucho más sostenible, pueden llegar a ser aplicadas en este territorio.

Con relación a este punto, lo primero que hay que mencionar es que en Colombia, a pesar de que se ha generado conocimiento en cuanto al tema, siendo el Valle del Cauca la región con mayor producción científica del país, los estudios basados específicamente en la determinación de medidas alternativas para el control del CGA son muy pocos, la mayoría de ellos se han desarrollado a partir del análisis de los efectos molusquicidas de algunos extractos naturales de plantas, de esta manera se determina que el extracto de comino (*Cuminum cyminum*) (Patiño Montoya & Giraldo, 2018), así como el ají (*Capsicum annuum*) y el helecho macho (*Dryopteris affinis*) (Cruz et al., 2019), generaron tanto estrés fisiológicos como muerte a los caracoles en los que fue probado.

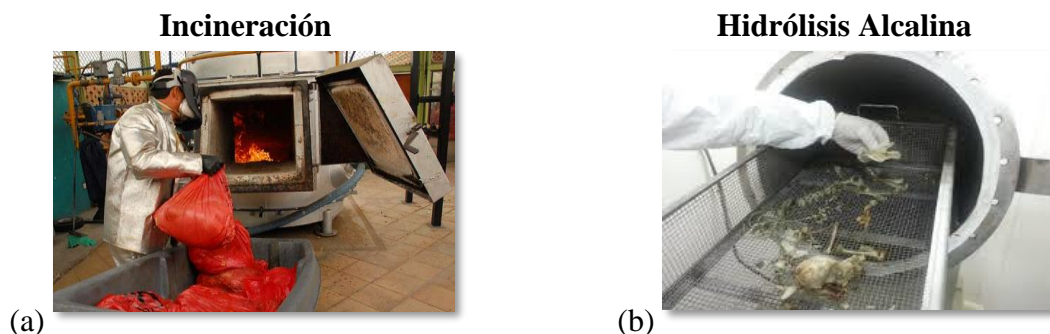
Disposición final

Respecto a **la disposición final de los individuos** colectados, el Artículo 7 de la Resolución 654 de 2011 indica que las autoridades ambientales regionales, deberán determinar conjuntamente con los municipios, cuál de las siguientes opciones es la más apropiada para ser llevada a cabo de acuerdo con las condiciones locales del territorio afectado:

- **Incineración:** para esta opción, necesariamente los animales muertos deben trasladarse hasta los hornos bajo las condiciones de bioseguridad. El desecho que resulta de tal proceso puede ser eliminado en un relleno sanitario ordinario.
- **Hidrólisis alcalina:** consiste en un baño caliente de soda cáustica en el cual se introducen los animales, con la ventaja de que las proteínas se hidrolizan y en el caso del caracol, no quedan residuos patógenos. En este caso, los equipos para realizar dicho procedimiento deben transportarse hasta el sitio de captura de los animales.
- **Disposición final en celda de seguridad en el relleno sanitario:** Disponer los caracoles muertos en una celda de seguridad licenciada por la autoridad ambiental ubicada en el relleno sanitario, posteriormente se recomienda tapar con una capa de cal viva y finalmente colocar una cobertura de suelo de mínimo 50 cm de espesor.
- **Enterramiento *in situ*:** En caso de encontrarse en zonas rurales, teniendo en cuenta que el transporte y manipulación ameritan un tratamiento especial, se recomienda realizar el entierro *in situ*, y el cual debe cumplir con algunos requerimientos tales como: tener retiro de fuentes de agua superficiales y subterráneas, excavar una fosa en forma de talud provista de materiales que prevengan la lixiviación, cubrir la fosa con carcacas de tierra y cal viva y finalmente demarcar el sitio.

Figura 4.

Métodos de disposición final de caracol gigante africano propuestos por la Resolución 654 de 2011



Disposición en celda de seguridad

(c)

Enterramiento *In situ*

(d)

Nota: Representación gráfica de cada uno de los métodos de disposición final de caracol gigante africano que propone la normatividad en Colombia (Resolución 654 de 2011). Tomados de: (a):(*Galvalizi, 2013*) (b) (*Mascopaz, 2016*) (c):(*Ecolimpio, 2020*) (d): (*Diario Occidente, 2018*)

Cuando se habla de la disposición final dada al CGA es necesario realizar un mayor análisis, pues las propuestas que se plantean desde la normatividad (Enterramiento *in situ*, Hidrólisis alcalina, incineración y disposición en celda de seguridad) resultan ser costosas por la gestión que implica llevarlas a cabo. Su aplicación está condicionada a la clasificación del suelo (rural o urbano), asumiendo que en áreas urbanas se presenta una mayor accesibilidad a los recursos necesarios para implementar cualquiera de las alternativas propuestas excepto el enterramiento *in situ*, cuyos requerimientos obligan a que su implementación deba hacerse exclusivamente en suelo rural; requieren insumos de difícil acceso para las comunidades o corresponden a alternativas que implican contar con una capacidad instalada que no todos los lugares afectados pueden llegar a tener (principalmente la hidrólisis alcalina); además, de no ser llevadas a cabo correctamente y con buena técnica, pueden generar contaminación del suelo y del agua, tanto superficial como subterránea, afectar organismos nativos que cumplen funciones vitales dentro de un ecosistema o convertirse en un riesgo para las personas, toda vez que este material corresponde a un residuo biológico con potencial peligroso.

Este panorama ha generado que en Colombia las autoridades ambientales, si bien pueden ceñirse a lo que establece la Resolución 654 de 2011 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, manejen de manera independiente sus protocolos para dar disposición final al CGA, dando prevalencia a aquellas alternativas que se ajusten a las condiciones que presentan sus territorios. Esta información es muy poco socializada y, por lo tanto, poco conocida por las comunidades, pues se ha evidenciado que en lo que se hace mayor énfasis es en las estrategias de control que se aplican en los sitios afectados, considerando la necesidad que

existe de que la población participe de manera activa y constante en estas actividades de control con el fin de conseguir resultados positivos en el manejo de la problemática.

Hay que advertir además que en esta gestión, una de las falencias más marcadas, y no diferente a la situación reportada en los demás países, es la falta de conocimiento por parte de las comunidades, aspecto que fue contemplado dentro de la Resolución 654 del 2011, estableciendo las estrategias para el desarrollo de procesos educativos con los cuales informar a la comunidad sobre el impacto de esta plaga, de manera que se logre generar una toma de decisiones de la población frente a la problemática, sin embargo, aún cuando las estrategias son ejecutadas por las autoridades ambientales sigue existiendo una desvinculación entre actores, pues hace falta divulgación de las acciones realizadas por parte de las entidades con competencia en el tema. Frente a esto, la recomendación es tener siempre en cuenta la percepción de las comunidades en la construcción de un modelo de control donde la base sea la participación y donde sean las personas sus actores centrales (Patiño-Montoya et al., 2019).

Las autoridades ambientales en Colombia también tienen dentro de sus responsabilidades, según la Resolución 654 de 2011 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (2011), desarrollar investigaciones que permitan indagar más sobre el CGA en el país, en ese aspecto, el Valle del Cauca (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC)) es el departamento de Colombia donde se ha realizado la mayor cantidad de investigaciones sobre el CGA respecto a la ecología, la genética, la parasitología, y los métodos alternativos de control, seguido por los departamentos de Sucre, Antioquia y Santander (Patiño-Montoya et al., 2019), pero a pesar del conocimiento generado en torno al tema, la problemática continúa creciendo exponencialmente en el país y las estrategias diseñadas para su control parecen ser cada vez más insuficientes.

Valle de Aburrá.

En el Valle de Aburrá, subregión del departamento de Antioquia (Colombia), la problemática asociada a la presencia de los caracoles invasores viene en aumento desde hace algunos años, pues no solo se ha identificado la presencia de CGA, sino también del caracol de

jardín (*Helix aspersa*), lo que ha obligado a que la autoridad urbana con competencia en el territorio (Área Metropolitana del Valle de Aburrá) desarrolle un protocolo para el manejo integral de dichas especies, el cual incluye una serie de recomendaciones que se entrega a la comunidad que reporta la presencia de los caracoles para que estas sean quienes se apersonen de las actividades de recolección y control, aplicando un tratamiento a la zona afectada que consta de recoger los caracoles (individuos vivos, muertos y huevos) y adicionar cal al suelo. En la mayoría de casos, estas actividades son llevadas a cabo de manera articulada entre la comunidad y la autoridad ambiental, pues los caracoles resultantes del proceso deben ser dispuestos por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, tal como lo establece la Resolución 654 de 2011 respecto a las competencias que tiene la autoridad ambiental, por esa razón, los caracoles son llevados al Centro de Atención y Valoración de Fauna Silvestre (CAV) de esa entidad, para someterlos a un proceso de congelamiento y posterior incineración como método de disposición final, el cual se encuentra incluido dentro de las opciones propuestas por dicha normatividad. (Área Metropolitana del Valle de Aburrá & Parque de la Conservación, 2020)

Figura 5.

Protocolo para el manejo integral de caracoles invasores por parte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

**Recolección del caracol
en jornadas de control**



**Recepción de caracoles
luego de jornadas de control**



**Congelamiento en el
CAV**



Nota: Acciones contempladas en el protocolo establecido por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá para dar manejo integral a los caracoles invasores en su jurisdicción. Tomado de (Área Metropolitana del Valle de Aburrá & Parque de la Conservación, 2020)

De igual manera, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá promueve jornadas de sensibilización y capacitación para todo tipo de público como medida preventiva y de control del CGA y caracol de jardín, toda vez que estas permitirán fortalecer la gestión que se realiza en el territorio al contar con comunidades informadas y con el conocimiento suficiente para emprender las acciones necesarias.

4. Metodología

Las actividades que contempla esta monografía fueron llevadas a cabo entre los meses de junio y noviembre del año 2021. Se utilizó una metodología de investigación exploratoria, la cual presenta flexibilidad durante la obtención de datos y el análisis de información encontrada, pues permite indagar diferentes fuentes sin estricta rigurosidad del acertamiento, considerando que lo que busca es generar un acercamiento al problema y una contextualización de este. Así mismo, permite que se elabore un análisis de la información obtenida para posteriormente generar una línea base a futuras investigaciones más estrictas. Se desarrolló en 3 etapas que se describen a continuación:

4.1 Revisión de protocolos de disposición final de caracol gigante africano empleados por las autoridades ambientales en Colombia.

Se realizó una revisión a los protocolos de manejo integral de caracol gigante africano que han establecido algunas de las principales autoridades ambientales en Colombia, haciendo énfasis en las medidas de disposición final que se implementan en cada una de ellas. Para eso se realizó un derecho de petición dirigido a estas entidades solicitando la información. Las Corporaciones Autónomas que se proponen son:

- Corporación para el Desarrollo del Sur de la Amazonía - CORPOAMAZONÍA
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA
- Corporación Autónoma Regional del Tolima – Cortolima
- Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá – Corpourabá
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá – AMVA

Una vez se obtuvo la información solicitada, se procedió a identificar y revisar las medidas de disposición final estableciendo relación con la normatividad colombiana (Resolución 654 de 2011), se realizó un análisis de la efectividad de estas y su posible aplicación según las condiciones del territorio donde es empleada.

4.2 Revisión del contexto mundial respecto a la disposición final del caracol gigante africano

Se realizó una revisión bibliográfica de los estudios desarrollados a nivel mundial que se encargan de demostrar que el caracol gigante africano posee propiedades óptimas para ser empleado como una alternativa de insumo en el desarrollo de procesos productivos.

Para eso se consultaron diferentes bases de datos digitales, bibliotecas virtuales y páginas web donde reposan artículos de revistas científicas, tesis académicas y documentos de investigación que se han realizado previamente en el tema seleccionado.

Finalmente, se recopila la información encontrada clasificando los resultados de la búsqueda según las categorías productivas para las cuales se haya identificado el uso del caracol gigante africano como insumo.

4.3 Revisión bibliográfica de medidas alternativas de disposición final.

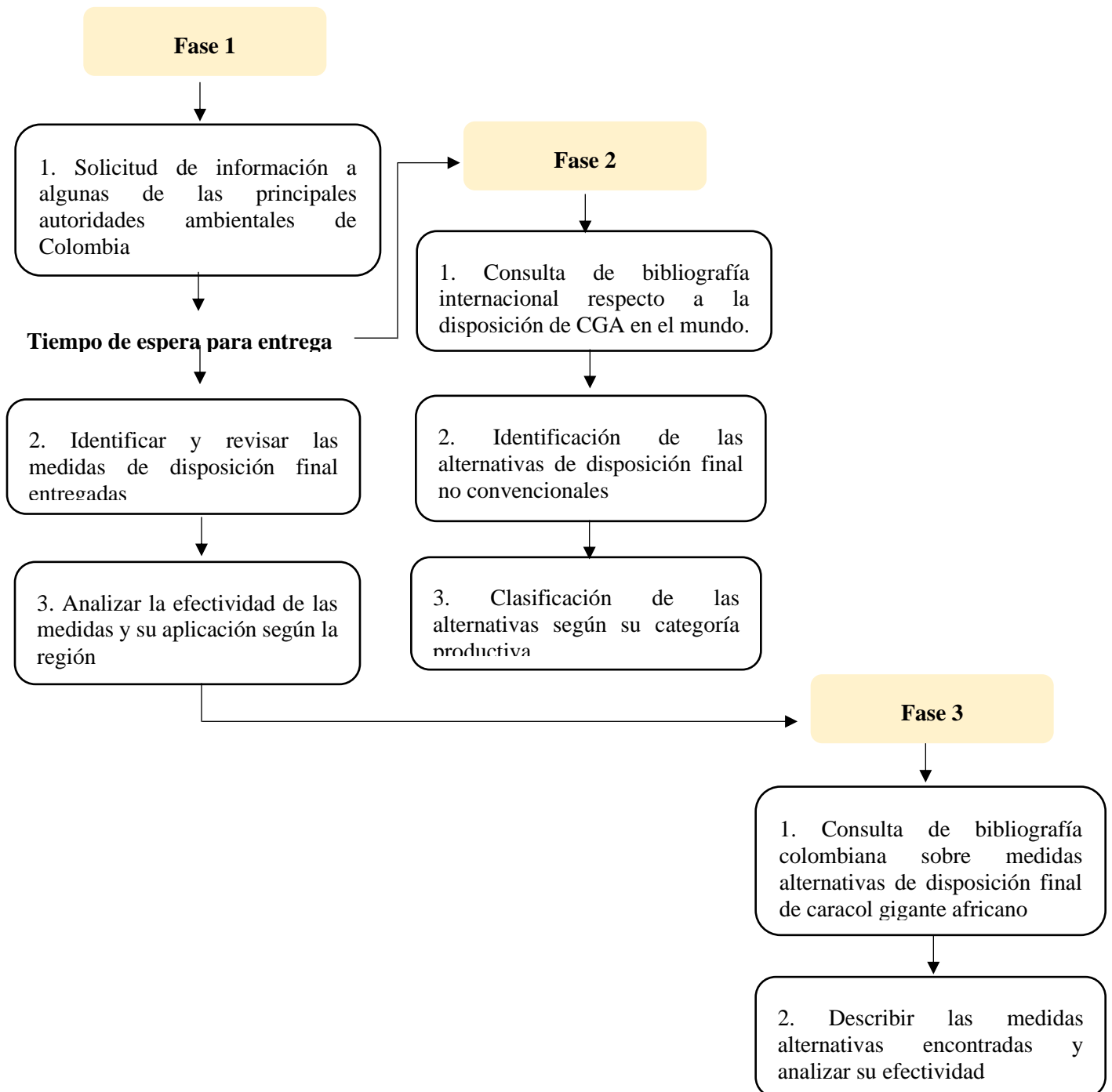
Se realizó una revisión bibliográfica de las investigaciones realizadas en Colombia que han indagado sobre la posibilidad de generar materias primas a partir de los restos de caracol gigante africano, o desarrollar procesos alternativos de disposición final mediante los cuales garantizar un manejo seguro de esta especie una vez muere.

Para la búsqueda de información, se consultaron fuentes de información como artículos científicos en revistas indexadas, bases de datos y páginas web. Se revisaron también los repositorios académicos de instituciones universitarias del país, reconocidas por su aporte científico en las áreas de las ciencias naturales y la biología.

Luego de recopilar la información, se describieron las medidas alternativas encontradas analizando su efectividad, la cual está dada porque garanticen un manejo seguro del caracol gigante africano al mismo tiempo de que sean insumo para el desarrollo de otros procesos.

Figura 6.

Metodología implementada para llevar a cabo la monografía.



5. Resultados y análisis

5.1 Disposición final de caracol gigante africano por parte de las autoridades ambientales en Colombia

Una vez fueron respondidas las solicitudes de información por parte de las autoridades ambientales consultadas, se identificaron los métodos de disposición final empleados por cada una de esas entidades y se compararon con los propuestos por la Resolución 654 de 2011, verificando su cumplimiento, tal como se muestra en la Tabla 1. Así mismo, se analizó si en los datos entregados, estas entidades mencionan tener lineamientos establecidos para la atención de casos por presencia de caracoles invasores (protocolo de atención) y cuáles son los métodos de control que contempla ese protocolo.

Tabla 1.

Manejo del caracol gigante africano por parte de las autoridades ambientales en Colombia.

Autoridad Ambiental	Jurisdicción	¿Posee protocolo de atención?	Métodos de control empleados	Métodos de disposición final empleados	Incluido en la RES 654 de 2011
Corporación para el Desarrollo del Sur de la Amazonía - CORPOAMAZONÍA	Amazonía		Método físico (Colecta manual) y método químico (Introducción de caracol en una solución con cal y adición de cal al suelo)	Enterramiento <i>In situ</i>	
	Caquetá	Sí			
	Putumayo				Sí
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR	Cundinamarca		Método físico (Colecta manual y presión física)	Enterramiento <i>In situ</i>	
	Boyacá	Sí			Sí
	Bogotá D.C				

Corporación Autónoma Regional del Tolima – Cortolima	Tolima		Método físico (colecta manual)	Incineración Enterramiento <i>In situ</i>	Sí
Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS	Santander	Sí	Método físico (Colecta manual) y método químico (Introducción de caracol en una solución salina y adición de cal al suelo)	Enterramiento <i>In situ</i>	Sí
Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA	Antioquia	Sí	Método físico (colecta manual, recomiendan usar atrayentes) y método químico (Introducción de caracol en una solución salina y adición de cal al suelo)	Enterramiento <i>In situ</i>	Sí
Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá – CORPOURABA	Urabá Antioqueño	Sí	Método físico (colecta manual) y método químico (Introducción de caracol en sal {viva})	Disposición final en celda de seguridad en relleno sanitario Enterramiento <i>In situ</i>	Sí
Área Metropolitana del Valle de Aburrá - AMVA		Sí	Método físico (colecta manual y congelamiento)		Sí

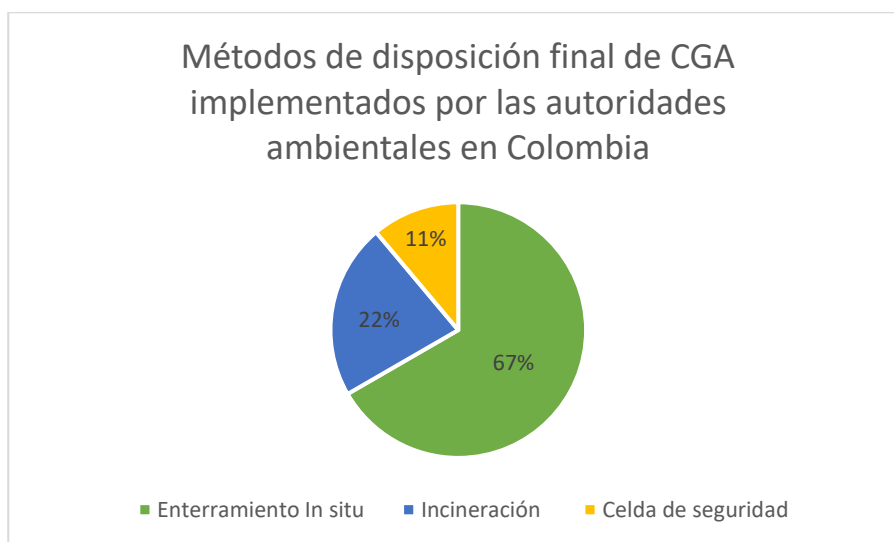
	Valle de Aburrá	y método de químico (Adición de cal al suelo)	Incineración
Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC	Valle del Cauca		Sin información

Nota: Para las entidades que no emitieron ninguna respuesta a la solicitud de información realizada se puso “Sin información”.

De acuerdo con la búsqueda de información científica generada en Colombia respecto al CGA, se encontró que la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC es una de las autoridades ambientales que más investigación ha desarrollado en el país en torno al tema, sin embargo, al solicitar la información relacionada, no se obtuvo respuesta por parte de la entidad, aun cuando esta fue solicitada de manera oficial por los canales dispuestos para tal fin.

Figura 7.

Métodos de disposición final de caracol gigante africano implementados por las autoridades ambientales en Colombia.



Nota: El gráfico presenta en porcentaje cómo se vienen implementando los métodos de disposición final del CGA.

Con la información proporcionada es posible identificar que ninguna de las autoridades ambientales consultadas ha adoptado métodos de disposición final diferentes a los propuestos por la normatividad; por el contrario, el **enterramiento *in situ*** (incluido en la resolución 654 de 2011) es el método más implementado por las entidades dada la facilidad de ejecución, esto teniendo en cuenta que la mayor parte del territorio nacional que se encuentra afectado por la presencia de esta especie invasora, corresponde a áreas rurales donde no se cuenta con los medios para desarrollar una técnica diferente.

Solo el Área Metropolitana del Valle de Aburrá indica mediante su protocolo de atención emplear como método de disposición final exclusivamente la incineración, considerando que su jurisdicción corresponde a suelo urbano donde, en primer lugar, la mayor parte de su territorio no cuenta con las condiciones necesarias para realizar el enterramiento de los caracoles que se colectan por la corta distancia respecto a fuentes hídricas o por tratarse de zonas donde posiblemente haya tránsito constante de personas; y en segundo lugar, porque tiene la capacidad para trasladar los caracoles hasta un sitio dotado de los equipos necesarios (horno) para dar disposición al material, en este caso, los caracoles colectados son entregados como residuo peligroso de riesgo biológico a un operador externo a la entidad quien se encarga de la labor.

Dos (2) de las autoridades ambientales consultadas, Corpourabá y Cortolima, mencionan la implementación de dos (2) métodos de disposición final de CGA diferentes, siendo común entre ambas que uno de los métodos propuestos es el enterramiento *in situ*. En el caso de Corpourabá el segundo método implementado corresponde a la disposición en celda de seguridad, que de acuerdo con (CORPOURABA, 2018), esta se encuentra ubicada en el municipio de Turbo (Antioquia) y es operada por una empresa gestora de residuos peligrosos. En Cortolima el segundo método contemplado es la incineración, es probable que este se implemente para dar manejo a la problemática en la ciudad capital Ibagué, donde se presumen pueda estar ubicado el equipo necesario para desarrollar la técnica, igual que se sucede para el Valle de Aburrá.

En ambos casos, la jurisdicción de esas entidades comprende tanto suelo urbano como rural, esa puede llegar a ser la razón para contemplar dos métodos de disposición final de CGA diferentes, pues se busca que la técnica se acople a cada territorio y a las condiciones que este ofrece.

Ninguna de las autoridades ambientales consultadas indica que la hidrólisis alcalina, también incluida como método de disposición final del CGA dentro de la Resolución 654 de 2011, sea una técnica aplicada en su jurisdicción, esto no implica que en Colombia no sea empleada, pues para esta revisión bibliográfica solo se consultó un pequeño porcentaje de las autoridades ambientales que tienen actuación en el país (33 Corporaciones Autónomas Regionales y 6 Áreas Metropolitanas). Esta técnica es usada en el mundo principalmente para la cremación de cadáveres humanos y requiere equipos especializados para poder llevarse a cabo, por lo que puede resultar muy costosa para el tratamiento del CGA, además muy poco práctica para aquellos sitios que se encuentran alejados de las ciudades; estas pueden ser algunas de las razones por las cuales su implementación no se presenta en ninguna de las autoridades ambientales consultadas.

Considerando que, al solicitar información respecto al protocolo para dar atención al CGA, las autoridades ambientales no solo entregaron un informe de lo relacionado con la disposición final sino también el derrotero de acciones para el control y manejo de esta especie, es posible identificar que en todos los casos, el método de colecta de caracoles utilizado es manual, solo Corantioquia recomienda además de la colecta el uso de atrayentes o cebos, para así facilitar la captura de los individuos. Sumado a esto, casi todas las autoridades ambientales manifiestan emplear métodos químicos a partir de soluciones salinas, alcalinas o cloradas para dar muerte a los caracoles y huevos, excepto en la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR donde utilizan la presión física, y en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá donde recurren a la congelación, es necesario mencionar que este último método de control no se encuentra contemplado en la Resolución 654 de 2011.

En la mayoría de los casos las autoridades ambientales también emplean métodos químicos para dar tratamiento al suelo afectado, este implica el uso de cal dolomita o agrícola, con el fin de controlar los caracoles que no se logran colectar (la babosa al contacto con la cal se deshidrata) sin afectar las propiedades fisicoquímicas del terreno intervenido.

Como acciones preventivas y de control, entidades como el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corpoamazonía y Corpourabá describen dentro de sus protocolos el desarrollo de procesos de sensibilización y capacitación a las comunidades para mejorar la participación en las jornadas interinstitucionales de recolección de caracoles, así mismo, realizan la entrega de los insumos necesarios para llevar a cabo esas jornadas.

Cabe destacar que dada la problemática por presencia de CGA que presentan los departamentos de Amazonía, Putumayo y Caquetá, todos en la jurisdicción de Corpoamazonía, esta entidad expidió la Resolución 0240 de 2014 “Por medio de la cual se adoptan las medidas urgentes para el manejo y control de las especies exóticas como el caracol gigante africano (*Achatina fulica*, *Bendicho*, 1822) y caracol de jardín (*Helix aspersa*, *Muller*, 1774) en la jurisdicción de Corpoamazonía”, con el fin de instruir a las comunidades en el quehacer frente a la presencia de estas especies invasoras y controlar los focos de dispersión en el territorio.

El caracol de jardín (*Helix aspersa*) es un molusco que también se encuentra catalogado como especie exótica invasora para Colombia, según la Resolución 848 de 2008. Actualmente tiene presencia en muchos lugares del territorio nacional y es objeto de caza de control cuando se encuentra en vida silvestre, pues hay que aclarar que esta especie tiene permiso para ser cultivada (helicicultura) en el país con fines de consumo; por lo tanto, las acciones que define la Resolución 654 de 2011 respecto al control, manejo y disposición final de CGA, también son aplicadas a esta otra especie invasora. Algunas de las autoridades ambientales en Colombia que lo consideran dentro de sus protocolos son Corpoamazonía y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

5.2 Disposición final y aprovechamiento del caracol gigante africano en el mundo.

Luego de realizar una revisión de las recomendaciones dadas respecto a la manera de cómo llevar a cabo una correcta gestión segura en la disposición de CGA, varios autores concuerdan en que estos deben incinerarse, sumergirse en agua hirviendo o enterrarlos en zonas lejanas de fuentes de abasto de agua, ríos, lagunas y arroyos, o de aguas subterráneas. Además, indican que en caso de que se opte por enterrar los caracoles, esto tendrá que ser en una fosa de enterramiento, la cual debe ser excavada en forma de talud y su profundidad debe ser tal que permita cubrir de forma completa los animales. Algunos autores, añaden que como último paso asociado a la gestión del CGA, estos deberán ser destruidos, pues arrojarlos a ríos, lagos o mares generaría la diseminación de esta especie invasora.

Es importante indicar que la búsqueda de esta información no fue sencilla, pues los estudios e investigaciones revisadas hacían énfasis en las medidas implementadas para coleccionar el CGA, dedicando solo pequeños apartados a mencionar el método para disponerlos de manera segura; en

los textos consultados no fue posible encontrar una descripción detallada del paso a paso (un protocolo a seguir) de cómo llevar a cabo los métodos que nombraban, dejando al lector vacíos en las especificidades o consideraciones que deben tenerse en cuenta en su implementación.

Las recomendaciones encontradas no difieren de lo establecido por la normatividad colombiana respecto a la disposición final del CGA, e incluso cada una de las opciones que fueron encontradas en la literatura, son descritas con más detalle específicamente en el artículo 7 de la Resolución 654 de 2011, lo que indica que lo que se viene implementando en el país no va en contravía de lo que la experiencia mundial ha demostrado que funciona, sin embargo, estas no son las únicas medidas consideradas para dar disposición al CGA.

Algunas investigaciones han demostrado que las conchas de CGA pueden llegar a ser una oportunidad para la generación de productos cuya base de elaboración es el calcio, teniendo en cuenta que la concha de caracol es un exoesqueleto que consta de un 95 a un 99% de carbonato de calcio (CaCO_3) y otros componentes (Puspitasari et al., 2021), por lo que no necesariamente la única solución que se ha encontrado en el mundo para disponerlas, es incinerarlas o enterrarlas. Teniendo en cuenta eso, a continuación se hará un recuento de algunas investigaciones desarrolladas alrededor del mundo cuyo objetivo ha sido demostrar que el CGA puede funcionar como materia prima para el desarrollo de productos y procesos a nivel de industria.

Tabla 2.

Recuento de investigaciones desarrolladas en el mundo respecto al aprovechamiento del caracol gigante africano

Categoría productiva	País	Investigación	Autores	Resultado
	Indonesia	Phase identification and morphology of CaCO_3/CaO from Achatina Fulica snail shell	Poppy Puspitasari-Andre Faiz Fauzi- Hendra Susanto- Avita Ayu Permanasari- Rara Warih Gayatri- Jeefferie Abdul	A partir de las conchas de CGA es posible obtener carbonato de calcio y óxido de calcio como material base de la hidroxiapatita, un componente inorgánico primario de los dientes y los huesos, el cual ha sido ampliamente utilizado como revestimiento de implantes metálicos, debido a su excelente

		as the base material for Hydroxyapatite	Razak-Muhammad Mirza Abdillah Pratama	biocompatibilidad. (Puspitasari et al., 2021)
Medicina	Tailandia	Antiinflammatory Activity of Slime Extract from Giant African Snail (<i>Achatina fulica</i>)	C. Wiya, N. Nantarat and K. Saenphet	Se evaluaron extractos etanólicos y acuosos de la baba de caracol para determinar sus propiedades antiinflamatorias, siendo un potencial para utilizarse en productos antiinflamatorios. (Wiya et al., 2020)
	Italia	Antimicrobial properties of terrestrial snail and slug mucus	Giovanni Cilia - Filippo Fratini	Al examinar dos fracciones de la baba de CGA fue posible identificar que poseía propiedades antibacterianas frente a bacterias Gram positivas, como <i>Bacillus subtilis</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> , y cepas Gram negativas, como <i>Escherichia coli</i> y <i>Pseudomonas aeruginosa</i> . (Cilia & Fratini, 2018)
Tratamiento o recuperación de insumos	Nigeria	Kinetics studies of the treatment of wastewater from brewery industry, using powdered snail shell	E.O. Jatto - I.O. Asia - F. Egharevba - C.J. Ewansiha	Las conchas de CGA no solo son ricas en calcio, también tienen un importante contenido de hierro, lo cual mejora el proceso de coagulación y por ende la reducción de los fosfatos presentes en el agua, lo que garantiza una descarga de agua residual segura porque minimiza la posibilidad de que se presenten aguas eutrofizadas. (Jatto et al., 2020)
	China	Biodegradation and disintegration of expanded polystyrene by land	Yang Song – Rong Qiu – Jiani Hu – Xinyu Li – Xiaoting Zhang – Yingxin Chen	Se evaluó la capacidad que tiene el CGA para ingerir y biodegradar de la espuma de poliestireno expandido, encontrando que esta especie es

		snails <i>Achatina fulica</i>	- Wei-Min Wu – Defu He	capaz de convertir en microplástico este material y biodegradarlo parcialmente. (Song et al., 2020)
Procesos industriales	Indonesia	Preparation of calcium oxide from <i>Achatina fulica</i> as catalyst for production of biodiesel from waste cooking oil	Aldes Lesbani - Palita Tamba - Risfidian Mohadi - Fahmariyanti	Las conchas de CGA pueden llegar a ser materia prima para la producción de catalizadores que permitan la transesterificación de residuos de aceite de cocina obteniendo biodiésel apartir de ello. (Lesbani et al., 2013)
Suplemento alimenticio		Evaluation Of Giant African Snail (<i>Achatina Fulica</i> Ferussac, 1821), as an Alternative Dietary Protein Source For Nile Tilapia (<i>Oreochromis Niloticus</i> Linnaeus, 1758)	<u>Chaudhary, Karishma</u>	Evaluación del rendimiento de crecimiento de tilapias en el Río Nilo, alimentadas con CGA como fuente de proteína. Se encuentran resultados positivos para este estudio donde se concluye que el CGA si puede utilizarse parcial o totalmente como fuente alternativa de proteína para la tilapia. (Chaudhary, 2018)
	Nepal			

Nota: Recopilado de investigaciones realizadas en diferentes partes del mundo, donde su objetivo es identificar las propiedades por las cuales puede llegar a ser aprovechado el caracol gigante africano.

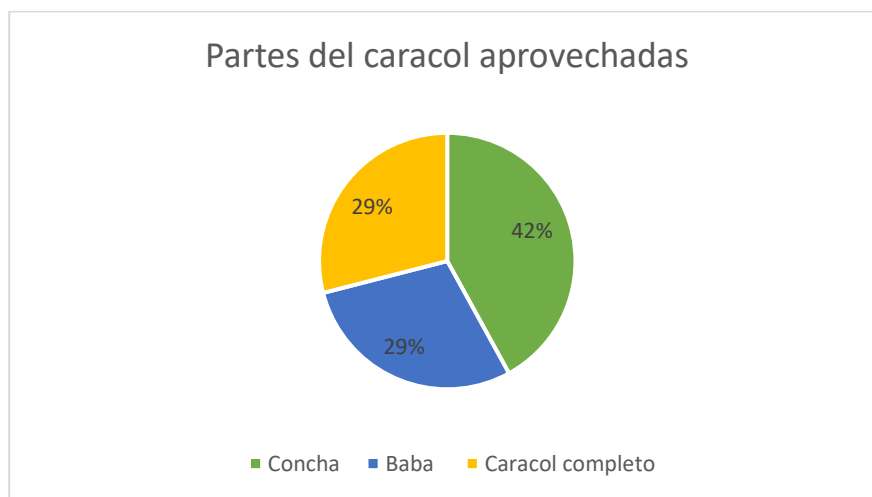
Durante la revisión bibliográfica que permitió recopilar esta información, se hizo una búsqueda de estudios e investigaciones cuyo caracol empleado correspondiera específicamente a la especie *Achatina fulica* o *Lissachatina fulica*, nombres científicos asociados al CGA. Se tuvo esta consideración, dado que en muchos estudios nombran como caracol africano a otras especies, que si bien pueden ser nativos de África, no corresponden estrictamente al caracol objeto de esta monografía, por ejemplo el caracol *Achatina achatina* o comúnmente conocido como caracol tigre gigante de Ghana. Esta identificación se hizo a través del título de los estudios o revisando el contenido del texto, verificando que se hiciera referencia al CGA.

Así mismo, se revisó que los estudios estuvieran orientados principalmente a proponer alternativas productivas generadas a partir del CGA, pues la mayoría de las investigaciones que se realizan sobre el tema, están dedicadas a evaluar su dispersión en las zonas afectadas, describir sus características biológicas, demostrar los impactos que genera (principalmente a la salud pública) y probar estrategias para su control (uso de atrayentes, trampas, productos para provocar su muerte, entre otros).

En este caso, se referencian solo algunos de los estudios encontrados haciendo énfasis en los más recientes, pues durante la búsqueda de información, fue posible encontrar investigaciones realizadas desde el año 2009.

Figura 8.

Partes del caracol gigante africano aprovechadas como insumo en procesos productivos.



Nota: El gráfico presenta en porcentaje las partes del cuerpo del caracol gigante africano que con potencial para su aprovechamiento.

De acuerdo con los estudios referenciados, la mayor oportunidad productiva se encontró en la concha del CGA y se debe al gran porcentaje de calcio que esta posee; el calcio en la concha viene en forma de carbonato de calcio (CaCO_3) y puede ser obtenido luego de que esta es procesada, por lo general mediante trituración hasta pulverizar. El carbonato de calcio es un material que puede utilizarse ampliamente en la industria química, plástica, farmacéutica, o como fue evidenciado en los estudios presentados, en el tratamiento de aguas residuales, en la generación de catalizadores para generar biodisel y como insumo para la medicina. Esta es una de las grandes

propiedades que ha sido reconocida de manera en general en todos los caracoles, razón por la que en el CGA también puede ser aprovechada.

Por su parte, la baba fue utilizada en dos (2) de los estudios referenciados, ambos pertenecientes al área de la medicina, en ellos se evaluaron sus propiedades antiinflamatorias y antimicrobianas, encontrando resultados positivos en ambos casos. Así mismo, otras propiedades atribuidas a la baba del caracol y que de igual manera han sido estudiadas desde la medicina, es la de ser una sustancia antioxidante y regenerativa, capaz de acelerar el proceso de cicatrización de una herida. Cabe destacar que esta sustancia también ha sido utilizada por la industria cosmética, dado que su composición bioquímica le aporta propiedades dermatológicas, por ejemplo alto contenido en colágeno y elastina; de hecho esta condición es la razón por la cual el CGA se ha dispersado fácilmente por el mundo, pues bajo esta premisa, ha sido introducido en muchos países con el fin de cultivarlo, extraer su baba y comercializarla a través de tratamientos, cremas, entre otros.

Los dos (2) estudios restantes que se referenciaron aprovechan al CGA como organismo completo (concha y babosa), en el primero de ellos se requieren organismos vivos para experimentar si son capaces de degradar espuma de poliestireno expandido o comúnmente conocido como Icopor. Este estudio se realiza asumiendo que al ser una especie polífaga puede consumir cualquier tipo de material, e incluso un plástico que se ha convertido en una ambiental por los años que tarda en degradarse por sí solo. Por otro lado, en el segundo estudio se utilizaron organismos muertos que fueron colectados en zonas de alta proliferación de CGA, estos fueron sometidos a trituración, secado y pulverización para adicionar como proteína a la dieta alimenticia de las tilapias, esto se hace teniendo en cuenta que la proteína animal contiene aminoácidos esenciales que no se pueden obtener fácilmente de fuentes vegetales.

En la totalidad de las alternativas antes referenciadas se utilizaron caracoles libres de cualquier microorganismo que pudiera resultar patógeno (teniendo en cuenta que es portador del *Angiostrongylus cantonensis*), esta condición era indispensable para poder considerarlos como materia prima en los procesos; en este sentido, la mayoría de los estudios presentados manifestaron dentro de sus metodologías, previo a la manipulación, realizar un tratamiento de limpieza profundo a los caracoles con el cual garantizar la inocuidad necesaria para poder ser empleados sin ningún riesgo, de no ser así, solo podrían haber sido utilizados aquellos caracoles que hayan sido

cultivados técnicamente con los fines mostrados, porque aquellos que se encuentran en vida silvestre, que han permanecido en ambientes insalubres y que son objeto de captura mediante las jornadas de control por la afectación que generan, no podrían haber sido tenidos en cuenta.

En el caso particular en que el CGA sea utilizado como suplemento alimenticio en la dieta de otros animales, como fue presentado para las tilapias del Nilo (*Oreochromis Niloticus Linnaeus, 1758*), será necesario revisar si la carga microbiana que porta el caracol se trasmite al animal que lo consume o incluso si es posible que dicha carga se bioacumule, en caso de que sea así, este animal no podría destinarse por ningún motivo para consumo humano.

Ninguno de los estudios registrados fue realizado en países de América Latina, la mayoría son desarrollados en el continente africano, probablemente considerando que para esa zona del mundo se trata de un animal nativo y su manejo desde la industria puede representar una oportunidad productiva. Otro continente que ha desarrollado algunas investigaciones es Asia, donde el CGA sí es considerado una problemática que viene afectando severamente a varios países, siendo las áreas agrícolas los focos de mayor afectación. Solo se encontró un estudio en el continente europeo, más específicamente para Italia, donde, así como en este caso se han llevado a cabo otras investigaciones de importancia médica.

Teniendo en cuenta que en Colombia, el numeral 1 del artículo 4 de la Resolución 654 de 2011 establece la restricción al uso de la especie para cualquier actividad, en el país no sería posible utilizar el CGA para ningún fin. Sin embargo, dentro de las responsabilidades que tienen las autoridades ambientales está el desarrollar investigaciones en cuanto al tema, las cuales pudieran estar en línea con las abordadas anteriormente, toda vez que se trata de estudios sobre el potencial aprovechamiento que puede dársele a la especie que hoy representa un problema, para esto sería necesario vincularse con la academia o institutos de investigación, quienes son los que tienen las herramientas científicas y técnicas para realizar los estudios pertinentes.

5.3 Medidas alternativas de disposición final de caracol gigante africano empleadas en Colombia.

Durante la solicitud de información que se le hizo a las autoridades ambientales, también se indagó sobre aquellos procesos alternativos de disposición final del CGA que se estuvieran desarrollando en su jurisdicción y de los que tuvieran registro, con el fin de revisar qué tanto viene aportando Colombia al conocimiento científico generado en el mundo entorno a este aspecto puntual en la gestión de esa especie invasora, sin embargo, todas las autoridades ambientales indicaron no tener conocimiento de ningún tipo de método diferente al implementado de manera oficial por su personal técnico encargado.

Paralelamente se buscó información en bases de datos científicas y repositorios universitarios, estudios desarrollados en Colombia con el mismo objetivo, pero los resultados arrojaron investigaciones centradas en probar métodos orgánicos para la captura y muerte del caracol, definir el estado de presencia en los territorios, identificación de los microorganismos patógenos presentes en su cuerpo, evaluar el nivel de conocimiento de las comunidades afectadas y mostrar la gestión realizada en los lugares con presencia de la especie. En estos últimos estudios, si bien se mencionaba el tema de la disposición final de los caracoles, no se realizaba una mayor descripción de los métodos utilizados, y cuando se hacía, consideraban las mismas estrategias contempladas por la normatividad, especialmente el enterramiento *in situ*. Durante la revisión bibliográfica se pudo identificar que el Valle del Cauca es la región de Colombia donde más se ha investigado al CGA, lo cual puede darse porque es uno de los departamentos con mayor afectación por la presencia de esta especie invasora, principalmente el municipio de Buenaventura.

Tabla 3.

Algunas investigaciones desarrolladas en Colombia respecto al caracol gigante africano.

Año	Ciudad	Investigación	Autores
2016	Cali, Valle del Cauca	Sustancias alternativas para el control el caracol africano en el Valle del Cauca, Colombia.	Mario Garcés Restrepo, Angie Patiño Montoya, Mónica Gómez Díaz, Alan Giraldo, Wilmar García Bolívar. (Garcés-Restrepo et al., 2016)

2017	Cali, Valle del Cauca	Prevalencia de parásitos nemátodo Strongylidos asociados al Caracol Africano, <i>Achatina fulica</i> , en el Valle del Cauca, Colombia	Diego Córdoba R, Angie Patiño Montoya, Alan Giraldo. (Córdoba-R et al., 2017)
2018	Ibagué, Tolima	Apoyo técnico a la Universidad Cooperativa de Colombia en la determinación del riesgo, modelación cartográfica y distribución biogeográfica del caracol africano en el Departamento del Tolima	Jhonatan Stid Cano Garzón (Cano, 2018)
2019	Granada, Meta	Estrategia de divulgación científica sobre el control de una especie invasora: el caracol gigante africano	Fabio Andrés Parra Garzón (Parra Garzón, 2019)
2019	Buenaventura, Valle del Cauca	Confirmation of the presence of angiostrongylus cantonensis in lung tissue of the african giant snail (<i>lissachatina fulica</i>) in Colombia	Alan Giraldo, Camilo Garzón, Andrés Castillo, Andrés Córdoba, Diego Fernando Rojas (Giraldo et al., 2019)
2020	Cali, Valle del Cauca	Distribución geográfica gigante africano en predios agrícolas del Valle del Cauca, Colombia	Germán Andrés Aguilera Arango, Janneth Cecilia Ortiz Cabrera. (Aguilera Arango & Ortiz Cabrera, 2020)
2020	Medellín, Antioquia	Acciones formativas para manejo y control del caracol africano en la Fundación Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín	Diana Johana Ochoa Salazar, María Alejandra Jiménez Ibarra, Juan Camilo Restrepo Trochez. (Ochoa Salazar et al., 2020)

Nota: Recopilado de algunas investigaciones realizadas en Colombia cuyo tema de estudio es el caracol gigante africano.

Como ya fue evidenciado en el numeral 4.1 de este documento, las autoridades ambientales en Colombia, o por lo menos las de las ciudades principales del país, se ciñen estrictamente a lo que la normatividad establece en cuanto a la disposición final del CGA se refiere, por lo que las medidas alternativas que surjan en esta gestión tendrían que ser el resultado de procesos de investigación científica que se desarrollen en conjunto con la academia, pues es la que tiene las herramientas para emprender estudios del tenor técnico que requiere este tema. Este es el caso del único estudio conocido en Colombia que viene abordando el tema del CGA desde una perspectiva diferente al de convertirse en un simple desecho.

De acuerdo con información compartida durante la socialización del estudio el día 09 de septiembre del año 2021, la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad CES en Convenio con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, desde finales del año 2020 vienen desarrollando una investigación cuyo fin es determinar si el CGA puede ser objeto de **compostaje** y si el producto generado está en capacidad de ser utilizado como abono orgánico para la fertilización de suelos, esto teniendo en cuenta la carga de microorganismos patógenos con los que se asocia esta especie. Según los resultados preliminares de los ensayos, se pudo determinar que el material es apto para ser compostado y no se encuentra presencia del nemátodo *Angiostrongylus cantonensis*, microorganismo que representa un riesgo para la salud pública de la población, además, además, por la composición de la concha de caracol este compostaje es resulta ser rico en calcio con el cual favorece las propiedades del suelo.

Si bien esta opción no es contemplada por la normatividad expedida en Colombia para dar manejo al CGA, cumple el mismo principio por el que se permite que se desarrolle el proceso de enterramiento *in situ* y es asumir que como todo material orgánico, el caracol tiende a biodegradarse fácilmente aportando compuestos que pueden enriquecer las condiciones del suelo, razón por la que es posible decir que el compostaje es una buena estrategia para el aprovechamiento del caracol, principalmente para las zonas rurales, pues no solo hay mayor probabilidad de contar con el área necesaria para llevar a cabo el proceso, sino que puede ser empleado directamente para el abono de cultivos, ya que como se evidenció en el estudio, no se encuentran organismos que puedan resultar patógenos para el ser humano, lo cual se logra gracias a que las altas temperaturas que se generan en el proceso de compostaje eliminan la mayor cantidad microorganismos que pueden ser perjudiciales para la salud. A pesar del potencial de aprovechamiento que tiene esta estrategia, se debe seguir considerando el riesgo asociado a la manipulación de la especie, lo cual

limita el que sea un método que pueda ser aplicado por cualquier persona y en cualquier lugar, por esta razón, sería necesario que una vez el estudio arroje un resultado viable definitivo, se pueda estandarizar el proceso previendo todas las acciones que requieren mayor atención para evitar situaciones que comprometan la salud y bienestar de las personas que implementen la estrategia.

Según pudo ser identificado durante la búsqueda de información respecto al tema en Colombia, es muy difícil hallar investigaciones desarrolladas que tengan como objeto de estudio específicamente la disposición final del CGA. Es probable que este tipo de investigaciones se estén desarrollando en el país, pero los resultados aún no se encuentren publicados por tratarse de fases preliminares de los procesos de investigación, como sucede con el caso expuesto, o que sencillamente este no sea el motivo de estudio por parte de las entidades responsables, porque su interés esté más enfocado a la prevención y control.

6. Conclusiones

Los impactos a la salud pública, al ecosistema y a la agricultura generados por la presencia del CGA, obligaron a que en Colombia fuera necesario establecer una normatividad específica para dar tratamiento a esta problemática, un documento donde se brindan los lineamientos para la prevención, control y manejo de una especie que, siendo exótica, logró adaptarse con facilidad a las condiciones que le ofrece el medio en suelo nacional. Ante el riesgo que supone esta especie, las autoridades ambientales en Colombia son los responsables de emprender esas acciones que permitan mitigar los efectos negativos que el caracol pueda ocasionar, es por eso que se resalta el trabajo que estas entidades han venido desarrollando a través de actividades que van desde la educación ambiental a las comunidades, hasta la implementación de acciones para establecer un control efectivo de la especie en los sitios afectados y dar buen manejo al residuos generados a través de una disposición final segura, considerando que se trata de un residuo peligroso por su potencial infeccioso al contener agentes patógenos que pueden llegar a causar enfermedades a los seres humanos o animales.

En Colombia, para realizar esa disposición final de los caracoles, sus conchas y sus huevos, las autoridades ambientales se ciñen estrictamente a los métodos propuestos en la normatividad, los cuales son seleccionados teniendo en cuenta las capacidades y condiciones que tiene cada territorio, razón por la cual no puede decirse que es generalizada la manera en cómo se realiza ese procedimiento, sin embargo, según la indagación realizada, el método más es implementado por las autoridades ambientales es el enterramiento *in situ*; esto no implica que la mayor afectación se presente en suelos rurales, como podría suponerse considerando que se trata de una técnica cuyo proceder se da de una manera muy orgánica y tiene unos requerimientos que implican tener condiciones de suelo especiales, por el contrario y como fue evidenciado, algunas de las ciudades capitales del país que se encuentran altamente impactados por la presencia de esta especie, también lo implementan; más bien las razones para su aplicación corresponden a que se trata del método menos costoso, de fácil acceso y ejecución para las comunidades.

De las autoridades ambientales consultadas, ninguna plantea un método de disposición final alternativo para el CGA diferente a los ya expuestos por la normatividad, tampoco fue posible

encontrar información documentada y divulgada abiertamente que dé cuenta de las investigaciones que se estén llevando a cabo en Colombia para determinar otras formas de disponer de este molusco, por ejemplo, identificando aquellos usos potenciales que se le puedan dar al CGA una vez es colectado, tal como viene siendo realizado en otros países del mundo donde se ha generado la inquietud por aprovecharlo como materia prima en otros procesos, reconociendo en su morfología algunas propiedades, que contrario a lo comúnmente ya conocido de la especie, pueden llegar a generar algún tipo de beneficio. La única información que se tiene de un proceso de este tipo, corresponde a un estudio que se encuentra en desarrollo por parte de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad CES (academia) y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (autoridad ambiental), donde al someter al caracol a un proceso de compostaje se logró determinar su potencial aprovechamiento en la fertilización de los suelos.

Cabe resaltar la importancia que tienen estos casos de estudio respecto al conocimiento científico que se genera en torno al CGA, pues diferente a demostrar las afectaciones generadas por su presencia, los factores que favorecen su dispersión y los métodos para su control, el objetivo común en todos ha sido buscar una oportunidad en el problema, con el cual aminorar su impacto.

Es posible que algunas autoridades ambientales en Colombia, motivados por esas investigaciones extranjeras y por las limitaciones en la gestión, estén generando conocimiento respecto a formas distintas de disponer o aprovechar el CGA de acuerdo con las condiciones y necesidades del territorio nacional, sin embargo, hasta el momento esta información no se conoce, posiblemente porque se trate de estudios en ejecución, como el único caso expuesto, o porque haga falta divulgación. En general, en Colombia aún falta generar mucho conocimiento en cuanto al tema, pues para eso se requiere la inversión de recursos que se destinen a la investigación, los cuales hasta ahora son muy escasos dado que la mayor cantidad de dinero invertido para este tema se centra en la atención operacional de la problemática a partir de la implementación de las estrategias para la prevención y control de la propagación (compra de insumos, pago para disposición final, desarrollo de jornadas de control, entre otros)

Considerando que el caracol de jardín (*Helix aspersa*) está catalogado por la Resolución 848 de 2008 como otra especie exótica invasora para Colombia y las medidas expuestas en la Resolución 654 de 2011 también aplican para establecer control de esta especie, es posible que en la literatura se encuentren resultados diferentes para las medidas de disposición final aplicadas en

este caracol invasor que puedan ser implementadas con en el CGA, sin embargo, este sería un tema para otro estudio.

7. Referencias bibliográficas

- Aguilera Arango, G. A., & Ortiz Cabrera, J. C. (2020). Distribución geográfica del caracol gigante africano en predios agrícolas del Valle del Cauca, Colombia. *Centro Agrícola*, 47(1), 5–12. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852020000100005&lang=es%0Ahttp://scielo.sld.cu/pdf/cag/v47n1/0253-5785-cag-47-01-5.pdf
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá, & Parque de la Conservación. (2020). *Caracoles nativos e invasores. Aspectos básicos de manejo, control, conservación e identificación de algunos caracoles presentes en el Valle de Aburrá* (1st ed.).
- Cano, J. (2018). *Determinación del riesgo, modelación cartográfica y distribución biogeográfica del caracol africano en el departamento del Tolima* [Universidad Cooperativa de Colombia]. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/6359/1/2018_apoyo_tecnico_universidad.pdf
- Chaudhary, K. (2018). *EVALUATION OF GIANT AFRICAN SNAIL (Achatina fulica FERUSSAC , 1821), AS AN ALTERNATIVE DIETARY PROTEIN SOURCE FOR NILE TILAPIA (Oreochromis niloticus LINNAEUS , 1758)* (Issue April) [Tribhuvan University]. http://107.170.122.150:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1638/Merged-ALL_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cilia, G., & Fratini, F. (2018). Antimicrobial properties of terrestrial snail and slug mucus. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 15(3), 1–10. <https://doi.org/10.1515/jcim-2017-0168>
- Córdoba-R, D., Patiño-Montoya, A., & Giraldo, A. (2017). Prevalence of Strongylida Nematodes Associated with African Snail, Achatina Fulica, in Valle Del Cauca, Colombia. *Revista MVZ Cordoba*, 22(3), 6276–6286. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1132>
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2018). *Plan de Prevención, Control y Manejo (PPCM) de Caracol Gigante Africano (Achatina fulica) en la Jurisdicción CAR* (pp. 1–61). <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b9033f095d34.pdf>
- CORPOURABA, C. para el D. S. del U. (2018). *Listado de Empresas gestoras de residuos peligrosos autorizadas*. <http://corpouraba.gov.co/wp-content/uploads/Listado-Gestores-Respel.pdf>
- Cruz, H., Floréz, A., Pabón, J., Quebrada, A., & Achagua, W. (2019). Evaluación de la actividad molusquicida del ají (capsicum annum) y helecho macho (dryopteris affinis) en el caracol africano (achatina fulica) en instalaciones del Centro Agroindustrial y Fortalecimiento Empresarial de Casanare. *Revista Innova CAFEC*, 1, 60–70. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/ricafec/article/view/3969>
- De la Ossa-Lacayo, A., De la Ossa, J., & Lasso, C. (2012). Registro del caracol africano gigante Achatina fulica(Bowdich 1822) (Mollusca: Gastropoda-Achatinidae) en Sincelejo, costa Caribe de Colombia. *Biota Colombiana*, 2(13), 247-257. Obtenido de <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view>
- Diario Occidente. (2018). *Otra vez hay proliferación de caracoles, ¿qué se puede hacer?* <https://occidente.co/regionales/valle-del-cauca/otra-vez-hay-proliferacion-de-caracoles-que-se-puede-hacer/>

- Ecolimpio. (2020). *Tratamiento de residuos peligrosos*. <https://ecolimpio.com.mx/tratamiento/>
- Eduvirgem, R., & Costa, M. (2020). *Distribuição geográfica do caracol gigante africano na América do Sul 1 Geographical distribution of the African giant snail in South America Distribución geográfica del caracol gigante africano en América del Sur*. <https://www.eventoanap.org.br/data/inscricoes/5154/form1564201299.pdf>
- Galvalizi, D. (2013). *INCINERAR LA BASURA, ¿ES LA SOLUCIÓN?* Opinión Sur Jóven. <http://opinionsur.org.ar/joven/incinerar-la-basura-¿es-la-solucion/>
- 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), 44–52. <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/398/396>
- Giler, M. J. Z., García, G. K. G., Fernández-Aballí, L. S., & Oviedo, M. C. (2020). Risk factors associated to eosinophilic meningitis caused by *angiostrongylus cantonensis* (Nematoda: Metastrongylidae) in Chone, Ecuador. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 72(1), 1–16.
- Giraldo, A., Garzón, C., Castillo, A., & Córdoba-Rojas, D. F. (2019). Confirmation of the presence of *angiostrongylus cantonensis* in lung tissue of the african giant snail (*lissachatina fulica*) in colombia. *Infectio*, 23(2), 129–132. <https://doi.org/10.22354/in.v23i2.768>
- González Aguilera, J. C., & Arias Ortiz, A. (2019). El caracol gigante africano (*Achatina fulica*) y sus efectos en la salud humana. *Multimed*, 23(4), 840–853.
- Hernández Cova, G. J., Cova Morales, M., & Prieto Arcas, A. S. (2017). Programa de capacitación para el control de *Achatina fulica* (Gastropoda : Achatinaceae) en la comunidad de Guatacaral , Parroquia San Juan , estado Sucre , Venezuela. *Conocimiento Libre y Licenciamiento*, 8, 39–56. <http://convite.cenditel.gob.ve/revistaclic/index.php/revistaclic/article/view/881/860>
- Jatto, E. O., Asia, I. O., Egharevba, F., & Ewansiha, C. J. (2020). Kinetics studies of the treatment of wastewater from brewery industry, using powdered snail shell. *Water-Energy Nexus*, 3, 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.wen.2020.06.001>
- Lesbani, A., Tamba, P., Mohadi, R., & Fahmariyanti. (2013). Preparation of calcium oxide from *Achatina fulica* as catalyst for production of biodiesel from waste cooking oil. *Indonesian Journal of Chemistry*, 13(2), 176–180. <https://doi.org/10.22146/ijc.21302>
- Londoño, J. D., Zamora, A., & Osorio, J. (2013). *Angiostrongylus Cantonensis* y el caracol africano gigante como causantes de meningitis eosinofílica. *RFS Revista Facultad de Salud*, 5(2), 61. <https://doi.org/10.25054/rfs.v5i2.143>
- Lugones Botell, M., & Ramírez Bermúdez, M. (2016). Daños a la agricultura, el medio ambiente y la salud ocasionados por el caracol gigante africano. *Revista Cubana Higiene y Epidemiología*, 54(2), 53–61.
- Mascopaz. (2016). *Cremación de mascotas - Hidrolisis*. <http://mascopaz.com/pservices/cremacion-individual-de-mascotas/salida-fw/>
- Resolución 848 de 2008. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 5 (2008). https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientevdt_0848_2008.htm
- Decreto 1076 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Diario Oficial No. 49.523 de 26 de mayo de 2015 1 (2015). <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

- Montoya, A. P., & Giraldo, A. (2020). Ten years of the African giant snail in Colombia: Review of the research and dissemination carried out between 2008-2017. *Ecologia Austral*, 30(1), 125–133. <https://doi.org/10.25260/EA.20.30.1.0.973>
- National Pesticide Information Center. (2021). *Manejo Integrado de Plagas (MIP)*. Manejo Integrado de Plagas (MIP). <http://npic.orst.edu/pest/ipm.es.html>
- Ochoa Salazar, D. J., Restrepo Trochez, J. C., & Jiménez Ibarra, M. A. (2020). Acciones formativas para el manejo y control del caracol africano en la Fundación Jardín Botánico “Joaquín Antonio Uribe” de Medellín [Universidad de Antioquia]. In *Facultad Nacional de Salud Pública - Universidad de Antioquia*. <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/17522>
- Parra Garzón, F. A. (2019). *Estrategia de divulgación científica sobre el control de una especie invasora: el caracol gigante africano* [Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/76500/Trabajo_final_maestría.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Patiño-Montoya, A., Giraldo-Ocampo, S., & Giraldo, A. (2019). Perception of giant African snail (*Achatina fulica*) in urban community from Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 72(1), 8717–8727. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v72n1.73085>
- Patiño Montoya, A., & Giraldo, A. (2018). Valuation of alternative methodology for the control of the giant African Snail (*Achatina fulica*). *Boletín Científico Del Centro de Museos*, 22(2), 183–192. <https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.2.13>
- Puspitasari, P., Fauzi, A. F., Susanto, H., Permanasari, A. A., Gayatri, R. W., Razak, J. A., & Abdillah Pratama, M. M. (2021). Phase identification and morphology of CaCO_3/CaO from *Achatina Fulica* snail shell as the base material for Hydroxyapatite. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1034(1), 012128. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1034/1/012128>
- Ramírez-Jaramillo, S. M. (2019). *uncinatus*), con una nota de depredación sobre el caracol africano (*Achatina fulica*) al sur de Ecuador Record of melanism in the hook-billed kite (*Chondrohierax uncinatus uncinatus*), with a note of predation on the african snail (*Achatina fulica*) fr. *Revista Mexicana de Ornit*, 20, 1–5.
- Roda, A., Millar, J. G., Jacobsen, C., Veasey, R., Fujimoto, L., Hara, A., & McDonnell, R. J. (2019). A new synthetic lure for management of the invasive giant African snail, *Lissachatina fulica*. *PLoS ONE*, 14(10), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224270>
- Roobak Kumar, A., Reddy P, K., MS, U., Reedy GV, M., HG, S., Raphael P, K., & Dhanam, M. (2018). Occurrence of giant African snail, *Achatina fulica bowdich* in coffee growing areas of Karnataka and its management. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(4), 134–137. <https://www.entomoljournal.com/archives/?year=2018&vol=6&issue=4&ArticleId=3822>
- Saidou, I. I., Viñet Espinosa, L. M., & Viera Machado, C. (2020). *Achatina fulica*. Medidas para su control. *Congreso Virtual de Ciencias Morfológicas*, 1–12. <http://morfovvirtual2020.sld.cu/index.php/morfovvirtual/morfovvirtual2020/paper/viewPaper/843>
- Sánchez, M. del P., & Mora Rivera, N. C. (2019). *Caracol Gigante Africano (Achatina Fulica): una especie exótica que requiere de control y manejo*. Sala de Conocimiento. Universidad Cooperativa de Colombia. <https://www.ucc.edu.co/noticias/conocimiento/agronomia-y-veterinaria/caracol-gigante-africano-especie-toxica-que-requiere-control-y-manejo#:~:text=Si bien%2C>
- Santos, L., Barbosa Negrisola, C., Santos, M. B., & Negrisola Junior, A. (2018). Management of *Achatina fulica* (Bowdich, 1822) (Pulmonata: Achatinidae) in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Arquivos Do Instituto Biológico*, 85(0), 1–15. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000262017>
- Song, Y., Qiu, R., Hu, J., Li, X., Zhang, X., Chen, Y., Wu, W. M., & He, D. (2020). Biodegradation and

disintegration of expanded polystyrene by land snails *Achatina fulica*. *Science of the Total Environment*, 746, 141289. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141289>

Resolución 654 de 2011. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial 9 (2011). http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=ef3334f2-55f1-43c7-ba71-2107abaa91e2&groupId=586236

Torres Fernández, R. A. (2019). *EFFECTO MOLUSQUICIDA DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE LAS HOJAS DE Luma chequen (MOLINA) A. GRAY (ARRAYÁN) Y EXTRACTO ACUOSO DE LA CÁSCARA DEL FRUTO Punica granatum L. (GRANADA) EN Achatina (Lissachatina) fulica BOWDICH, 1822 (CARACOL AFRICANO)* [UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA NUEVOS TIEMPOS, NUEVAS IDEAS]. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/4224>

Vergara Zurita, J. D. (2017). Construcción de una trampa electrónica prototipo para la captura de caracol africano [UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO]. In *Tesis*. <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>

Wiya, C., Nantarat, N., & Saenphet, K. (2020). Antiinflammatory activity of slime extract from Giant African Snail (*Lissachatina fulica*). *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 82(3), 499–505. <https://doi.org/10.36468/pharmaceutical-sciences.673>

Zamora-fung, R., Ramos Robledo, A., Mejjides-Mejías, C., Gómez- Pérez, D., & Dorta-contreras, A. J. (2019). Percepcion de riesgo, control y erradicación del caracol gigante africano. *Revista Científica 16 de Abril*, 58(253), 77–82. https://www.researchgate.net/profile/Alberto-Dorta-Contreras/publication/338924268_Percepcion_de_riesgo_control_y_erradicacion_del_caracol_gigante_africano_DISENO_METODOLOGICO/links/5e3321e9299bf1cdb9ff3441/Percepcion-de-riesgo-control-y-erradicacion-del-