

Evolución, seguimiento y control de la hormiga arriera, una vía compleja para la construcción de los protocolos de una política pública para el manejo, prevención e inactividad

Mirlady Ruíz Arrieta 1¹
<miladysruiz@yahoo.com.mx>

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Gerencia Ambiental y Desarrollo Sostenible
(1)

Resumen

La construcción de los protocolos de una política pública para el manejo, prevención e inactividad de las hormigas arrieras, es una de las mejores opciones de sostenibilidad ambiental, porque ofrece unas respuestas y perspectivas sustentables que permiten desde la práctica permanente en las acciones individuales y colectivas dentro de los territorios de forma efectiva generar soluciones sociales desde la institucionalidad. Se parte de un reconocimiento de un concepto de sustentabilidad que se funda en el reconocimiento de los límites y potenciales de la naturaleza, así como de la complejidad ambiental, inspirados en una nueva comprensión del mundo para enfrentar los desafíos de la humanidad en el tercer milenio, con una propuesta como la de los Maestros del Agua. Este concepto de sustentabilidad promueve estratégicamente, una nueva alianza naturaleza-cultura, que se reorienta a partir de los descubrimientos científicos y prácticos que son los potenciales de la ciencia y la tecnología tanto de la Universidad del Valle como del DAGMA, porque son los que nos permiten construir los protocolos de seguimiento, control, manejo, prevención e inactividad de la hormiga arriera, como los pilares estructurantes de una nueva cultura política medio ambiental, como espacios fundantes de lo que es una ética de la sustentabilidad –en valores, creencias, sentimientos y saberes-, que renuevan los sentidos existenciales, los mundos de vida y las formas de habitar el planeta Tierra y sobre todo nuestro territorio, como parte de un conjunto de principios y de una conciencia ecológica muy profunda que debe servir como criterio para orientar las acciones de los gobiernos, las instituciones ambientales distritales, nacionales, internacionales y a la ciudadanía.

Palabras Clave: sostenibilidad, sustentabilidad, protocolos, prevención

Abstract

The construction of the protocols of a public policy for the management, prevention and inactivity of the ants, is one of the best options of environmental sustainability, because it offers sustainable answers and perspectives that allow from the permanent practice in the individual and collective actions within the territories of effective form to generate social solutions from the institutionality. The starting point is a recognition of a concept of sustainability that is based on the recognition of the limits and potentials of nature, as well as environmental complexity, inspired by a new understanding of the world to face the challenges of humanity in the third millennium, with a proposal like that of the Masters of Water. This concept of sustainability strategically promotes a new nature-culture alliance, which is reoriented from the scientific and practical discoveries that are the potential of science and technology of both the Universidad del Valle and the DAGMA, because they are the ones that allow us to build the protocols of monitoring, control, management, prevention and inactivity of the army ant, as the structuring pillars of a new environmental political culture, as foundational spaces of what is an ethics of sustainability -in values, beliefs, feelings and knowledge-, that renew the existential senses, the worlds of life and the ways of inhabiting the planet Earth and above all our territory, as part of a set of principles and of a very deep ecological conscience that should serve as criteria to orient the actions of governments, the district, national and international environmental institutions and the citizenship.

Keywords: sustainability, sustainability, protocols, prevention.

1. Introducción

Nuestro trabajo técnico-práctico que hemos adelantado en el DAGMA, al hacer parte del personal operativo, relacionado en este caso específico con el Eje Temático: Control de Hormiga Arriera, nos ha permitido reorientar la respuesta institucional a las quejas y peticiones que realiza la ciudadanía caleña ante el Despacho de la Dirección del Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente.

Porque es a partir de los descubrimientos científicos y prácticos, en el trabajo de campo donde se producen los procesos que se deben generar para los controles integrales de forma constante y simultánea, puesto que son los potenciales de la ciencia y la tecnología tanto de la Universidad del Valle, del Equipo HormigAtta como del DAGMA (Mirlady, 2016-2017-2018-2019).

Estos controles son los que nos permiten construir los protocolos de seguimiento, control, manejo, prevención e inactividad de la hormiga arriera, como los pilares estructurantes de una nueva cultura política medio ambiental, que se basa en los espacios fundantes de lo que es una ética de la sustentabilidad y sostenibilidad ambiental –que se genera en valores, creencias, sentimientos, saberes y hábitos-, con la capacidad de respuesta de forma efectiva, con métodos biológicos que combinen los diferentes tipos de control para solucionar los problemas presentados por su presencia donde causan impactos sobre los agrosistemas y en las zonas urbanas debido a su carácter de polífago, que es muy característico por su voracidad al cortar hojas con sus mandíbulas, causando impactos negativos con la pérdida de diversidad vegetal, con el daño que ocasionan a las plantas cultivadas de especies arbóreas y que consiste en su defoliación parcial o total, con la afectación estructural a edificaciones y construcciones.

Con impactos a la infraestructura vial y portuaria, como en el caso del muro de contención del Jarillón del río Cauca, con el debilitamiento de los canales de cemento y hormigón de aguas servidas y lluvias, como igualmente con el daño a la estructura del suelo cuando el grado de colonización de estas hormigas es mayor al 1% por área registrada en las zonas verdes urbanas de los parques de la ciudad de Cali. “Cuando el río Cauca crece el agua se puede filtrar por los hormigueros, poniendo en peligro no solo la estructura del Jarillón, sino la vida de miles de personas, porque la idea es evitar esa tragedia controlándolas”, advierte el investigador Jonathan Rodríguez¹.

2. Objetivo

Construir los protocolos de una política pública para el manejo, prevención e inactividad de las hormigas arrieras en Santiago de Cali desde el estudio y análisis de su evolución, seguimiento y control, con el fin de ofrecer un plan de acción que dé respuestas y perspectivas sustentables, que permitan desde la práctica permanente en las acciones individuales y colectivas dentro de los territorios, con una forma efectiva de generar soluciones sociales desde la institucionalidad como el DAGMA, CVC y Parques Nacionales Naturales; con controles integrales de forma constante y simultánea. Fortaleciendo el concepto de

¹ Cali se convertirá, antes de que acabe el 2015, en la primera ciudad latinoamericana en contar con un mapa de hormigas arrieras, artículo de Prensa de la Agencia de Noticias Univalle, miércoles, 02 septiembre 2015.

sustentabilidad y sostenibilidad medio ambiental, que se funda en el reconocimiento de los límites y potenciales de la naturaleza, y promover estratégicamente, una nueva alianza naturaleza-cultura, que trace prospectivamente los protocolos que se orientan a partir de los descubrimientos, de las prácticas, de las disciplinas científicas para crear nuevos espacios potenciales de la ciencia y la tecnología al servicio de las comunidades.

3. Antecedentes

Las hormigas tienen un rango de distribución desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Argentina. Las hormigas arrieras se originaron en las tierras más bajas de Suramérica y han coevolucionado con su ambiente natural desde hace millones de años. Son uno de los insectos más evolucionados y exitosos. Donde quiera que existan, ya sea en zonas tropicales o subtropicales, ellas son las hormigas que dominan. Sólo existen en América, desde Texas hasta la Patagonia (Según Hölldobler y Wilson 2011, citados por Valencia 2014). Con la civilización y el desarrollo urbano estas especies se convirtieron en plaga, al eliminar sus predadores naturales por el desarrollo de grandes áreas de cultivo y pastizales (Según Silva-Pinhati, *et al.* 2005, Montoya-Lerma *et al.* 2012, citados por Montoya-Lerma en el 2011), y esto favoreció su reproducción.

Son exclusivas de América tropical. Se consideran muy importantes ecológicamente, pero se convierten en plaga cuando se altera su entorno de manera antrópica. Aunque muchas hormigas viven en casi todos los ambientes, desde el subsuelo hasta las copas de los árboles, las arrieras son habitantes del suelo por excelencia, ya que viven en nidos subterráneos, los cuales afectan de manera diferencial las características del suelo, puesto que construyen túneles para comunicarse, removiendo grandes cantidades del suelo, contribuyendo a la permeabilización, infiltración y aireación de sus modos de sobrevivencia².

En el 2015 se ejecuta el convenio firmado por CVC, DAGMA y Biólogos Investigadores de la Universidad del Valle en Caracterizar los hormigueros en las 12 de las 22 comunas de Santiago de Cali donde se evidenciaron aproximadamente dos mil (2000) nido de hormiga arriera *Atta Cephalotes* algunos con más de mil metros cuadrados en área, la comuna con mayor afectación de la arriera; el estudio se establece que la comuna 17 de Cali, donde se encuentran barrios como El Ingenio, La Hacienda, San Joaquín y Valle del Lilí, es donde más hormigueros hay : Se registraron más de 900, casi el 50% de los nidos de la ciudad, debido a que en el sur hay más zonas verdes propicias para la proliferación.(Agencia de Noticias Univalle, Hormiga Arriera una Amenaza para Cali).

3.1. Generalidades

² Este desarrollo teórico-práctico, se ha tomado de varios autores que se acercan mutuamente en sus observaciones científicas realizadas por todas sus investigaciones especializadas para optar sus títulos de Maestrías. Son trabajos que han sido escaneados para que puedan ser consultadas ampliamente porque están dentro de la Biblioteca Digital de la Universidad del Valle. Lo advertimos porque es parte de nuestra coherencia ética y moral, como hemos sido parte del trabajo de campo de esos ejercicios gracias a un convenio firmado en 2014-2015-2016-2017 con la Corporación Autónoma del Valle del Cauca –CVC, el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente –DAGMA y los biólogos de la Universidad del Valle con el Grupo técnico y operativo del DAGMA.



La hormiga arriera hace parte de un grupo de himenópteros³ sociales de una gran diversidad, tanto taxonómica como funcional. Todas sus especies pertenecen a la familia Formicidae, dentro de este grupo se encuentra la subfamilia Myrmicinae y la tribu Attini, del género *Atta*, especie *Cephalotes*. Son conocidas como hormigas cortadoras de hojas, consideradas como los herbívoros más comunes y polífagos del Neotrópico (Según Hölldobler & Wilson 2011; Della Lucia 2011, citados por Valencia 2014). Son 210 especies, 9 de ellas en Colombia⁴.

De las once especies de la tribu Attini presentes en Colombia, la más abundante es *Atta cephalotes* (L.), denominada localmente como hormiga arriera (Montoya-Lerma et al. 2011).

El incremento descontrolado de la Hormiga Arriera es una consecuencia del manejo inadecuado de diferentes ecosistemas y la degradación ambiental. En áreas agrícolas, forestales y urbanas, estas han afectado diferentes aspectos de la ecología de las plantas, desde la entrada de luz al sotobosque (Barone & Coley 2002) hasta el reciclaje de nutrientes en el suelo (Según Farji-Brener 1992; Escobar et al. 2002; Moutinho et al. 2003, citados por Valencia 2014), comúnmente llamada plaga en el agro ecosistema y por los ciudadanos del común, puesto que ocasiona pérdidas económicas relacionadas con la defoliación parcial o total de cultivos, plantas ornamentales, pastizales, árboles de importancia forestal, entre otros (Según Forti et al. 2000 citado por Valencia 2014). Además, en ciudades como Cali, la *A. cephalotes* suele anidar alrededor de casas y edificios (Según Chacón de Ulloa 2003; Montoya-Lerma et al. 2011, citado por Montoya-Lerma 2011) y ocasiona inestabilidad en terrenos y edificaciones (Según Montoya-Lerma et al. 2006); retomados y citados por el biólogo científico Jonathan Rodríguez Guerrero⁵. Las hormigas seleccionan hojas blandas, nuevas, sin

³ Los himenópteros, es un nombre castellanizado de las Hymenopteras, que es uno de los órdenes más numerosos de insectos, con unas 153,000 especies descritas en 132 familias, con 8423 géneros. Además de más de 2.000 especies extintas.

⁴ Rodríguez, Guerrero, Jonathan, Hormiga Arriera: Biología y Manejo Integral, Biólogo-Universidad del Valle, Santiago de Cali, julio 23 de 2010, Pequeño Manual de Mano, para Guía de Orientación muy práctica y sintética. Distribuido en seis cuerpos editoriales. Mayores informes Departamento de Biología/Entomología. Teléfono: 3212100 extensión: 2570. Correo Electrónico: dedosnocallados@gmail.com; Santiago de Cali, Colombia.

⁵ Rodríguez, J. (2013) POTENCIAL DEL BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*) COMO CONTROLADOR

espinas y con abundante agua para cortarlas.

3.2. Organización Social y Caracteres Distintivos

Estas hormigas son denominadas insectos sociales al igual que las abejas, avispas y termitas dado que tienen un sistema de organización por colonias en las que los individuos están agrupados en castas muy definidas, socio-biológicamente hablando, gracias a que desempeñan labores diferentes.

Muchas veces estas hormigas son confundidas con especies de suelo como la *Odontomachus*, la *Ectatoma*, o *Acromyrmex*, principalmente con esta última que también exhibe un comportamiento polífago y defoliador.

Las hormigas arrieras *Atta cephalotes* es la especie dominante en el Valle biogeográfico del río Cauca y por ende en los parques biodiversos de la ciudad de Cali. Presentan los siguientes caracteres: 1) Tiene presencia de espinas torácicas; 2) Poseen una pilosidad en la frente; 3) Tienen una morfología de la cabeza; 4) Coloración del cuerpo va de castaño claro a oscuro en todo el cuerpo y el abdomen; 5) Tienen pilosidad en el abdomen; 6) Tienen una morfología como castas reproductoras y obreras principalmente los soldados; 7) Poseen características de los nidos u hormigueros en forma de volcán; 8) Tienen un comportamiento de reclutamiento, es decir cuando las hormigas salen a colectar el material vegetal para el cultivo del hongo.

En el caso de las arrieras del género *Atta cephalotes* la población de cada colonia está conformada por individuos morfológicamente diferentes y su tamaño está relacionado con la función que cada una de ellas cumple. Se caracterizan por su perfeccionado hábito de cultivar y alimentarse de hongos. Son una compleja organización que supone un alto grado de complejidad tanto ecológica como ecosistémica.

Tenemos los grupos: Castas mayores o con alas la reina y el macho, las castas menores; las nodrizas, las exploradoras, las cortadoras, las jardineras, los soldados.



6

BIOLÓGICO DE HORMIGA ARRIERA, *Atta cephalotes* (HYMENOPTERA: MYRMICINAE) Trabajo de Investigación sometido a consideración del programa de Postgrado, Maestría en Ciencias-Biología para optar el grado de: Magister en Ciencias Biológicas, Director: JAMES MONTOYA LERMA, Biólogo, PhD., Codirectora: ZORAIDA CALLE DÍAZ, Bióloga, M.Sc., MAESTRÍA EN CIENCIAS-BIOLOGÍA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS, MARZO DE 2013.

⁶ Esta gráfica fotográfica, hace parte del trabajo realizado por Mirlady Ruíz Arrieta.

En la organización social encontramos:

Reina: es la fundadora del hormiguero, pone los huevos durante toda su vida y regula la colonia. Puede vivir hasta 12 a 20 años, es uno de los insectos con mayor longevidad. Es la hormiga de mayor tamaño, su función es colocar los huevos que darán origen a individuos aptos para todas las actividades que se deben desarrollar en el hormiguero. Pero a su muerte la colonia desaparecerá, porque es la que los dirige, es la única con capacidad reproductiva y las castas tiene periodos de vida muy cortos. Como es una especie evolucionada trae de su colonia materna un poco de hongo simbionte en su cámara infra bucal, para iniciar el cultivo, expulsa una pequeña bola de hongo que abona con gotas de líquido fecal y saliva. Este será el primer jardín de la colonia mientras van eclosionando los primeros individuos que le van a proporcionar el material vegetal. Seis días después de instalada la Reina, pone huevos de dos tipos, unos llamados de cría que darán origen a las primeras operarias y otros de alimentación que servirán de sustento a la Reina y a las primeras larvas (Según Mariconi 1970). Entre los 80 y 100 días, necesitan las primeras cortadoras cuando abren el orificio del nido al exterior y empiezan su labor. Una colonia se considera completamente desarrollada cuando aparece la primera generación de hembras y machos alados; esta postura son de huevos especializados que se sincronizan con la época invernal preparándose para colocarlos dos veces al año. La Reina tiene como función crear el hormiguero y multiplicar la colonia.

Macho: Su función es la fecundación de la reina. Muere a las pocas horas de su apareamiento.

Vuelo Nupcial

Es realizado por hembras y machos alados, que están dentro del grupo de las mayores porque su tamaño es mayor al de las otras castas, (además tienen alas porque se copulan en el aire) se aparean en las dos temporadas de lluvia entre marzo - abril y entre octubre - noviembre, facilitando la excavación (de su primera galería entre 8 y 25 centímetros) que debe realizar la princesa alada después de ser copulada (está se rasga las alas con movimientos contra el suelo o se las corta con su mandíbula) para conformar su colonia, se introduce en el subsuelo y jamás sale al exterior. Cada princesa alada la copulan aproximadamente 5 a 8 machos (Según Mariconi 1970, citado por Montoya-Lerma 2011) acumulando aproximadamente 140 millones de espermas, dejándola fértil para toda su vida entre 12 a 20 años, después de tres años de fundar el nido la Reina produce machos y hembras aladas, dato muy importante para el control de futuras colonias a manera de Prevención.

Casta Obrera o menores: Todas las castas menores son hembras estériles e individuos formados morfológicamente diferente de acuerdo a la función que realiza y son renovables, entre estas se encuentran:

Soldados: Viven dos años y defienden el hormiguero. Son hembras de gran tamaño tienen desarrolladas sus mandíbulas y cabezas en comparación con las otras castas. Permanecen en las entradas de los nidos y de los jardines del hongo. Esta casta sólo existe en la Atta. Cephalotes.

Las Obreras: son el mayor porcentaje de la colonia debido a que su labor es diseñar la estructura subterránea del nido, que es un trabajo generado por la remoción de grandes porciones de tierra en forma granulada que son extraídas a la superficie externa (porque ellas pueden cargar tres veces el peso de su cuerpo).

Las cortadoras: su vida es de 6 meses, son muy inteligentes, se dice que nos llevan muchos años de evolución y su dominio ecológico inicio entre 60 millones y 65 millones de años y con los humanos lleva viviendo 20 mil millones, su trabajo es en el exterior del hormiguero y en el exterior hay agentes patógenos, que son microorganismos ya sean hongos o bacterias que se adhieren a la cutícula o piel de la hormiga. Por lo tanto, las cortadoras solo ingresan las hojas hasta cierto punto de la colonia y sueltan las hojas para que las jardineras la limpien. Trabajan de noche para evitar los rayos del sol ultravioletas y los depredadores.

Las Jardineras: tienen de vida 4 meses, de tamaño pequeño, porque su tarea es cuidar la Reina, las larvas y trasladar los huevos y las pupas (pupas, son hormigas ya formadas que están en proceso de endurecimiento de la cutícula) dentro y fuera del hormiguero. También se encargan de cultivar el hongo simbionte en el jardín Fungoso. Estas pequeñas hormigas mastican los fragmentos de hojas que llevan al jardín simbionte, degradando el material vegetal para favorecer el desarrollo del hongo y mantener permanentemente el alimento para la colonia. Porque hay que tener en cuenta que la mayoría de la colonia (las obreras) se alimentan con el 95% de la sabia que fluye al cortar y triturar las hojas o lamer los fragmentos vegetales, pues sólo lo hacen con el 5% del hongo. Además, limpian las obreras de paracitos, alimentan la reina, hacen limpieza del jardín simbionte. El cual lo conforman tres tipos de cámaras o recamaras: una donde cultivan el hongo simbionte, otra donde alimentan los huevos, larvas y pupas, la última donde arrojan los desechos, hormigas muertas, hongo que tiene patógenos o está descompuesto; es importante entender que los individuos que trasladan el material de desecho son los que están terminando su etapa de vida para no poner en riesgo la colonia realmente productiva. Trasladan el material de desechos a los basureros o botaderos que son orificios o bocas que se encuentran fuera del hormiguero.

Las Nodrizas: Son las más pequeñas, tiene 2 meses de vida, su labor es cuidar la reina, las pupas y larvas.

Escoteras: Son hormigas muy pequeñas que se suben a las hojas cuando son transportadas hacia el nido y en el trayecto le efectúan labores de limpieza.

Cargadoras: Viven 6 meses, tienen tamaño mediano. Su trabajo es extraer grandes porciones de tierra que sobran al excavar los túneles y cámaras, retirándola hasta superficie externa del nido (Según Hölldobler y Wilson 1996, citado Montoya-Lerma 2011). En ocasiones transportan los fragmentos que otras obreras cortan. Las hormigas arrieras son colonias con numerosos individuos que fundan su colonia en la parte subterránea del suelo realizando excavaciones dispares y diversas (como estrategia para hacer frente a las amenazas que pongan en riesgo el alimento y la colonia) con túneles para comunicarse y cámaras donde habita el hongo, las larvas, los huevos y las pupas.

Alimentación: Las hormigas presentan una relación simbiótica con un hongo. Se alimentan del hongo que cultivan a partir de las hojas que cortan⁷.

3.3. Estrategias de control, seguimiento, manejo, prevención e inactividad de la hormiga arriera

Existen varios métodos para el control de las hormigas desfoliadoras de hojas como la *Atta Cephalotes*, entre ellos está el control mecánico, cultural, biológico y químico. Sin embargo, la evolución de la *Atta C.* radica en estudiar el material vegetal o dieta alimentaria, con la defensa para proteger el jardín fungoso y las perturbaciones entre otras, con las que ha llevado a diseñar estratégicamente su estructura interna, dificultando la aplicación de estos métodos.

Hay unas estrategias de control, que obedecen a lo que se conoce como el Control Integrado: que es la combinación de los diferentes tipos de controles, de forma constante y simultánea. Para hablar de los

⁷ Esta caracterización hace parte de un constructo colectivo de biólogos científicos con los que he trabajado y es nuestra obligación de citarlos como parte de nuestra responsabilidad ética y moral, que enumeramos detalladamente. Hemos ordenado sistemáticamente cada uno de los aportes por la experiencia de nuestras prácticas ecosistémicas.

controles; es necesario reconocer las partes que conforman un hormiguero al momento de realizar el control.

Los hormigueros externamente están conformados por tres clases de bocas: bocas de forrajeo, bocas de excavación y bocas de aireación.

Las bocas de Forrajeo se identifican normalmente porque de ella sale una pista o camino que es por donde ingresan los fragmentos de hojas, semillas y flores que cortan, hasta ir ingresándola al nido.

Las bocas de Excavación son orificios por los cuales sacan de la parte interna del hormiguero hacia la superficie externa, la tierra excavada para poder formar las cámaras y túneles. Además, algunos de estos orificios son botaderos por donde sacan los desechos generados en el jardín fungoso y en el que incluyen las hormigas muertas.

Las bocas de Aireación son orificios que están recubiertos con hojarasca y tallitos secos muy pequeños ubicados en forma volcánica con el propósito de evitar corrientes de viento, que deshidraten el hongo y a su vez para mantener la temperatura adecuada dentro del hormiguero (estas bocas se denotan en el verano).

Control Mecánico: consiste en el método de excavación del hormiguero (sin dañar las cámaras) retirando el hongo simbiote de las cámaras hasta encontrar la Reina. Acción estratégica que se hace de forma directa, y que es llamada mecánica puesto que es la que procede a conocerse, como la que evita la formación de nuevas colonias al retirar las aladas y cuando los hormigueros son incipientes la reina se encuentra entre 20 y 30 centímetros de profundidad, siendo este proceso antrópico el más efectivo.

Está el Control Químico: Tradicionalmente los productos químicos organofosforados, piretroides y sulfuramidas (Según Godoy et al., 2005; Della Lucia, 2011 citado por Valencia 2014). Estos son aceptados en el público porque ejercen el beneficio de control, dejando inactiva la colonia por un corto tiempo; mientras ella reestructura el hormiguero. Son productos muy peligrosos para el ser humano, generan alergias respiratorias, inflamación en la garganta, contaminan el agua, eliminan insectos, deterioran los suelos destruyendo los microorganismos. (Según Sinha et al., 2006; Montoya-Lerma et al., 2012 citados por Valencia 2014).

Debido a la renovación constante de individuos que habitan en los hormigueros y a la incontenible reproducción de colonias, que estas han generado, con un impacto negativo en los agroecosistemas y zonas verdes urbanas, es lo que está posibilitándole a las industrias químicas el desarrollo de métodos de aplicación de insecticidas, aunque sus resultados no son totalmente efectivos sobre las hormigas arrieras debido a sus cambios y modificaciones permanentes para adaptarse al ambiente con sus estrategias de defensa, utilizando taponamientos de túneles y bocas mientras desvían el nido internamente, hasta gradualmente ir reponiéndose fácilmente de los ataques antrópicos, controlando eficientemente el ingreso de contaminantes al hongo simbiote. (Según Diamond, 1998; Mueller et al., 2001; Currie & Stuart, 2001), pero, lo que sí ocasionan son graves consecuencias ecológicas y de salud pública, como son: 1. La pérdida de biodiversidad, principalmente la entomofauna, la herpetofauna, la ictiofauna, y la avifauna; 2. La Infertilidad en plantas arvenses (Según Della Lucia, 2003, Godoy et al., 2005); 3. El daño cerebral en niños de madres expuestas a estos insecticidas y 4. La eliminación de los enemigos naturales de las hormigas. (Según Della Lucia, 2003, Godoy et al., 2005 citados por Montoya-Lerma 2011).

El uso insensato de insecticidas por parte de los agricultores y de la ciudadanía, que los utilizan, aplicándolos en las bocas de los nidos, muchas veces mezclando cebos con clorpirifos y sulfuramidas, insecticidas que tienen restricciones de uso ya que afectan los organismos acuáticos y están poniendo en riesgo la vida humana.

Por eso, nuestras prácticas sociales y científicas están del lado evidentemente de la Sustentabilidad y Sostenibilidad Ambiental con el Control Biológico: que son controles que van direccionados a la conservación de la vida, el agua y el suelo entre otros. Así como a la restauración, conservación, cuidado, preservación de la Micro flora del suelo donde sus componentes ejercen unos procesos de transformación como es el Suministro directo de nutrientes y la Fijación de nitrógenos. Para controlar las colonias se utilizan microorganismos como bacterias y hongos que infectan el hongo simbionte del cual se alimentan la arriera, provocando la deshidratación y descomposición del hongo siendo esté la vida de las larvas, pupas y la colonia en general; por lo tanto, sin hongo la colonia muere. Se colocan cebos, que se van integrando a los microorganismos competidores del hongo simbionte con olores y sabores de relacionados al material vegetal que cortan. También con sustancias para inactivar a las hormigas y afectar el hongo simbionte. Por lo tanto, es importante evaluar distintos métodos de aplicación de productos aparentemente caseros como el camino más fácil y expedito, porque sus preparaciones son amigables con el medio ambiente en el manejo y control de las hormigas arrieras, con el fin de reemplazar los agroquímicos convencionales, pues lo que estamos haciendo en conjunto es ir, promoviendo investigaciones sobre plantas repelentes eficaces para el control (Según lo adelantado por Santos-Oliveira *et al.* 2006; De Melo Cazal *et al.* 2009 citado por Rodríguez 2013); como son:

Efecto de la *Euphorbia cotinifolia* (Euphorbiaceae) (y últimamente por Sayra Yady Mina Mejía, Jonathan Rodríguez & James Montoya-Lerma, 2018)



Genero *Euphorbia cotinifolia*, que es un arbusto con hojas de color rojo purpura, crece silvestre entre los 200 y 2.600 msnm en climas cálidos y templados. Originaria de América Central y del Sur. Contiene Látex, compuestos de resina, terpenoides y un alto contenido de alcaloide. (Según Rivero et al., 2015).

La *E cotinifolia* es una opción ecológica y sostenible para el control de la arriera con su método de destilación de las hojas frescas a una solución del 10%, el estrato de *Ecotinifolia* mezclado en fragmentos de su dieta alimentaria favorita de la *Atta cephalotes*; Hojas de Mango y hojuelas de Avena introducidas en un hormiguero artificial (se trata de una colonia de *Atta cephalotes* obtenida extrayendo la Reina, Obreras y el hongo simbionte de un hormiguero, la cual es ubicada en tres cajas rectangulares que hacen la base de un (1) cultivo del hongo, (2)forrajeo, (3)Botadero de residuos.(Según Rodríguez, Calle y Montoya-Lerma,2008) con una efectividad en un 96,6% en la disminución del hongo fungoso hasta ir provocando su muerte. También el uso constante de fragmentos de hojas impregnadas de extracto *E cotinifolia* generan una disminución en la actividad de forrajeo. (Según los estudios de Sayra Yady Mina Mejía, Jonathan Rodríguez & James Montoya-Lerma, 2018).

Potencial del Botón de Oro, *Tithonia diversifolia* como control biológico de la Hormiga Arriera. (CB-0492692 del biólogo científico Jonathan Rodríguez Guerrero Sobre el Botón de Oro Univalle-2013)

Planta de botón de oro, *Tithonia diversifolia*,



Genero *Tithonia diversifolia* originaria de Centro América. Es una planta herbácea, su flor huele a miel, tiene algunas sustancias antimicóticas y antimicrobiales (sesquiterpenoides) que protegen la planta de ataques de insectos. Se reproduce fácil en zonas tropicales. Crece hasta los 2.600 msnm, atrae insectos benéficos y tiene un alto valor ecológico como fuente de néctar y otros recursos para la fauna silvestre, como planta forrajera de alto contenido enzimático.

Tithonia diversifolia es otra opción para el manejo control e inactividad de la hormiga arriera Atta C. es una planta que tiene en sus hojas Taninos y cuando la hormiga arriera la consume no deja crecer el hongo simbiote, crece es otro hongo, al que llamamos hongo Antagonista, se puede utilizar como Polvo *diversifolia*, (siendo este el resultado de la pulverización de las hojas secas) porque su aplicación se realiza insuflando dicho material biológico dentro de las bocas del nido, especialmente las de forrajeo, cuestión que va ocasionando un alto efecto en el comportamiento de las obreras y altera las condiciones internas del nido (CB-0492692 Jonathan Rodríguez Guerrero Sobre el Botón de Oro Univalle-2013). Aplicación de *diversifolia* en infusión (200 gr de hojas secas en 20 litros de agua caliente, hay que dejar enfriar la infusión colarla y aplicarla hasta ir asperjando el hormiguero por fuera y por dentro para poder ir determinando la baja actividad de las colonias (CB-0492692 Jonathan Rodríguez Guerrero Sobre el Botón de Oro Univalle-2013). Además, en otras investigaciones realizadas con extractos etanólicos de hojas de botón de oro, causó la mortalidad de las obreras en un 100%. (Según estudio de Castaño *et al.* 2013).

Control con Cebos Tóxico: Su uso es de bajo impacto ambiental, (compuesto por cascara de cítricos como atrayente favorito por las arrieras, Harina, melazas, aceites y el insecticida) en forma de gránulos, son de bajo costo y efectivos para el control, porque son expuestos sobre las pistas de forrajeo (Téllez, comunicación personal al tercer autor 2013). utilizadas por las arrieras cerca a la boca y ellas fácilmente la transportan al nido ocasionando la contaminación del hongo fungoso y las obreras menores que manipulan el hongo provocando su muerte aproximadamente en 5 días (Della Lucia *et al.* 2014).

Está el Control Físico: Se entiende como las acciones necesarias que hace el hombre en pos de proteger las plantas y árboles de la defoliación efectuada por las arrieras Atta C., que son unas prácticas ecológicas que van desarrollando los métodos utilizados como barreras, pues estos se van colocando pegamentos en los árboles u

otros objetos que impidan subir a las arrieras.

Está el Control Cultural: que se da con el aumento de la biodiversidad, de las plantas y animales, que es la que evita la colonización de los paisajes por parte de los insectos plaga. Los factores ambientales físicos, como la sequía y las altas temperaturas, o aquellos trabajos biológicos, como la depredación de las Reinas por aves y coleópteros, generan una alta mortalidad de los hormigueros en sus etapas iniciales (Según lo estudiado y planteado por Marconi 1970, Cedeño 1984, Serna 1992, Madrigal 1992). Así mismo, se encuentran varios mamíferos y aves que atacan los hormigueros recién formados, lo cual puede generar una mortalidad hasta de un 99% (Según Madrigal 2003). También se entierran animales muertos en los nidos o los residuos de vegetales y frutas entre otros que salen de las casas (puesto que se forma el compostaje y en su punto de fermentación más alto y desarrollado, éste se aplica dentro del hormiguero y se tapa nuevamente con la tierra) reduciendo la actividad de las hormigas. (Según lo estudiado y expuesto por Armbrrecht *et al.* 2012). El tratamiento con compost genera una rápida disminución de los nidos de arrieras, hasta 73% de los nidos de *A cephalotes* encontrados en el área de estudio (Meléndez, Cali, campus Universidad del Valle). El compost y los tratamientos mecánicos además del estrés que generan a las arrieras, externamente destruyen los caminos, bocas y montículos; internamente cámaras y la galería en general.

Además, las llamadas plantas repelentes que son usadas como fungicidas (Según Ospina *et tal.* 2006) como son la canavalia, higuerrilla y batata dulce, entre otras plántulas. Dentro del control cultural como una alternativa socio-ecológica, socio económica, que consiste en el consumo de los adultos alados, como es el caso del consumo de las hormigas culonas, en el Departamento de Santander en Colombia (Pero garantizando la seguridad alimentaria de la Attas, sin intervenirlas con químicos) protegiendo las arrieras como cultivos de consumo.

En los últimos tiempos, se están desarrollando nuevas formas de control biológico que minimicen el impacto ambiental ocasionado por el agro ecosistema y el desarrollo urbanístico de las ciudades, encaminadas al Manejo Integrado de Plagas, (MIP) con agentes microbianos, fáciles de manejar a buenos precios y bajos riesgos ambientales (Según Santos *et al.*, 2007).

Este caso de estudio tipo de la hormiga arriera, a nivel de laboratorio, los estudios han demostrado una disminución significativa en el crecimiento del hongo.

En estos procesos de investigación, los hongos entomopatógenos han sido empleados como controladores naturales de hormiga arriera, en áreas agrícolas afectadas por este insecto (Según Hajek & St.Leger, 2007; Rodríguez *et al.*, 2008).

Se puede afirmar que se destacan especies de los géneros *Metarhizium* y *Beauveria*, con las que se ha obtenido relativo éxito en el control de la hormiga roja, *Solenopsis invicta*, (Según Brinkman & Gardner, 2000). Se recomienda aplicar productos biológicos que contengan hongos como *Trichoderma*, *Beauveria* y/o *Metarhizium*, los cuales ocasionan un efecto considerable al interior de los nidos (Según Montoya-Lerma *et al.*, 2015). Hongos especiales que son regularmente utilizados dentro de los controles integrados como la combinación entre el control mecánico y biológico en el momento de la excavación y la captura de la Reina. Se aplica en medio de las cámaras excavadas para generar la muerte acelerada del hongo simbionte y a su vez de la colonia (porque muerta la Reina, queda muerto el hormiguero). Pero de acuerdo a la edad del hormiguero esta colonia sola tarda en morir entre 6 meses y un año, debido a que tiene larvas y pupas en formación y también quedan individuos realizando el trabajo e incluso las hormigas cortadoras seguirán forrajeando aun cuando el hongo simbionte se esté muriendo. Este proceso (se llama rechazo retardado) que ha sido producido porque se ha estado incentivando la búsqueda de fragmentos vegetales relacionados con los encontrados en el jardín fungoso (Según los aportes de los estudios de Hertz *et al.*, 2008). También, (lo comprobaron los trabajos de

López y Orduz, 2003) cuando formularon cebos que contenían una mezcla de *M. anisopliae* y *T. viride*, lo cual produjo una mortalidad del 100% en nidos de *A. cephalotes* en condiciones de laboratorio y campo.

Sin embargo, la efectividad no es muy alta si no se captura la Reina ya que las arrieras se adaptan fácilmente y se defienden de contaminantes utilizados para combatirlos, eliminándolos por parte de la acción de resiliencia biológica de la hormiga arriera y son los individuos que quedan contaminados, los que oportunamente son expulsados de la colonia. (Según estudios de Santos et al., 2004).

Control TrasladarAtta. C. Método ejercido por la Brigada HormigaAtta

Como innovación con el método TrasladarAtta. C es el traslado de la colonia al bosque, se cumple con los principios de sustentabilidad, sostenibilidad ambiental y manejo de la hormiga arriera. Consiste en retirar la casta real (la reina de la cámara real) con su hongo simbiote y algunas catas obreras con soldados, se trasladaría en recipientes esterilizados en una temperatura adecuada para luego depositarla en zona boscosa que no le entre luz directa (que garantice su seguridad alimentaria), si el suelo se encuentra muy seco se humedecería, luego se deposita allí y se cubre suavemente con hojarasca para garantizar la vida del hongo mientras ellas se entierran nuevamente y reubican su nuevo nido. Cumpliendo allí con el protocolo para la sustentabilidad, sostenibilidad ambiental en el manejo de hormiga arriera.

3.4. Opciones y Alternativas de Cambio

El DAGMA como autoridad ambiental, desde el hallazgo con la caracterización realizada en el 2015 determina la creación de La Brigada de Seguimiento y Control de la Hormiga Arriera (*Atta Cephalotes*) desde el segundo semestre de 2016 ha expuesto y dado un enfoque socio-biológico como autoridad ambiental de Santiago de Cali y junto con la dependencia del Vivero Municipal, se han propuesto abordar el control de las hormigas arrieras desde lo ecológico haciendo énfasis en el control mecánico como mayor efectividad, que consiste en la extracción de la Reina con la consecuente muerte de la colonia, que es la acción directa de la inactividad. En el segundo semestre de 2016 se intervienen 131 hormigueros ubicados en las comunas: 2-3-5-17 y 19 capturando 80 Reinas para una efectividad del 80%. En el 2017 se intervienen 1291 hormigueros, teniendo en cuenta que las comunas que no se intervinieron para este año fueron: 1-8-9 y la 11 capturando 1006 Reinas. En el 2018 se intervienen 578 hormigueros, teniendo en cuenta que las comunas que no se intervinieron para este año fueron: 8-9-12 y la 13 capturando 444 Reinas. En el presente año 2019 al 23 de agosto se han intervenido 272 hormigueros, teniendo en cuenta que las comunas que no se intervinieron fueron: 8-12-13 y 14 capturando 197 Reinas. El control biológico con la aplicación de productos antagonistas del hongo simbiote para la disminución de sus poblaciones. Se recomienda aplicar productos biológicos que contengan hongos como *Trichoderma*, *Beauveria* y/o *Metarhizium*, los cuales ocasionan un efecto considerable al interior de los nidos (Según lo estudiado Montoya-Lerma et al., 2015). Además, permanentemente se recomienda, no emplear productos químicos, ya que dificultarían el control de esta hormiga, puesto que los usos desmedidos son altamente contaminantes y pueden causar daños neurológicos (De acuerdo a estudios realizados por Rauh et al., 2012 citado por Valencia 2014).

También en ocasiones en donde los nidos se encuentran debajo de las infraestructuras urbanas o raíces de los árboles se emplea la fumigación térmica (con Termonebulizadora) como método alternativo al manejo de la tan mal llamada plaga de la hormiga arriera, utilizando productos químicos de baja toxicidad como el Pybuthrin 33, el cual se mezcla con aceite mineral y es atomizado por medio de calor, convirtiéndose en humo, puesto que se introduce por las bocas, hasta ir penetrando rápidamente a las cámaras donde se

encuentra el hongo fungoso, ocasionando de esta manera la muerte del mismo y de la colonia por el contacto directo e ingestión (Según estudios de Escobar *et al.* 2002, Della Lucia *et al.* 2014). Presentando alta eficacia y eficiencia en el control, aunque genera altos costos debido a que el Pybuthrin, es costoso y además genera impactos negativos en el suelo. Por lo tanto, después de ser eliminado el hormiguero, el DAGMA aplica un regenerador de suelo para acelerar el crecimiento del elemento vegetal y la renovación de microorganismos con *Metarhizium*.

En ocasiones, el DAGMA trata en lo posible de reducir el área a intervenir, realizando en las áreas que se posibilite, la directa excavación con el propósito de minimizar el impacto ambiental.

3.5. Seguimiento, manejo, prevención e inactividad de la hormiga arriera⁸.

Existen unos procesos institucionales que están estructurados dentro del Sistema de Gestión Documental del Municipio de Santiago de Cali, en el Departamento de Gestión del Medio Ambiente, DAGMA, que se realizan con el uso estratégico del sistema Orfeo.

Orfeo: es un sistema de gestión documentada que recoge:

A) Es toda la Información General del peticionario clasificando las PQRS, que agrupadas en esa sigla son: (Petición, Quejas, Reclamos o Solicitudes,) en este caso son las del Eje Temático Control de Hormiga Arriera.

B) Histórico: es el registro donde se encuentran los datos en el que están el nombre del líder del eje temático, el coordinador del eje temático, la dependencia asignada, el lugar donde se radica el documento que se hace por (Ventanilla Única del dentro del sistema de gestión del DAGMA, que es la forma como se conoce así el flujo histórico del documento, comentario y envíos.

C) Documentos, que contiene todo el proceso de atención a la solicitud:

3.5.1. Inicialmente el sistema asigna la transacción al Orfeo del eje temático a responder, -quien tiene quince días para generar la respuesta al DAGMA. Luego, el personal operativo de Orfeo Hormiga Arriera entra al sistema del programa Orfeo para generar una respuesta al documento radicado, que lleva un número que identifica al ciudadano que radica la solicitud y a través de una plantilla que se monta al sistema Orfeo, para que le genere el número de radicado asignado a la solicitud. A dicha plantilla se le adiciona un nuevo número de radicado llamado: Padre con la fecha que se realizó la operación como documento (con el número de radicado Padre y la fecha generada, ahí la dependencia controla el tiempo para generar la respuesta; esta primera respuesta es interna) para que el Municipio de Santiago de Cali, en este caso, la dependencia del DAGMA, se le está indicando que ya se revisó la solicitud, que está en programación de una visita técnica en un tiempo determinado.

3.5.2. Se realiza la visita del equipo técnico de seguimiento y control de Hormiga Arriera del DAGMA al lugar solicitado (con anterioridad se comunica con el peticionario y se acuerda fecha y hora de la visita) se hace el recorrido en compañía del peticionario o comunidad, por medio del cual se identifica la hormiga arriera (*Atta cephalotes*), donde se definen y se proyectan cuántos nidos hay que intervenir y el tipo de control a realizar, se toma registro fotográfico y se levanta un acta de visita, notificando el hallazgo, la firman las dos partes interesadas y se dejan recomendaciones para facilitar el control posteriormente a realizar y se produce

⁸ Mirlady Ruíz Arrieta, estudiante del Programa de Desarrollo Ambiental y Gerencia Sostenible hace parte de los procesos mencionados de seguimiento, manejo, prevención e inactividad, de ahí la importancia de esta monografía, porque es la validadora de lo que posteriormente, va a ser el primer *constructo* de la política pública.

el levantamiento de copia del acta. Esta Acta de Visita se monta en PDF, y se sube en el sistema Orfeo, junto al radicado asignado a la dicha solicitud.

3.5.3. Se redacta una respuesta sobre la plantilla generada para dicha solicitud dando respuesta al asunto del radicado asignado; lleva el nombre del peticionario, dirección de su correspondencia un pequeño informe de la visita con el registro fotográfico, la especificación del control a realizar y recomendaciones para facilitar la efectividad del control. Este oficio tiene el visto bueno del líder del eje temático, quien lo proyecta, quien lo elabora, y con el personal de apoyo a la subdirección, lo tramita para que lo firme la Subdirectora de Gestión Integral de Ecosistemas y UMATA – DAGMA, indicando que se aprueba la intervención. Después de firmado regresa al personal operativo de Orfeo Hormiga Arriera, donde se anexa en PDF al sistema Orfeo en la operación Respuesta (esto indica internamente que estamos dando respuesta al Sistema de Gestión), se procede a sacarle una copia y se envía al CCD, que es el Centro de Comunicación Documentada para que le lleven la notificación al peticionario y firme con fecha de recibido. Posteriormente regresa el oficio firmado con fecha y recibido al personal operativo de Orfeo Hormiga Arriera y lo anexa en PDF al sistema Orfeo en la operación de Notificado.

3.5.4. El equipo técnico de control es programado a realizar el control, el DAGMA se desplaza con el personal operativo al lugar a intervenir, los cuales realizan los procesos de caracterización de los hormigueros, las áreas intervenidas, las cámaras retiradas del hormiguero intervenido y el proceso mecánico que indica que la reina es capturada entre otros de los procedimientos. Este proceso deja plasmada la información en una hoja de vida validada por el DAGMA donde se depositan todos los datos del hormiguero y le asignan un número consecutivo al nido, registro fotográfico del antes, del durante la intervención, los hallazgos y el después de la misma, con la marcación del nido, donde toda esta información se digitaliza en plantillas, donde se describen todos los datos de cada hormiguero. Se levantan las Planillas de Caracterización, la intervención, el seguimiento, los radicados y los procesos de educación ambiental pertinentes. También se hacen las carpetas del registro fotográfico por cada hormiguero. Durante la intervención del equipo técnico, se realizan paralelamente charlas educativas a las comunidades que transitan muy cerca a los lugares de las intervenciones del DAGMA. Después de realizada la intervención sistémica, el personal del equipo técnico de control levanta un acta informando el trabajo realizado con todos sus hallazgos, los días realizados, las recomendaciones para las comunidades y el peticionario y luego la firman las partes interesadas en la intervención. Se entrega una copia a la persona que acompañó la visita, como a las comunidades organizadas.

3.5.5. Después de que el personal técnico del control de hormiga arriera hace entrega de los documentos y registros del trabajo realizado al equipo operativo de Orfeo Hormiga Arriera se anexa en PDF el acta de intervención y las planillas de los hormigueros intervenidos en la operación con toda descripción minuciosa, técnica y científica.

3.5.6. Por último, al tener en el sistema Orfeo: anexado los siguientes documentos en PDF: Acta de Visita, Respuesta, Notificado, Acta de Intervención y Planillas Hormiga Arriera, se reasigna el Tramitado Archivo al Líder del Área donde es asignado el eje temático, se le da un Realizado e inmediatamente se cierra ese radicado del Orfeo (indicando que el radicado ya se resolvió).

Todos los documentos elaborados para resolver la solicitud incluyendo la solicitud son archivados en carpetas en orden, por fecha de la solicitud y luego es llevada al Archivo de Gestión Documentada en físico.

ESTUDIO DE CASO Brigada HormigAtta.

Se realiza una entrevista a la Brigada HormigAtta, un grupo de trabajo prestador de servicio en actividades de

control de Hormiga arriera, que dicta talleres en Ecología, Biología y Manejo Integral e Intervención o excavación para extracción de la Reina, en el momento que se presentan las problemáticas en los diferentes territorios. Por eso, con énfasis en sensibilización y educación ambiental hasta llegar a un equilibrio y minimizar el impacto de los agro-tóxicos al eco sistema. La experiencia adquirida en la zona rural de Santiago de Cali, como en 28 municipios del Valle del Cauca, UMATA, CVC, Universidad del Valle, DAGMA, y Siembra un Árbol (una empresa privada), en las Unidades residenciales. Lo que nos hace idóneos y comprometidos con el planeta y el trabajo; desde 1996 a la actualidad con un equipo de trabajo acompañante con una mano de obra calificada: un Ecólogo y el Manejo Ambiental, una Administradora de Empresas; el acompañamiento permanente de nuestros maestros: Jonatán Rodríguez Magister de la Universidad del Valle, Doctorado del Brasil en Hormiga Arriera. Y desde la sapiencia con una experiencia práctica de aproximadamente 900 hormigueros intervenidos; con el 87% mecánicamente, un 8% con controles biológicos y 5% con químicos. la Brigada HormigAtta la integran: Elsy Alvear Mensa, Mirlady Ruiz Arrieta y Luis Ferney Camacho Alvear, que son los especialistas operativos en Biología, seguimiento, manejo y control de la Hormiga Arriera Atta C. desarrollan continuamente conocimientos en el manejo de las arrieras proporcionando una gran efectividad al escavar los hormigueros.

¿Qué se debe tener en cuenta para realizar el control mecánico?

Control mecánico: Es el que está posicionado en la Brigada HormigAtta como parte de la Sustentabilidad y Sostenibilidad Ambiental por su manera eficiente al realizar las excavaciones en los nidos, con el propósito de disminuir los impactos ambientales generados por los agroquímicos, porque desde sus prácticas comparten como intervenir mecánicamente los nidos. Esta técnica no es de preferencia para muchos terratenientes, agricultores o ciudadanos del común porque genera costos un poco más elevados, que al comprar un kilo de químico y mermar la actividad de forrajeo por algunos días, no sólo por el desconocimiento de esta práctica de control, sino por una comodidad frente al control de la plaga, que comúnmente son llamadas así a las arrieras, prefiriendo la utilización de los químicos que agreden al ambiente con contaminantes y están poniendo en riesgo sus propias vidas.

Antes de iniciar la excavación se analiza las variables tenidas en cuenta como estudio previo, se hace una caracterización biológica y física del hormiguero como son:

1. Número total de bocas: Se cuentan todas las bocas del nido; se identifican las bocas de forrajeo, aireación y excavación.
2. Área total del nido: Se registró la distancia entre las bocas más externas a lo largo y ancho multiplicando estas dos medidas que dan el resultado total en área del hormiguero.
3. Actividad de forrajeo: Se toma una distancia de 20 cms. de la boca sobre la pista donde se muestre la mayor actividad de individuos transportando fragmentos vegetales al interior del nido, por espacio de un minuto.
4. Actividad de excavación: En la boca de excavación donde muestra la mayor cantidad de individuos sacando fragmentos de suelo del hormiguero, se cuenta, durante un minuto.
5. Terreno: se analiza si está ubicado en pendiente, plano, irregular
6. Cobertura: se está cubierto de pasto, hojarasca o residuos de construcción (RCD)
7. Revisar si el nido ha sido intervenido previamente (con químicos u otros productos).
8. Se clasifica según el área pequeño, mediano y crítico.

Todos los datos anteriores permiten definir el método de control a realizar, (Según Montoya-Lerma *et al.* 2006) y por ende sobre qué área del nido se inicia la excavación. Esta se inicia abriendo un rectángulo de 25 cm por 30 cm y de acuerdo al tipo de terreno donde está ubicado, se define la profundidad y se inicia la excavación hasta encontrar las cámaras donde se encuentra el hongo simbiote y así analizar si en ellas se encuentran larvas, ya que son el indicador para definir a que distancia se encuentra la Reina (con las larvas se identifican de acuerdo a su tamaño pequeño que revelan haber closinado hace 10 días en larvas (para castas pequeñas) (Según Weber 1972) que son alimentadas por el hongo fungoso durante 19 días que tardan en convertirse en pupa de color blanco hasta cumplir 40 días después de la postura, toman el color rojizo en su cutícula, indicando el tiempo que lleva la Reina en pasar por esa cámara). Además hay que encontrar la cámara real contiene el hongo de mejor calidad que consume la Reina (su hongo es blanco), es allí donde se encuentra la reina, a partir de saber identificar este proceso, se define el éxito de la captura de la Reina. A medida que se va realizando la excavación, se va retirando el hongo de las cámaras, y se expone al sol para agilizar su descomposición.



Figura 3: Nido intervenido mecánicamente, se observa internamente la galería de cámaras con el hongo simbiote.

También es necesario mencionar la importancia que tiene el realizar Seguimiento a los nidos intervenidos, ya que el Seguimiento es un proceso que determina la efectividad del control realizado en los hormigueros; tanto a los que se le captura la Reina y a los que no, debido a que las castas tienen un periodo de vida y este periodo a su vez determina la vida de la colonia en el caso de haber capturado la reina. Además, se verifica el comportamiento de la colonia después de haber sido intervenida. Este proceso se debe realizar cada mes durante tres meses hasta que muestre la nueva conformación del nido y permita determinar si requiere nuevamente intervención mecánica u otro método de control.

En cuanto a los nidos intervenidos con repelentes biológicos, son mayormente utilizados cuando el hormiguero no muestra una concentración definida y se requieren que se concentre en una sola área. Es decir, alterando el comportamiento de las obreras, quienes hacen modificaciones internas de excavación (ya que ellas corren el nido internamente).

¿Por qué es un insecto resistente e inteligente?

Dentro de la ecología química de las arrieras *Atta c*, se caracterizan porque poseen una relación o una comunicación bioquímica. Es decir, se comunican a través de olores llamados feromonas que funcionan como alarmas, repelencias y marcajes que son utilizados en los procesos de forrajeo, puesto que ayudan a marcar el camino y el material vegetal que van a desfoliar, el cuidado de la colonia, para el retiro de los desechos y de alarmas que indican (que está en riesgo la colonia por alguna perturbación con productos químicos u otros controles) y después ellas están listas para taponear los túneles o ejercer acciones que busquen la protección del hormiguero con la defensa desde la resiliencia biológica del jardín fungoso de alguna contaminación. Permanentemente, vive evolucionando tanto en el estudio de enfrentar las amenazas y la selección del material vegetal. Otro aspecto ambiental a tener presente para controlar el uso de agroquímicos.

Las *Atta Cephalotes* son tan organizadas y sofisticadas que utilizan procedimientos para la limpieza del jardín fungoso y el aseo de las cámaras donde se va depositar o transportar los fragmentos vegetales, los lamen, los limpian con antibióticos que ellas misma segregan, los trituran hasta volverlas papilla y depositarlas en el jardín fungoso, podan el hongo para mezclarlo por partes con la papilla (Según Hölldobler y Wilson 2011). Pues de ello depende la sostenibilidad de la colonia.

¿Porque son importantes las hormigas Arrieras?

Hablando de la importancia de la hormiga arriera *Atta cephalotes* en el ecosistema se podría determinar que cumple un papel fundamental para el desarrollo de los suelos a través de pedoturbación (al ir mezclando el suelo) que es ocasionada por el diseño arquitectónico y biológico de los túneles, para ir reduciendo de esta manera la densidad del suelo, en tanto concentra la materia orgánica, por medio de la excavación, ella transporta nutrientes minerales del subsuelo a la superficie listos para utilizar en cultivos o plantaciones. También modifica las propiedades del suelo mediante el mejoramiento de la aireación, el drenaje y la penetración de raíces, (Según Montoya-Lerma *et al.* 2012, Della Lucia *et al.* 2014). Son llamadas las ingenieras del ecosistema pues garantizan la disponibilidad de recursos para otras especies, consideran otras especies mediante el cambio del estado físico de los materiales bióticos (fauna, flora, ecosistema) y abióticos (clima, suelo, agua y paisaje). Fue creada para habitar en los bosques pues su función es generar la fotosíntesis al forrajear los árboles en los bosques, especialmente en la llamada copas del árbol donde se encuentran la hoja tierna llena de nutrientes. Con esta poda natural efectuada en el proceso de forrajeo, entra más luz solar a los suelos y plantas las cuales tiene la capacidad de transformar la energía lumínica del sol en energía química proceso que hace que las plantas generen su propio alimento, adsorban dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O), con más luz solar y con estos elementos puedan generar carbohidratos y oxígeno. Además, es dispersora de semillas, pues en su tarea de forrajeo, ella no sólo carga hojas, también flores y semillas; dentro de algunas flores se encuentran semillas que no son utilizadas en el jardín fungoso, sólo los pétalos al igual que las semillas, pues sólo toman de ella la corteza y después son retiradas a los botaderos fuera del nido, estas salen listas para ser germinadas y quedan abonadas entre la tierra extraída y el material de desecho retirado del jardín fungoso.

¿Qué otras prácticas utilizan para la sostenibilidad de la Hormiga Arriera?

Dentro de otros tipos de control utilizados por la brigada Hormiga *Atta* es el traslado de la Reina protegida en una buena parte del hongo simbionte e introducirla en el bosque donde no afecte la comunidad que es la principal opositora a este insecto, son prácticas que surgen de las exigencias de ciudadanos ambientalistas que siempre le apuestan a la conservación, una alternativa de la brigada como sustentabilidad y sostenibilidad del ecosistema y por ende, de la *Atta Cephalotes*. Pues las colonias en su habitat natural baja el acelerado ritmo

de reproducción ya que no están siendo perturbadas e intervenidas. En algunas ocasiones el equipo HormigAtta las consumen crudas adsorben su abdomen (pues ella es mal llamada culona, porque ella no tiene cadera ese es su abdomen) es donde está la proteína, genera salud y energía (solo se consumen cuando el lugar no ha sido intervenido por químicos o algún otro control).

La proliferación o afectación que vive actualmente la ciudad de Santiago de Cali o inclusive los agricultores del territorio es porque talan toda la disponibilidad de alimento que ellas requieren, desconociendo que ellas pueden adquirir el material vegetal entre 4 y 5 kilómetros a la redonda.

Para garantizar su dieta alimentaria es indispensable analizar cuáles son las plantas de mayor consumo (el mango, la moringa, los cítricos, heliconias entre otras; dentro de las heliconias la ginger espuma y la maraca son experimentos que HormigAtta ha realizado en zona rural de Santiago de Cali, donde se permitió evidenciar el proceso de aceleramiento que generan las arrieras al desfoliar esta heliconia, (le entra luz y empieza a florecer) y sembrarlas como barreras para que ellas no accedan tanto a los jardines como a los cultivos agrícolas, libres de químicos para garantizar la seguridad alimentaria, la Sustentabilidad Ambiental y su Sostenibilidad ;se debe proyectar desde el punto de vista educativo.

PROPUESTA

POLITICA DE PREVENCION MANEJO Y CONTROL DE HORMIGA ARRIERA Atta cephalotes.

Objetivo General de la Política Pública	Promover e implementar la alianza Naturaleza-Cultura en el manejo, control e inactividad de la Hormiga arriera Atta cephalotes, a través de controles amigables con el Medio Ambiente, protegiendo la salud humana y conservar la hormiga arriera Atta C, como marco de desarrollo sostenible.
Metas Generales	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Reglamentar el uso de controles para la hormiga arriera amigables con el Medio Ambiente. 1.2. Concientizar Educativamente de los beneficios que ofrece la hormiga arriera, como seguridad alimentaria, (partiendo de la cultura Santandereana consumo de las llamadas hormigas culonas), beneficios para el suelo, para las plantas. 1.3. Garantizar la disponibilidad de alimento para las arrieras, cultivando lo que más consumen (Un mini bosque de consumo para Atta, mango, cítrico, moringa, entre otros) como barreras para que ellas no accedan a los cultivos agrícolas. Sin químicos y así garantizar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental de Atta cephalotes. 1.4. Desarrollar una Gestión Ambiental en las dos temporadas de vuelo nupcial de Attas c (organizar el cronograma de vuelo nupcial, incluyendo las vedas) y capturar a las reinas recién fecundadas. Generando la sostenibilidad

	<p>ambiental como relación armónica naturaleza-sociedad.</p> <p>1.5. Aprovechar el comportamiento de forrajeo para introducir elementos antagónicos o cebos dentro del hormiguero.</p> <p>1.6. Programar y Promover campañas de control comunitario con prácticas amigables con el medio ambiente. Preferiblemente con depredadores o productos biológicos.</p> <p>1.7. Garantizar el manejo integrado de la población, la protección de los bosques, mantener franjas boscosas al lado de las quebradas, permitir el crecimiento de la vegetación riverena y regeneración vegetal en los suelos pendientes, proteger las aves y proporcionar alimento para su embellecimiento, proteger los depredadores como los coleópteros del Genero Canthon.</p> <p>1.8. Crear la comisión técnica nacional para el manejo, control y seguimiento de la Hormiga Arriera.</p> <p>1.9. Implementar agendas ambientales.</p> <p>1.10. Desarrollar instrumentos económicos con incentivos, por el cambio en prácticas amigables con el medio ambiente a los agricultores.</p> <p>1.11. Hacer Publica, las practicas amigables con los métodos de control para la hormiga arriera y acompañamiento en prácticas medio ambientales.</p> <p>1.12. Disminuir y controlar los impactos negativos generados por el agro ecosistema y la comunidad en general.</p> <p>1.13. Proteger las plantas contra el impacto negativo de las arrieras mediante el uso de barreras mecánicas</p> <p>1.14. Establecer una campaña con vinculación de la administración municipal y comunidad, donde la problemática es de todos. Durante la campaña se debe enfatizar sobre el cuidado del medio ambiente, de las fuentes de agua y de los recursos naturales, con énfasis en la avifauna (la importancia de la reforestación o siembra de frutales exclusivamente para mantener alimento para aves).</p>
<p>Objetivos Específicos</p>	<p>Objetivo 1: Regular los contaminantes del manejo equivocado para el control de la hormiga arriera que pueden afectar la salud humana y el bienestar de la población Atta, fijando niveles adecuados para proteger el ambiente y el bienestar humano.</p> <p>Objetivo 2: Establecer, promover y fortalecer las estrategias para prevenir y minimizar la generación de contaminantes utilizados para el control de la Hormiga arriera.</p> <p>Objetivo 3: garantizar la Sostenibilidad y Sustentabilidad de Atta cephalotes y su función en el ecosistema (genera la fotosíntesis, dispersar semillas reguladoras de</p>

	suelos entre otros.
Dependencias que lideren la política pública	DAGMA, CVC, Parques Nacionales Naturales del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Expresiones de Gratitude

Oscar Andrés Salazar Calvache por su ayuda y sugerencias en el inicio del documento. Para la Brigada HormigAtta: Elsy Alvear por enseñarme e involucrarme en este conocimiento de la hormiga arriera, por compartir toda la técnica y sabiduría constantemente, Ferney Camacho por el conocimiento y aportes en campo, Jonathan Rodríguez Magister de la Universidad del Valle y Doctorado en Brasil en Hormiga arriera, por su constancia en la investigación, gracias por la oportunidad de aprendizaje, gracias a este equipo por propiciarme oportunidad, desarrollo y experiencia en el manejo, control y biología de la hormiga arriera. Sayra Mina por compartir su investigación. En el DAGMA, a Andrés Mauricio Salazar por la confianza y Diana Sofía Ortiz por los datos proporcionados. Gracias a Metros del Agua por la formación enfocada en la conservación del agua, gracias al Maestro Luis Fernando Taseche por inducir en mí, una visión hacia la búsqueda y revisión de documentos para este protocolo de política pública, su asesoría y apoyo. A mi familia por su apoyo incondicional en mi desarrollo profesional en especial a Siegfried Barthelmes y todos los científicos comprometidos en la investigación para el manejo y control de la hormiga arriera y a la Universidad del Valle por abrirme las puertas en este conocimiento.

2. Conclusiones

La construcción de los protocolos de una política pública para el manejo, prevención e inactividad de las Hormigas Arrieras, *A. cephalotes*.; es una de las mejores opciones de sostenibilidad ambiental, porque ofrece unas respuestas y perspectivas sustentables que permiten desde la práctica permanente en las acciones individuales y colectivas dentro de los territorios afectados para que de forma efectiva generar soluciones socio-culturales desde la institucionalidad a las comunidades afectadas y peticionarias.

Este trabajo monográfico ha logrado construir el diseño, la formulación y estructuración de la política pública sobre el control biológico y mecánico, de la implementación factible, sustentable y sostenible por parte de la entidad que gestiona y maneja este estructural tema ambiental. La complejidad con que lo hemos asumido, nos permite definir que es la política pública viable; porque ha recogido desde las experiencias en el territorio, de todo el apoyo científico del Departamento de Entomología de la Facultad de Ciencias de la Universidad del Valle. Recomendamos un proceso de visibilizarían desde la política pública y ampliar una gran coordinación desde la capacidad administrativa institucional para que se mejoren las intervenciones en el Seguimiento, control y Manejo de la hormiga arriera. Siendo esta la que puede dar fe de las practicas efectivas del control. Esta política es estrategia porque soluciona el problema y se alcanza el objetivo.

Es evidente que todos los métodos para el control de la hormiga arriera propuestos son de fácil manejo, a bajos costos con efectividad en el control de acuerdo a los estudios puesto que, la Doctora y Magister en Ciencias-Biología Sandra Milena Valencia Giraldo, considera “uno de los aspectos clave para avanzar en la búsqueda de métodos de control biológico eficaces de la hormiga arriera, se recomienda adelantar investigaciones que incluyan la búsqueda de formulaciones a base de conjugados con los microorganismos resaltados como promisorios y la evaluación de su efectividad en condiciones de laboratorio, así como su validación en campo”.

Se parte de un reconocimiento de un concepto de sustentabilidad que se funda en el reconocimiento de los límites y potenciales de la naturaleza, así como de la complejidad ambiental, inspirados en una nueva comprensión del mundo para enfrentar los desafíos de la humanidad en el tercer milenio, como lo logrado con la experiencia de los Diplomados para formar a los Maestros del Agua dentro de la ruralidad del Municipio de Santiago de Cali.

Porque como lo afirma la Magister Ciencias-Biología Sandra Milena Valencia Giraldo, “los microorganismos con actividad antagonica y/o entomopatogena tuvieron una respuesta variable en su capacidad de coexistir, siendo *Mucor sp.*, *Trichoderma sp.*, y *A. flavus* los que mostraron los menores grados de coexistencia. Esto genera interrogantes acerca de las posibilidades de utilizarlos como parte de una formulación comercial simple en la que puedan mezclarse. Sin embargo, determina algunas pautas para avanzar en técnicas especializadas de encapsulamiento y aplicación, que permitirían integrar microorganismos de diferente naturaleza en la elaboración de productos biológicos especializados”.

Este es un concepto de sustentabilidad, científico que promueve estratégicamente, una nueva alianza naturaleza-cultura, naturaleza-cultura científica que se reorienta a partir de los descubrimientos científicos y prácticos que son los potenciales de la ciencia y la tecnología y que a partir de allí nos permiten construir los nuevos protocolos de seguimiento, control, manejo, prevención e inactividad de la hormiga arriera, pues son los pilares estructurantes de una nueva cultura política medio ambiental, como espacios fundantes de lo que es una ética de la sustentabilidad –en valores, creencias, sentimientos y saberes-, que renuevan los sentidos existenciales, los mundos de vida y las formas de habitar el planeta Tierra y sobre todo nuestro territorio, como parte de un conjunto de principios y de una conciencia ecológica muy profunda que debe servir como criterio para orientar las acciones de los gobiernos, las instituciones ambientales internacionales y la

ciudadanía.

Nos da grandes elementos diferenciadores, que se sustentan en “los resultados derivados de esta investigación, en tanto establecen una línea base para investigaciones posteriores que deben incluir el desarrollo de una formulación de conjugados microbianos y la evaluación de su efectividad y eficacia sobre las colonias de hormiga arriera, que inicialmente en laboratorio y luego bajo condiciones naturales. Esto, contribuirá con el desarrollo de herramientas para el manejo integrado de las hormigas cortadoras, con la proyección de lograr una alternativa a los productos químicos, que represente, mayor efectividad y un menor impacto para el medio ambiente” (como lo expresa Valencia, 2014).

Lo que nos ayuda a orientar los elementos, “este hecho es de gran relevancia, debido a que *A. flavus* es bastante promisorio por su potencial para afectar la estabilidad de las colonias de hormiga arriera, *A. cephalotes*, a través de la alteración del equilibrio de la asociación entre *S. marcescens* y las obreras, el crecimiento del hongo simbiote y el marcado efecto sobre la supervivencia de las hormigas. Es, además, de gran importancia el hecho de que *A. ochraceus* y *Penicillium* no sean inhibidos por *S. marcescens*, como si se afectan los hongos de uso comercial *B. bassiana* y *M. anisopliae*, lo que hace pensar que un método de control que incluya estos tres hongos, redundará en una mayor eficacia en comparación con lo que tradicionalmente se ha utilizado en Colombia para el control microbiológico de hormiga arriera” (Valencia, 2014).

- Folgarait et al. (2011), FOLGARAIT, P., MARFETÁN, J.A. & CAFFARO, M.J. 2011. Growth and conidation response of *Escovopsis weberi* (Ascomycota: Hypocreales) against the fungal cultivar of *Acromyrmex lundii* (Hymenoptera: Formicidae). *Environmental Entomology*. 40: 342-349.

- Hajek & St. Leger, 2007; Rodríguez et al., 2008). HAJEK, H.A. & ST. LEGER, R.J. 1994. Interactions between fungal pathogens and insect host. *Annual Review of Entomology*. 39: 293-322.

- Brinkman & Gardner, (2000); BRINKMAN, M.A. & GARDNER, W.A. 2000. Enhanced activity of *Beauveria bassiana* to red imported fire ant workers (Hymenoptera: Formicidae) infected with *Thelophania solenopsae*. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*. 17(4): 191-195.

- Pérez (2002). PÉREZ, R.P. (2002). Lucha biológica contra la bibijagua (*Atta insularis* Güerin). Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), Laboratorio de Manejo de Plagas. La Habana, Cuba. Disponible en: <http://www.aguascalientes.gob.mx/codagea/produce/ATTA-BIO.htm>. Fecha de consulta: 24 de febrero de 2013.

-López y Orduz. LÓPEZ, E. & ORDUZ, S. 2003. *Metarhizium anisopliae* and *Trichoderma viride* for control of nests of the fungus-growing ant, *Atta cephalotes*. *Biological Control*. 27: 194-200.

-Manifiesto por la Vida por una Ética para la Sustentabilidad, presentado en el Simposio sobre ética y Desarrollo Sustentable, celebrado en Bogotá, Colombia, los días 2 a 4 de mayo de 2002, Igualmente, en la reunión del Comité Intersectorial del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, celebrada en Sao Paulo, Brasil, 15-17 de mayo de 2002, publicado en *Ambiente & Sociedad*, Año V-No.10-1ro. De septiembre de 2002.

-CB-0492692JonathanRodríguezGuerreroSobreleBotóndeOroUnivalle.

-*Euphorbia cotinifolia* Euphorbiaceae a promising alternative for leaf cutting ant *Atta cephalotes* Hymenoptera[6787].

-2015_Hormigas_Atta___Acromyrmex_Colombia (1)

Caracterización 2015 Hormiga Arriera Cali Valle del Cauca-(Agencia de Noticias Univalle, Hormiga Arriera una Amenaza para Cali).