

**Caracterización de la macrofauna asociada a los detritos producidos por
hormigas del género *Atta***

FABIÁN BAUTISTA HERNÁNDEZ

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Biología
Bogotá D.C
2014**

**Caracterización de la macrofauna asociada a los detritos producidos por
hormigas del género *Atta***

FABIÁN BAUTISTA HERNÁNDEZ

**Trabajo presentado como requisito parcial para
Optar al título de Licenciado en Biología**

**Director:
Lic. CARLOS ARTURO SIERRA DIOSA
M.Sc en Biología**

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Biología
Bogotá D.C
2014**

Nota de Aceptación

DIRECTOR

JURADO

JURADO


Bogotá, Agosto de 2014

DEDICATORIA

*A mí querida madre Francia quien me apoyó cuando bordeaba el filo de las
sombras, gracias por tanto apoyo incondicional*

AGRADECIMIENTOS

- Al profesor Carlos Arturo Sierra, por sus orientaciones en el trabajo y oportunos comentarios.
- A los profesores Diego Campos y Francisco Medellín, por sus importantes sugerencias.
- A mis grandes amigas Maye y Pilar, por abrirme las puertas de sus casas en San Benito (Santander) y en San Luis (Tolima) respectivamente, gracias a ustedes y sus familiares conocí una nueva parte de Colombia y desarrollé mi trabajo de campo.
- A mis queridos amigos – hermanos, Camilo y Lina, gracias por su valiosa ayuda en el conteo de hormigas en Melgar (Tolima) por ustedes el trabajo se tornó de una manera más amena
- A mis otras dos buenas amigas: Viviana, gracias por la ayuda en los laboratorios y el apoyo incondicional. Mercy, mil gracias por tu valiosa ayuda con los laboratorios químicos, indudablemente eres una gran Licenciada en Química.
- A Diego Benítez, (U.N) gracias por ayudarme con la determinación de algunos insectos encontrados en el trabajo.
- A la luna por la compañía y por iluminar mis ideas.
- A Alex por tanto apoyo, tantos consejos y tantas enseñanzas.
- A mi querida madre Francia, muchas gracias por tanta paciencia y apoyo incondicional, definitivamente eres y siempre serás mi modelo a seguir; aún recuerdo de noche cuando descansabas poco por tus compromisos en los que el verdadero motivo era yo, era propender por verme crecer, y te garantizo que lo estas consiguiendo.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Excellence in Education</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 6 de 83	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Caracterización de la macrofauna asociada a los detritos producidos por hormigas del género <i>Atta</i>
Autor	Bautista Hernández, Carlos Fabián
Director	Sierra Diosa, Carlos Arturo
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional. 2014, 83p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	Macrofauna, Hormigueros, <i>Atta</i> , Hormiga, Cortometraje

2. Descripción
<p>El presente trabajo se encuentra encaminado a destacar la importancia ecológica de la hormiga arriera en el ecosistema, mediante la caracterización de la macrofauna que se asocia a los residuos generados en hormigueros del genero <i>Atta</i>, además de realizar pruebas químicas a las muestras de suelo colectado, con el fin de evidenciar el aporte en cuanto a nutrientes y su relación con la presencia de macrofauna en los hormigueros de las hormigas cortadoras de hojas.</p> <p>Los resultados arrojados por el trabajo dan cuenta de la importancia ecológica de la hormiga en los ecosistemas colombianos; puesto que con su actividad, mejoran las condiciones del suelo, aportando nutrientes necesarios para el crecimiento de plantas y supervivencia de otros organismos. Así mismo se evidencia que los efectos antrópicos reducen la macrofauna, reduciendo los procesos efectuados en la formación de suelos ricos de materia orgánica.</p>

3. Fuentes

Algunas fuentes son: Anna, H. (2011). Los factores ambientales en relación con la hormiga arriera (*Atta sexdens*) en el sur del trapecio amazónico, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia; Arango, G. Vásquez, E. (2004). Los coleópteros y el compost. Revista Lasallista de Investigación, ISS: 1794-4449; Arce, R. Morón, M. (2011). Sinopsis de los Hydrophiloidea de México (Coleoptera: Hydrophilidae, Helophoridae, Epimetopidae, Georissidae e Hydrochidae), con una clave para la identificación de los géneros. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 491-514, 2011; Barrientos, Z. (2003). Zoología General. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica; Bear, F. (1963). Química del Suelo. Ediciones Interciencia. Madrid, España; Benavides, M. Morales, C. Díaz, G. (1998). Manejo Integrado de la Hormiga Arriera. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Colombiano Agropecuario. Editorial. Produmedios, calidad editorial audiovisual agropecuaria. Bogotá. Colombia; Büchner, L. Romanes, G. (2007). La inteligencia de las hormigas: observaciones de comportamiento en tiempos de Darwin. Editorial VISION NET. Madrid España.

4. Contenidos

Planteamiento del problema, presentando la problemática sobre el desconocimiento sobre el papel ecológico de la hormiga arriera. Justificación, planteando el ¿por qué? y el ¿para qué? Se hace necesario destacar la importancia ecología de la hormiga arriera. Objetivos a realizar en la investigación. Antecedentes, presentando otros trabajos elaborados sobre hormigas del género *Atta*. Marco referencial, en él se profundiza sobre los conceptos (Los insectos, las hormigas, el género *Atta*, fundación de la colonia, cultivo del hongo y biota, organismos del suelo) Marco metodológico (pH, porcentaje de materia orgánica y carbono, porcentaje de amonio y nitrógeno). Metodología, área de estudio, trabajo de campo, trabajo de laboratorio, tratamiento de la biota animal, tratamiento a los residuos químicamente, aplicando los protocolos para determinación de Materia orgánica, carbono, nitrógeno, amonio y pH.

5. Metodología

Descripción del área de estudio: generalidades presentadas en San Luis y Melgar (Tolima), a su vez las coordenadas de las zonas de estudio y la posición de los hormigueros. Trabajo de campo: toma de variables como temperatura, humedad relativa, temperatura del suelo. Colecta de detritos producidos por hormigas del género (*Atta*) que se depositan en bolsas ziploc y se rotulan. Conteo de hormigas que entran y salen de los hormigueros en tiempos de 10 minutos por cada actividad realizada por las hormigas.

Trabajo de laboratorio: extracción de organismos de los detritos, identificación de las familias a las que pertenecen, preservación en alcohol. Tratamiento de residuos, utilizando protocolos sobre pH, Materia orgánica, carbono, amonio y nitrógeno.

6. Conclusiones

- La actividad de forrajeo e ingreso de material a los hormigueros se ve influenciada directamente por la temperatura, mientras que la humedad relativa no afecta las actividades realizadas por las hormigas.
- Las altas temperaturas son directamente proporcionales al número de hormigas, puesto que a mayor temperatura mayor actividad de forrajeo.
- La mayoría de organismos fueron colectados de la hojarasca presente en los detritos de hormiga arriera del género (*Atta*)
- Los efectos antrópicos reducen la biota animal del suelo, reduciendo los procesos efectuados en la formación de suelos ricos de materia orgánica
- Los órdenes *Blattodea*, *Coleóptera*, registraron el mayor número de individuos asociados a detritos de hormiga arriera del género (*Atta*)
- San Luis (Tolima) presentó un pH de suelo básico característico de suelos áridos con poca vegetación, por el contrario Melgar (Tolima) presenta suelo ácido, producto de los efectos antrópicos.
- La cantidad de materia orgánica está relacionada con el tiempo que llevan establecidos los hormigueros, puesto que cuando los hormigueros llevan años creciendo, defoliando y expulsando material, logran reunir nutrientes que con ayuda del ambiente y otros organismos se descompone aportándole al suelo materia orgánica necesaria para el crecimiento de plantas y otros organismos
- La cantidad de amonio y nitrógeno se ve influenciado por la actividad de microorganismos, la relación del ambiente, y los porcentajes de materia orgánica
- Las hormigas del género *Atta*, la biota animal, y los porcentajes altos de materia orgánica aportan a los ecosistemas nutrientes necesarios para sucesión vegetal, crecimiento de organismos y microorganismos.

Elaborado por:	Carlos Fabián Bautista Hernández
Revisado por:	Carlos Arturo Sierra Diosa

Fecha de elaboración del Resumen:	05	06	2014
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. OBJETIVOS	5
3.1 Objetivo General	5
3.2 Objetivos Específicos.....	5
4. ANTECEDENTES	6
5. MARCO REFERENCIAL.....	8
5.1 MARCO TEORICO	8
5.1.2 Los Insectos	8
5.1.2 Las Hormigas	8
5.1.3 El Género <i>Atta</i>	9
5.1.4 Fundación De La Colonia.....	9
5.1.5 Cultivo Del Hongo.....	10
5.1.6 Residuos De <i>Atta</i>	11
5.1.7 Organismos Del Suelo.....	12
5.1.8 Clasificación de los organismos del suelo.....	13
5.1.9 Cortometraje.....	13
5.2 MARCO METOLÓGICO	14
5.2.1 Determinación de pH (Fernández et. al, 2006).....	14
5.2.2 Determinación porcentaje de materia orgánica y carbono (Cano)	14
5.2.3 Determinación de Amonio intercambiable (Fernández et. al, 2006)	15
6. METODOLOGÍA.....	16
6.1 Descripción área de estudio.....	16
.....	19
6.2 Métodos y materiales	19
6.2.1 Trabajo de Campo.....	20
6.2.2 Trabajo De Laboratorio.....	20
6.2.2.1 Tratamiento de macrofauna asociada a suelos de hormiga arriera.....	21
6.2.2.2 Tratamiento de los residuos de hormiga arriera.....	22
6.2.2.2.1 Determinación de pH.....	22

6.2.2.2.2	Determinación porcentaje de materia orgánica y carbono.....	22
6.2.2.2.3	Determinación de Amonio intercambiable	23
7.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	24
7.1	Los hormigueros	24
7.2	Aspectos físico-químicos de los detritos de <i>Atta</i>	32
7.2.1	pH.....	32
7.2.2	Materia orgánica y Carbono.....	34
7.2.3	Amonio y Nitrógeno.....	36
7.3	Macrofauna asociada a los hormigueros	38
8.	CONCLUSIONES.....	47
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	48
ANEXOS	53
Anexo 1:	Pruebas físico-químicas	53
	Determinación de pH	53
	Determinación porcentaje de materia orgánica y carbono	54
	Determinación de Amonio intercambiable	55
Anexo 2:	Relación entre las variables registradas y el flujo de hormigas	57
Anexo 3:	Fotografías de la Biota Animal Asociada a Detritos Producidos por Hormigas del Género <i>Atta</i> en San Luis y Melgar (Tolima).....	61
Anexo 4:	Pruebas químicas y biota asociada detritos.....	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. . Hormigueros de San Luis (Tolima).....	Pág. 24
Tabla 2. Hormigueros de Melgar (Tolima).....	Pág. 25
Tabla 3. Variables registradas en cada hormiguero de San Luis (Tolima)....	Pág. 26
Tabla 4. Variables registradas en cada hormiguero de Melgar (Tolima).....	Pág. 27
Tabla 5. Correlación entre variables físicas (T°, HR) y el flujo de hormiga....	Pág. 31
Tabla 6. pH de los detritos de hormigas <i>Atta</i> en San Luis y Melgar (Tolima..	Pág.33
Tabla 7. Porcentaje de materia orgánica y carbono presente en detritos de hormiga arriera en San Luis (Tolima).....	Pág. 34
Tabla 8. Porcentaje de materia orgánica y carbono presente en detritos de hormiga arriera en Melgar (Tolima).....	Pág.35
Tabla 9. Porcentaje de amonio y nitrógeno en suelo de hormiga arriera en San Luis (Tolima).....	Pág. 36
Tabla 10. Porcentaje de amonio y nitrógeno en suelo de hormiga arriera en Melgar (Tolima).....	Pág. 37
Tabla 11. Peso registrado de cada muestra de residuos de hormigueros en San Luis (Tolima).....	Pág. 38
Tabla 12. Peso registrado de cada muestra de residuos de hormigueros en Melgar (Tolima).....	Pág. 39
Tabla 13. Organismos colectados en residuos de los hormigueros de hormiga arriera (<i>Atta</i>) en San Luis (Tolima).....	Pág. 39
Tabla 14. Organismos colectados en residuos de los hormigueros de hormiga arriera (<i>Atta</i>) en Melgar (Tolima).....	Pág. 40
Tabla 15. Índices de riqueza, diversidad y equitatividad en 10 hormigueros de San Luis (Tolima).....	Pág. 41
Tabla 16. Índices de riqueza, diversidad y equitatividad en 5 hormigueros Melgar (Tolima).....	Pág. 42

Tabla 17. Correlación entre los resultados de las pruebas físico-químicas y el número de individuos colectados en San Luis y Melgar (Tolima).....Pág. 46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Composición del suelo según Bachelier (1963).....	Pág. 12
Figura 2. Esquema de ordenamiento territorial San Luis (Tolima).....	Pág. 17
Figura 3. Área toma de muestras de San Luis (Tolima).....	Pág. 18
Figura 4. Ubicación del centro vacacional Cafam Melgar.....	Pág. 18
Figura 5. Ubicación de los hormigueros en Melgar (Tolima).....	Pág. 19
Figura 6. Embudos de Berlese diseñados para colectar edafofauna.....	Pág. 21
Figura 7. Actividad de hormigas, temperatura y %H.R.....	Pág. 26
Figura 8. Actividad de hormigas, temperatura y %H.R.....	Pág. 27
Figura 9. Fotografías de los diez hormigueros de San Luis (Tolima).....	Pág. 28
Figura 10. Fotografías de los cinco hormigueros de Melgar (Tolima).....	Pág. 30
Figura 11. Curva patrón realizada con 4 estándares (0.1, 1, 100 y 1000 mg NH ₄ /L).....	Pág. 37

INTRODUCCIÓN

La familia Formicidae es una de las que tiene mayor diversidad de especies dentro de la Clase Insecta gracias a sus innumerables adaptaciones a diferentes tipos de ambientes. Existen géneros de hormigas (*Atta* y *Acromyrmex*) que tienen una relación mutualista con hongos de la familia Agaricaceae, puesto que los hongos solo crecen al interior de los hormigueros de las hormigas que los cultivan y éstas a su vez se alimentan solo del hongo cultivado que crece sobre fragmentos pequeños de vegetales provenientes del forrajeo que realizan las hormigas, la mayor parte del tiempo.

Por su constante actividad forrajera, las hormigas arrieras, están catalogadas como plagas en América del Sur, puesto que afectan los sistemas de producción agrícola, además de remover la tierra de las zonas urbanas afectando el paisaje.

Por tanto, los campesinos y personas que se encuentran en contacto con las hormigas y se ven afectados por sus actividades, emplean métodos contundentes contra las hormigas, como destrucción manual del hormiguero, sustancias y cebos químicos para exterminar a las hormigas y en los casos más extremos, emplean pólvora, dinamitando el hormiguero o en otras ocasiones incendiándolo acabando con la totalidad de las hormigas de la zona.

Por lo anterior, el presente trabajo se encuentra encaminado a destacar la importancia ecológica de la hormiga arriera en el ecosistema, mediante la caracterización de la biota animal y vegetal que se asocia a los residuos generados en hormigueros del género *Atta*, además de realizar pruebas químicas a las muestras de suelo colectado, con el fin de evidenciar el aporte en cuanto a nutrientes y su relación con la proliferación de biota en los hormigueros de las hormigas cortadoras de hojas.

El presente trabajo, estará acompañado de un cortometraje, que por carecer de formato y cánones específicos, posibilita divulgar cualquier tipo de información de una manera sencilla, además que puede ir dirigido a cualquier tipo de público permitiendo distribuir en mayor proporción el mensaje sobre la importancia ecológica de la hormiga arriera.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La hormiga arriera está catalogada como especie plaga en América del Sur por afectar sistemas productivos. En Colombia se dice que ataca desde especies cultivadas, malezas y hasta plantas ornamentales, inclusive defoliando la plántula de especies forestales. Otra problemática que se le atañe a la hormiga arriera es debido a la remoción de tierra que realiza en zonas urbanas, afectando y desmejorando el paisaje. (Montoya, 2006:01).

A pesar de catalogar a la hormiga como plaga, el papel ecológico de la hormiga arriera en los ecosistemas colombianos es de suma importancia; comienza cuando las primeras princesas alcanzan el vuelo desde su hormiguero de origen albergando en su cavidad bucal fragmentos de micelio del hongo, posteriormente se realiza la fecundación en el aire (vuelo nupcial) y los machos mueren al copular; una vez fertilizadas las hembras, bajan a tierra. Acto seguido, cuando encuentran un lugar adecuado para establecerse, se desprenden de sus alas con ayuda de sus patas, cavan un orificio en el suelo, taponan la entrada con la tierra que excavaron y cultivan el hongo a partir de sus heces dado que es el único material disponible para fertilizarlo. A continuación deposita sus primeros huevos, algunos crecerán como obreras, mientras que otros le servirán de alimento a ella y a las larvas hasta que estas logren desarrollarse como obreras y comiencen con el forrajeo de plantas para el crecimiento del hongo que será la fuente de alimento de toda la colonia.

A medida que las primeras obreras se van desarrollando, el hormiguero se va ampliando; después de pasados 22 meses, los primeros soldados se desarrollan y así mismo las castas van siendo visibles.

En la cámara de residuos que contiene restos vegetales, animales, semillas, heces de las mismas hormigas y tierra excavada por las hormigas, donde se forma un pequeño ecosistema teniendo en cuenta que *“en él operan dos procesos fundamentales: 1. La síntesis de materia orgánica (biosíntesis). 2. La biodegradación de la biomasa y de materia orgánica (con pérdida de calor y energía y circulación de compuestos inorgánicos”* (Salas, 1987: 88), habitado en su mayoría por artrópodos y algunas plantas, que aprovechan los residuos expulsados del hormiguero como vivienda, alimento, refugio o inclusive para camuflarse y atacar con sigilo.

El desarrollo del hormiguero, derivado de las actividades realizadas por las hormigas, tarda de 2 a 3 años, en éste periodo corto para los humanos, pero largo

para las hormigas se establece la colonia como tal, con sus castas trabajando en cada una de las labores necesarias para el mantenimiento del hormiguero, el hongo que las alimenta ya está más desarrollado y las primeras princesas están creciendo, pero todo esto es invisibilizado por la comprensión que se tiene de la hormiga arriera, puesto que son tratadas como plagas para los cultivos de los campesinos y agricultores, quienes utilizan métodos para combatir a las forrajeras que van en busca de material vegetal para no dejar que decaiga el hormiguero. Los métodos más usados son: Mecánicos (excavando y extrayendo a la reina para exterminarla). Químicos (utilizando nebulizadores que expulsan el químico directamente en el hormiguero que mata a las hormigas y a su vez inocula el hongo), Biológicos (con cebos que al entrar en contacto directo con las hormigas las envenena y a su vez destruye el hongo), y finalmente métodos inventados por los agricultores que consiste en incendiar o dinamitar el hormiguero.

Cabe resaltar que el desconocimiento frente al papel ecológico de la hormiga arriera, no es solo de parte de los agricultores, también las personas de la ciudad desconocen el trasfondo del comportamiento de la hormiga, y su importancia en equilibrio de los ecosistemas; esto se pudo evidenciar una vez realizada la práctica pedagógica, en la que se le indagó a estudiantes de noveno grado sobre lo que conocían de la hormiga arriera, arrojando un porcentaje alto de desconocimiento del papel efectuado por la hormiga arriera en los ecosistemas; de igual forma dialogando con las personas que habitan cerca a zonas con presencia de hormigas del género *Atta*, reconocen a la hormiga como plaga que afecta los cultivos y que es combatida destruyendo los hormigueros o utilizando sustancias químicas (venenos) para reducir la defoliación de las plantas cultivadas por ellos.

Por estas razones el tema – problema que se desarrolla en éste trabajo es ¿Cuál es la composición de la macrofauna que se asocia a los residuos de hormigueros del género *Atta*?, y a partir de allí destacar el papel ecológico de ésta hormiga.

2. JUSTIFICACIÓN

Durante el proceso de formación como licenciados en Biología, los proyectos de semestre posibilitan un acercamiento a las problemáticas de índole social, política, económica, cultural y ambiental, que surgen en un contexto educativo; esta aproximación mediante proyectos semestrales, debe permitir que se movilicen posibles soluciones para las problemáticas concretas a las que se enfrenta. La escuela como uno de los principales lugares de formación integral en los sujetos *“también posee la capacidad de aprender”* (Santos, 2006:22) Es desde la escuela en donde se deben generar posibles soluciones para las diferentes problemáticas, y por eso el maestro asume el rol como investigador, que no se limita simplemente a su propia disciplina, sino que toma elementos de varias disciplinas y los utiliza para incidir en las problemáticas del campo educativo.

Por lo anterior, La licenciatura en biología de la Universidad Pedagógica Nacional, en uno de sus objetivos plantea: *“Propiciar espacios para el desarrollo de proyectos pedagógicos e investigativos articulados con la realidad social, y que aporten a la enseñabilidad de la biología. Contribuir al desarrollo de competencias, actitudes y valores tendientes a fomentar la apreciación y el respeto por la naturaleza”* (UPN, Lic. En Biología) se propone que se desarrolle el trabajo de grado articulado con las problemáticas detectadas frente a la enseñanza de la biología y que sean acordes al contexto de la investigación.

Lo construido desde los ejes curriculares y los diferentes espacios académicos, le aportan en gran medida al trabajo de grado pues hacen posible relacionar los organismos, organizaciones sociales y educativas, fomentando cambios hacia un pensamiento integral, que como lo plantea Capra (1999) se basa en el reconocimiento de la interdependencia fundamental entre todos los fenómenos y el hecho de que, como individuos y como sociedades, estamos todos inmersos en los procesos cíclicos de la naturaleza.

La temática abordada en la realización del trabajo de grado ***Caracterización de la macrofauna asociada a los detritos producidos por hormigas del género Atta***, está planteada en primer lugar, por los resultados obtenidos en la práctica pedagógica con el proyecto titulado *¿Cómo a través de la organización social de las comunidades indígenas y de las hormigas es posible la enseñanza del trabajo cooperativo en estudiantes de grado 9 de la I.E.D. José Félix Restrepo?*; los resultados evidenciaron un alto nivel de desconocimiento sobre el papel que cumplen las hormigas en su hábitat, la mayoría entienden que las hormigas son animales que trabajan en grupo, que se colaboran para almacenar el alimento y tener limpio el hormiguero, y como dice un estudiante de 9° (IED JFR. 2012) *“Las*

hormigas son insectos que viven en colonias y mediante la unión hacen ver todo más fácil a pesar de su diminuto tamaño” además de tomarlas como ejemplo, otro estudiante de 9° (IED JFR. 2012) *“Hormigas: un animal en donde nos da ejemplo: que colabora y ayuda a su colonia lleva comida de toda forma es muy buena colaboradora”*, otros las asocian con algunas hormigas que se pueden comer, que son venenosas, y que trabajan para un fin mayor. Por tal razón, es necesario divulgar la importancia ecológica de las hormigas.

En segundo lugar, la acumulación de material orgánico en el hormiguero, posibilita la sucesión vegetal (Anna, 2011:77); los nutrientes que acumulan las hormigas son aprovechados por las plantas que crecen en este nuevo suelo, se aumenta la diversidad vegetal y animal de la zona, procesos importantes en el equilibrio ecológico de los bosques tropicales. Por lo anterior se pretende mostrar la importancia ecológica de la hormiga arriera en los ecosistemas colombianos.

En tercer lugar, las hormigas arrieras son catalogadas como plagas que atacan los cultivos de los agricultores, para lo cual estos contratan empresas que “controlan” la actividad de las hormigas mediante métodos que atentan contra la conservación de dichos organismos al igual que otros insectos que se benefician de los residuos expulsados por ellas. Por el tipo de prácticas utilizadas para el control de la hormiga arriera, es necesario cambiar el modo de comprender el comportamiento de la hormiga y dar cuenta de su importancia ecológica.

En cuarto lugar como lo plantea Primack (2010) uno de los principios de la biología de la conservación es el desarrollo de aproximaciones prácticas para: prevenir la degradación de los hábitats y la extinción de especies.

En quinto lugar, los cortometrajes por carecer de cánones específicos de realización, facilitan el trabajo de filmación, y mediante ellos se puede llegar a divulgar el mensaje de fondo en el San Luis y Melgar, Tolima, sobre la importancia de la hormiga arriera en el equilibrio ecológico; puesto que esta región se caracteriza por comercializar con cultivos de yuca y cítricos que atrae a las hormigas a forrajear las hojas de estas plantas, convirtiéndose en plagas para los cultivadores de la zona.

Finalmente, el desarrollo de la temática se encuentra enfocado a contribuir en la formación disciplinar como maestro en biología, además de divulgar el mensaje de la importancia ecológica de la hormiga arriera.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Caracterizar la macrofauna asociada a los detritos de *Atta*, y relacionarlo con el papel ecológico de la hormiga.

3.2 Objetivos Específicos

- Describir la macrofauna asociada a los detritos producidos por *Atta* en San Luis y Melgar (Tolima).
- Analizar químicamente los residuos producidos por *Atta* y su relación con la macrofauna asociada.
- Relacionar los factores microclimáticos con la actividad de las hormigas
- Elaborar un cortometraje para destacar la importancia ecológica de la hormiga

4. ANTECEDENTES

Heike Antonia Johanna Anna Van Gils, en su trabajo *Los factores ambientales en relación con la hormiga arriera (Atta sexdens)*(2011) en el sur del trapecio amazónico, Colombia, analiza aspectos demográficos de *A. sexdens* en varios espacios de uso y con éstos evaluar hipótesis basados en la hipótesis del forrajeo apetecible, conoce si existió una relación entre las características vegetales y la distribución de los nidos de *Atta sexdens* en los espacios de uso rastrojo de chagra y determina si existen diferencias fisicoquímicas entre los suelos de los siete espacios de uso, diferenciados por la presencia y la ausencia de nidos de *A. sexdens*. Destaca el papel de la condición edáfica y del micro-clima en la determinación de la distribución de los nidos y muestra la importancia de tener en cuenta la historia cuando se trata de las causas y efectos de los patrones demográficos de poblaciones con un ciclo de vida largo.

Francisco Cortés-Pérez y Tomás Enrique León-Sicard, en su trabajo *Modelo conceptual del papel ecológico de la hormiga arriera (Atta laevigata) en los ecosistemas de sabana estacional (Vichada, Colombia)* (2003), presentan aspectos del ciclo de vida de la hormiga arriera *Atta laevigata*, en especial el vuelo nupcial, con notas ecológicas de interés, el perfil modal de suelos afectados por la actividad de las arrieras y analizan su contenido de nutrientes. Detallan el funcionamiento y la estructura de las colonias de arrieras con especial énfasis en el transporte y la acumulación de nutrientes y semillas en los sitios de establecimiento de la colonia; explican el establecimiento de las matas de monte a partir de estos sitios ricos en nutrientes y semillas, y con base en estos aspectos plantean un modelo funcional del papel que cumplen las colonias de arrieras en los ecosistemas de sabana estacional.

Destacan la actividad de las arrieras que ayudan al mantenimiento de la fisionomía y la composición florística típica de los ecosistemas de sabana estacional en la Orinoquia colombiana y el surgimiento de nuevas plantas que crecen sobre colonias abandonadas, gracias al trabajo de las hormigas.

Jorge Valenzuela-González, Luis Quiroz-Robledo y Dora L. Martínez-Tlapa, en su trabajo, *Hormigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae)* (2008) estudian la riqueza, diversidad, abundancia y distribución por estratos de las hormigas presentes en cinco fincas cafetaleras con diferentes estructuras de sombra y en un fragmento de bosque mesófilo de montaña. Utilizan varios métodos de captura (trampas, colecta directa y mini-Winkler), dependiendo de los estratos muestreados (subterráneo, epigeo, hojarasca, cafetos y vegetación arbórea). Destacan que el

tipo de vegetación de sombra en los cafetales influye sobre la riqueza, diversidad y abundancia de las hormigas.

En general, tanto la riqueza como la diversidad aumentan conforme se incrementa la complejidad de la estructura arbórea, mientras que la abundancia presentó una tendencia inversa. Los porcentajes de similitud obtenidos (índice de Jaccard) muestran, en general, una composición de especies bastante diferente entre el bosque y los cafetales y, en menor grado, también entre los cafetales estudiados. La comunidad de hormigas del bosque presentó una alta equidad mientras que la mayoría de los cafetales muestran una alta dominancia

Sthephanie Mera Jaramillo, en su trabajo, *Análisis del manejo y percepción del impacto de la hormiga arriera (Atta cephalotes) sobre los habitantes del corregimiento de Pance, Valle del Cauca, Colombia* (2011), expone la creciente y generalizada problemática asociada a la hormiga arriera (*Atta cephalotes*), sobre el bienestar socio-económico y ambiental de la población del neotrópico, particularmente en el Valle del Cauca, corregimiento de Pance, veredas La Vorágine (asentamiento de Chorro de Plata) y El Peón, Colombia. Generando la necesidad de analizar concienzudamente el impacto real de la hormiga arriera sobre estas poblaciones, más allá de la “satanizada” percepción socio-cultural que se ha generado en torno suyo.

Destaca la relación entre el daño (debido a la alta tasa de defoliación) de la hormiga arriera y la actividad principal del predio (predominando en ambas zonas la actividad residencial). Indicando, acorde a los datos obtenidos, que existe una baja diversidad en la oferta alimenticia para la hormiga arriera (monocultivos y/o jardines “europeos” con predominancia de especies introducidas, evidencia un alto grado de perturbación ecosistémica al aumentar las poblaciones de *Atta cephalotes* (esta es un conocido bioindicador de perturbación), al expandir las fronteras agrícolas, pecuarias y al aumentar la densidad demográfica en las zonas de estudio.

Sandra Soriano Fernández, en su trabajo, *Con cortos y sin cortes. Una propuesta didáctica para el uso del cortometraje en la clase ELE* (2010), analiza la explotación de cortos en los manuales existentes, además de las páginas web, blogs, etc. que utilizan este material, en general, como herramienta intermedia para conseguir otro objetivo. Demuestra que el corto puede ser un objetivo en sí mismo, y que, a partir de él, se pueden desarrollar múltiples actividades, y explica las ventajas de la utilización de cortos, que dejan de ser un material complementario, utilizado generalmente como divertimento, para convertirse en un medio. Además el corto es motivador, ameno, sugerente y atractivo.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO TEORICO

5.1.2 Los Insectos

Son uno de los grupos de animales más importantes en la Tierra: son los principales polinizadores para las plantas, constituyen el alimento básico para muchos animales; aparte de ser utilizados por los humanos para el consumo, también son usados como controladores biológicos y como amuletos. Los insectos participan activamente en el equilibrio de los ecosistemas, funcionando como polinizadores, herbívoros, carnívoros y carroñeros.

Al interior del gran grupo de los insectos, se encuentran los insectos sociales, que se caracterizan por su división social del trabajo estableciendo funciones diferentes para los miembros de la colonia: algunos procrean, otros defienden la colonia, el nido, las crías, el alimento, otros buscan el sustento, otros le dan mantenimiento al nido; cuando los miembros de la colonia logran crear métodos de comunicación y se diferencian de los otros miembros realizando otras actividades para la estructura de la colonia, la evolución de la vida social adquiere su mayor cúspide. (Barrientos, 2003:279).

5.1.2 Las Hormigas

Las hormigas pertenecen al gran grupo de los insectos, siendo este el conjunto de animales con la mayor cantidad de diversidad de especies en el mundo y fueron uno de los primeros grupos en conquistar la tierra. Las hormigas son denominadas insectos sociales, lo que *“Hace más fácil la búsqueda del alimento, mejora las oportunidades de defenderse contra depredadores y competidores, e incluso puede facilitar el cuidado de la cría y la construcción de refugios”* (Jaffe, 1993:05). La tipificación como insectos sociales implica *“ 1) Los procesos y funciones de diferentes canales de comunicación (p. ej. Feromonas, contacto físico). 2) Los procesos que tienen influencia en la determinación de castas, y 3) los mecanismos como la correcta distribución de las labores en la colonia que ayudan a mantener la homeostasis a nivel de colonia”* (Suárez, 2007:67).

Las hormigas hacen parte de la familia Formicidae y se caracterizan por *“cabeza prognata en hembras y obreras; antenas con segmento basal (escapo) largo que forma un ángulo con el pedicelo y el flagelo, este último compuesto de 4 a 12 segmentos en hembras y 9 a 13 en machos. Ocelos en hembras y machos y*

obreras de algunos grupos. Alas presentes en la mayoría de hembras y todos los machos, ausentes en algunas hembras siempre en obreras... mesosoma y metasoma separados por un pecíolo... hembras muy similares a obreras; cuando está fecundada pierde las alas” (Fernández, 2006:521).

5.1.3 El Género *Atta*

Las hormigas pertenecientes al género *Atta* se encuentran representadas por 10 especies, pero en Colombia tan solo *de un total de once especies de hormigas cortadoras de hojas, cuatro corresponden al género Atta, i.e.: A. cephalotes (Linnaeus, 1758), A. colombica (Guérin- Méneville, 1844), A. laevigata (F. Smith, 1858) y A. sexdens (Linnaeus, 1758) (Mackay y Mackay 1986), siendo la primera especie, denominada vulgarmente como hormiga arriera, la más abundante en el país* (Rodríguez, 2008:1) Se pueden distribuir en zonas de clima medio y cálido, desarrollándose más en áreas húmedas tropicales cerca de la base de las montañas

Las *Atta* poseen 3 pares de espinas dorsales en el mesosoma y no exhiben protuberancias en el pedicelo y gáster, se consideran que estas espinas dorsales pueden ayudar a las hormigas cortadoras de hojas a prevenir oviposición de moscas parásitas, además de prevenir depredación. (Herrera, 2011:3). Específicamente la tribu *Attini*: Posee amplia distribución en América por ser endémicas, estas cultivan hongos para la alimentación de la colonia, los géneros más comunes son *Atta* y *Acromyrmex* estos se comportan como herbívoros que atacan cultivos. (Fernández, 2006:534). Las hormigas arrieras, son los insectos sociales más conocidos en la región neotropical del mundo. Esto “*se ve reflejado en la cantidad de nombres que les han colocado: hormiga cortadora de hojas, saúva, quenquén, hormiga cabezuda, hormiga podadora, akeke, bachaco, bibijagua, sonteta, cuschi, hormiga minera, hormiga parasol* (Anna,2011:40).

5.1.4 Fundación De La Colonia

La formación de un hormiguero de la hormiga arriera inicia cuando la reina es fecundada en el vuelo nupcial; después pierde las alas y excava un orificio de 25 a 30 cm donde se entierra, formando una cámara en la que la reina regurgita la masa del micelio que extrajo de la colonia de origen sobre sus propias heces fertilizando el hongo para su crecimiento, iniciando el cultivo del jardín sobre sus heces y comienza la oviposición; deposita dos tipos de huevos, unos que crecerán como las primeras obreras y exploradoras, otros que le servirán de alimento a la

reina y primeras larvas que surgen, al cabo de 3 meses que comienzan a salir las primeras exploradoras que construyen el hormiguero, inicialmente es un proceso lento, pero cuando pasan los primeros 2 años, comienzan a salir los primeros machos y hembras alados.

Una vez formado el jardín donde se forma el hongo la organización social se da de la siguiente manera: en primer lugar se encuentra la **reina**, única hembra fértil en su colonia que produce individuos para cada una de las actividades realizadas en el hormiguero, pueden vivir entre 10 y 15 años. Por otro lado se encuentran las **obreras**, hembras estériles que cumplen diferentes funciones en el hormiguero, por ejemplo las **exploradoras**, son los primeros individuos que salen del hormiguero, no cambian de función y cuando exploran en búsqueda de alimento, con su vientre dejan un rastro químico indicando la posición de la planta que será forrajada, las **cortadoras**, cortan las hojas y algunas las llevan al hormiguero, las **cargadoras**, llevan el material cortado hasta el nido y sacan la tierra sobrante cuando forman túneles, las **escoterías**, son hormigas pequeñas que se suben a la hoja cuando es transportada al hormiguero, para limpiarla de impurezas, los **soldados**, son individuos con cabeza y mandíbula mayor desarrollada que las otras castas, que utilizan para defender el hormiguero, las **jardineras**, son hormigas muy pequeñas que pican las hojas, cultivan el hongo, cuidan las larvas y transportan los huevos al interior del hormiguero, y finalmente las **nodrizas**, cuidan a la reina en la cámara más profunda del hormiguero como forma de protección. (Estrada, 2000: 3-5)

5.1.5 Cultivo Del Hongo

Las hormigas arrieras mantienen una relación mutualista con el hongo *Rhizites gongylophora*, un ectosimbionte que es “*alimento exclusivo de las hormigas Atta. Este crece sobre minúsculos trozos de vegetación forrajada por las arrieras*” (Pérez, 2003:503). Una vez realizada la labor de recolectar las hojas, las hormigas forman una pasta donde crece el hongo por inoculación. El mutualismo se da porque las hormigas protegen, fertilizan y limpian el hongo procurando su crecimiento, a cambio obtienen beneficio de sus propiedades alimenticias.

La simbiosis mutualista, pues la relación es indispensable para los dos integrantes (hormiga y hongo) puede ser considerada en dos niveles: **a)** ecológico, pues las hormigas crean un ambiente en el que el hongo se hace un buen competidor y en el jardín no nace ningún otro hongo, ni siquiera la levadura, y **b)** metabólico, puesto que las hormigas aportan su metabolismo del nitrógeno,

proveyendo al hongo de metabolitos importantes y el hongo, aporta el metabolismo del carbono al degradar la celulosa que las hormigas no pueden hacerlo. (Sierra, 1997)

Cuando se reúne tanto material orgánico para el crecimiento del hongo en el hormiguero como semillas, hojas y demás componentes, se acumulan muchos nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, posibilitando una sucesión, entendida como el *“proceso gradual de cambio en la composición de especies, estructura de la comunidad, química del suelo y características microclimáticas, que se dan siguiendo a una perturbación de origen natural o humano en un ecosistema”*. (Primack, 2010:35). El hecho de que sucedan cambios a nivel de la composición de especies y química del suelo, hace posible la proliferación de la biota de la zona aledaña a los hormigueros cuyas *“funciones son las de facilitar los procesos de formación de suelos y de distribución de plantas. Los microorganismos actúan como elementos que descomponen la materia orgánica y son formadores de humus”*. (Córdova, 2002: 141).

5.1.6 Residuos De Atta

Los residuos orgánicos que producen las hormigas del género *Atta*, en su conjunto son provenientes de plantas, animales y sus subproductos que se descomponen *“en condiciones especiales de temperatura, acidez, humedad, oxígeno que permiten el crecimiento y actividad de microorganismos, de esta forma la materia orgánica se transforma en humus”*. (Cantoni, 2010:13)

Cuando las hormigas reúnen el material orgánico para el crecimiento del hongo del que se alimentan, los desechos son expulsados del hormiguero, acumulándose y permitiendo que algunas plantas aprovechen estos materiales y que otro tipo de organismos como insectos y microorganismos habiten en dicho ambiente; algunos elementos que componen estos residuos son *“tierra extraída del nido, pero principalmente residuos vegetales, es decir, paja menuda, vainas, cápsulas vacías y otras cosas semejantes”* (Büchner,2007 :90), además de restos de individuos de las colonias. Sobre estos residuos, algunos artrópodos se asocian a dichos residuos: *“Se conoce de coleópteros, arañas, isópodos, moscas, collembola, ácaros y otros artrópodos que pueden compartir un nido con las hormigas... Muchos de ellos habitan la cámara de desperdicios de los nidos, alimentándose de los alimentos desechados por las hormigas y sus excrementos”*. (Jaffe, 1993:31)

5.1.7 Organismos Del Suelo

El suelo es el componente básico necesario de los ecosistemas terrestres, este funciona como maquinaria que reutiliza la materia orgánica y como soporte físico y trófico para las plantas. Los sistemas biológicos se encargan de realizar los procesos pedológicos que aumentan los nutrientes y la conservación de la estructura del suelo. (Figura 1)

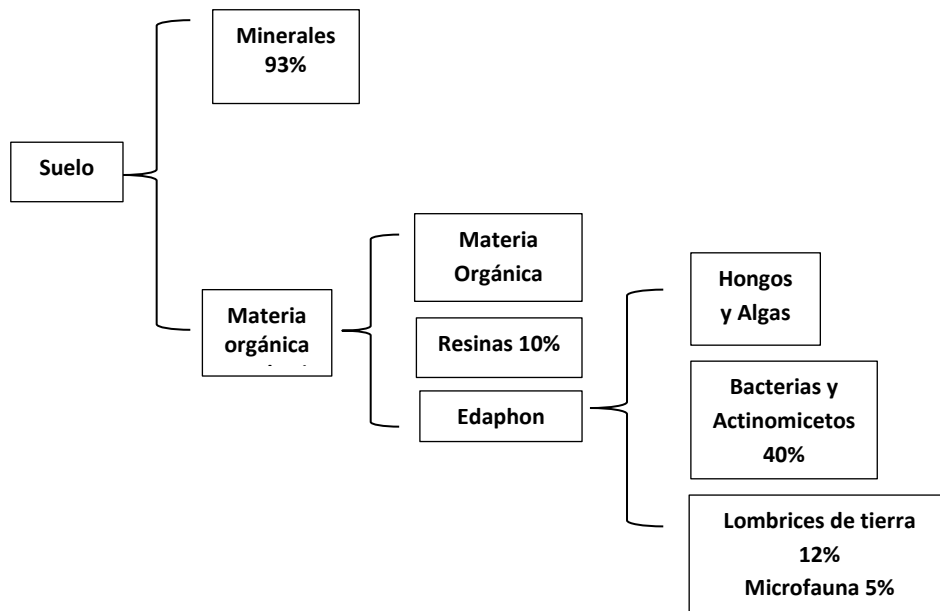


Figura 1. Composición del suelo según Bachelier, 1963. Tomado de Suelos de Colombia. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI

Muchas plantas y animales viven en el suelo y actúan sobre él, modificando su composición, estructura y su funcionamiento. Casi siempre los animales ayudan a transportar reservas orgánicas para la activación de los microorganismos que transforman complejos orgánicos (celulosa, hemicelulosa, ácidos húmicos) en formas asimilables para la meso y macrofauna edáfica. El tamaño de las poblaciones depende del espacio disponible (volumen del suelo) del mantillo, de las condiciones microclimáticas, ciclo de vida y actividades que desarrollan. (IGAC, 1995: 241). La biota edáfica es una comunidad que incluye productores, consumidores y descomponedores y en la que se establecen una compleja red de relaciones.

5.1.8 Clasificación de los organismos del suelo

Dependiendo de la morfología, ciclos de vida y funciones, los organismos del suelo ocupan tres ambientes bien diferenciados: **1) hidrobio**, viven en un ambiente acuático y es ocupado por bacterias, algas, protozoos, nematodos y poliquetos. **2) atmobio**, restringido a organismos de la superficie del suelo, y de la cobertura vegetal más baja como hongos, artrópodos, moluscos y vertebrados. **3) edafobio**, ocupado por simphylas, colémbolos, proturos, anélidos, y diplópodos, organismos que se ajustan a la vida entre el perfil del suelo. Según lo propuesto por Lavelle (1985) citado por el IGAC (1995) se propuso llamar a los organismos con gran movilidad y coloración roja que viven y se alimentan del horizonte orgánico, **organismos epigéicos**, a diferencia de los que son de coloración gris, carmelita y marrón ubicados en la fracción del mineral y que se alimentan de la materia orgánica, **organismos endogéicos**. (IGAC, 1995: 242)

La fauna edáfica es clasificada de acuerdo al tamaño corporal de la siguiente forma: **Microfauna**, organismos de tamaño entre 20 y 200 micras, por ejemplo protozoos, rotíferos, tardígrados y copépodos. **Mesofauna**, individuos entre 200 micras y 1 cm. La gran mayoría son colémbolos y ácaros. Como grupos fuertes de los microartrópodos, otros que ingresan a esta categoría son nematodos, rotíferos, tardígrados grandes, larvas de insectos, milípodos, isópodos y gran parte de los arácnidos. **Macrofauna**, animales de tamaño superior a un cm, por ejemplo lombrices, moluscos, insectos y arácnidos grandes. **Megafauna**, algunas veces se utiliza el término para diferenciar a los organismos con más de 2 cm de tamaño. (IGAC, 1995: 242)

5.1.9 Cortometraje

El término cortometraje es aplicado a filmes de acción real, episodios, series, dibujos animados, noticieros, documentales y películas de vanguardia. Así mismo existe el cortometraje informativo, que es una película de metraje breve, de no ficción que trata en forma de reportaje alguna noticia o acontecimiento de algún tema de interés general. (Konigsberg, 2004:145).

El cortometraje es *“la película que dura treinta minutos o menos. Su narración tanto puede estar basada en el género dramático como en el documental o en el experimental. Y puede ser una película con actores en vivo o un film de dibujos animados”* (Cooper, 1998: 09)

5.2 MARCO METOLÓGICO

5.2.1 Determinación de pH (Fernández et. al, 2006)

El pH es una propiedad química del suelo que tiene un efecto importante en el desarrollo de los seres vivos (incluidos microorganismos y plantas). La lectura de pH se refiere a la concentración de iones hidrógeno activos (H^+) que se da en la interface líquida del suelo, por la interacción de los componentes sólidos y líquidos. La concentración de iones hidrógeno es fundamental en los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo. El grado de acidez o alcalinidad de un suelo es determinado por medio de un electrodo de vidrio en un contenido de humedad específico o relación de suelo-agua, y expresado en términos de la escala de pH. El valor de pH es el logaritmo del recíproco de la concentración de iones hidrógeno, que se expresa por números positivos del 0 al 14. Tres son las condiciones posibles del pH en el suelo: la acidez, la neutralidad y la alcalinidad.

Para la determinación del pH se utiliza el método potenciométrico (Willard et al., 1974; Bates, 1983 citado por Fernández, 2006)

5.2.2 Determinación porcentaje de materia orgánica y carbono (Cano)

La materia orgánica que contiene el suelo procede tanto de la descomposición de los seres vivos que mueren sobre ella, como de la actividad biológica de los organismos vivos que contiene: (lombrices, insectos de todo tipo, microorganismos, etc). La descomposición de estos restos y residuos metabólicos da origen a lo que se denomina humus. En la composición del humus se encuentra un complejo de macromoléculas constituido por proteínas, azúcares, ácidos orgánicos, minerales, etc., en constante estado de degradación y síntesis. El humus, por tanto, abarca un conjunto de sustancias de origen muy diverso, que desarrollan un papel de importancia capital en la fertilidad, conservación y presencia de vida en los suelos. A su vez, la descomposición del humus en mayor o menor grado, produce una serie de productos coloidales que, en unión con los minerales arcillosos, originan los complejos órgano minerales, cuya aglutinación determina la textura y estructura de un suelo. Estos coloides existentes en el suelo presentan además carga negativa, hecho que les permite absorber cationes H^+ y cationes metálicos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) e intercambiarlos en todo momento de forma reversible; debido a este hecho, los coloides también reciben el nombre de complejo absorbente.

Los contenidos de materia orgánica, fueron evaluados con los criterios de (Landon, 1984) citado por (Cano, sf: 55). Con respecto al contenido de materia orgánica, mientras que la clasificación de la materia orgánica fue evaluada de acuerdo con los criterios dados por (Velasco, 1983 citado por Cano, sf: 55)

5.2.3 Determinación de Amonio intercambiable (Fernández et. al, 2006)

Los microorganismos participan de forma importante en el ciclo del nitrógeno en el suelo, debido a que realizan la fijación del nitrógeno, nitrificación y desnitrificación, así como su inmovilización. Se reportan como fracciones predominantes al amonio y nitratos (Foster, 1995; Maynard y Kalra, 1993).

Comúnmente se evalúa al amonio intercambiable por representar la fuente de nitrógeno más directamente disponible para su incorporación en aminoácidos, sin requerir ser oxidado o reducido (Gaudy y Gaudy, 1981). Adicionalmente, se recomienda cuantificar nitratos para complementar la fracción de nitrógeno inorgánico susceptible de ser empleado por los microorganismos.

Determinación de amonio intercambiable en suelo por extracción con cloruro de potasio (KCl 1M) y determinación por electrodo de ión selectivo.

6. METODOLOGÍA

6.1 Descripción área de estudio

Diez hormigueros están ubicados en San Luis (Tolima) vereda Cordialidad (entre los 4° 19' 41" y 3° 55' 47", Norte; 75° 00' 01" y 75° 13' 22", Oeste), a una altitud entre 450 a 600 m.s.n.m. El territorio sanluseño posee un área de 41.354,2 Hectáreas (**Figura 2**). Nueve hormigueros están localizados en una zona montañosa y el décimo hormiguero se encuentra ubicado a la orilla de la quebrada Calzon. (**Figura 3**). También conocida por los lugareños como quebrada Madroño.

Los hormigueros estudiados en San Luis (Tolima) están en la vereda Cordialidad ubicada cerca a la vía Ortega kilómetro 9. Para llegar al área de estudio, se recorre un camino de 45 minutos bosque adentro hacia el occidente. De acuerdo con lo dicho por los lugareños y observando el entorno, se infiere que es un bosque no intervenido, y que no se encuentra cerca de caminos transitados por humanos, ni se observan asentamientos humanos como casas, fincas, huertos y demás. Por estas razones las hormigas no son perturbadas por efectos antrópicos, aunque parece que la zona si sufre perturbación natural, dado que llevan aproximadamente 2 meses de sequía según lo dicho por un lugareño, lo que puede aumentar la actividad de forrajeo de la hormiga arriera. La pendiente es de 5° siendo moderadamente inclinada y ondulada; el suelo es de color gris, parece ser un suelo mixto.

Los cinco hormigueros restantes, se encuentran ubicados en el centro vacacional Cafam Melgar (Tolima) (**Figura 4**), (entre 4°12'7" de Latitud Norte y 74°38'0" de Longitud Oeste), a una altitud de 323 m.s.n.m. Los cinco hormigueros se encuentran distribuidos de la siguiente manera: dos en la base de un árbol de naranja, dos en medio de un pastizal caracterizado por predominancia de pasto y un hormiguero ubicado en un suelo arcilloso. (**Figura 5**), las 5 zonas de muestreo si presentan perturbación por efectos antrópicos, dada su ubicación en el centro vacacional, frecuentado por muchas personas; no se registra pendiente en ningún hormiguero y el suelo es de color café, clasificándose como humífero.

San Luis y Melgar (Tolima) están en la zona de vida Bosque Seco Tropical (Bs-T), *formación vegetal que presenta una cobertura boscosa continua y que se distribuye entre los 0 – 1000 m de altitud; presenta temperaturas superiores a los 24° C (piso térmico cálido) y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales.* (Instituto Alexander von Humboldt, 1998:1).

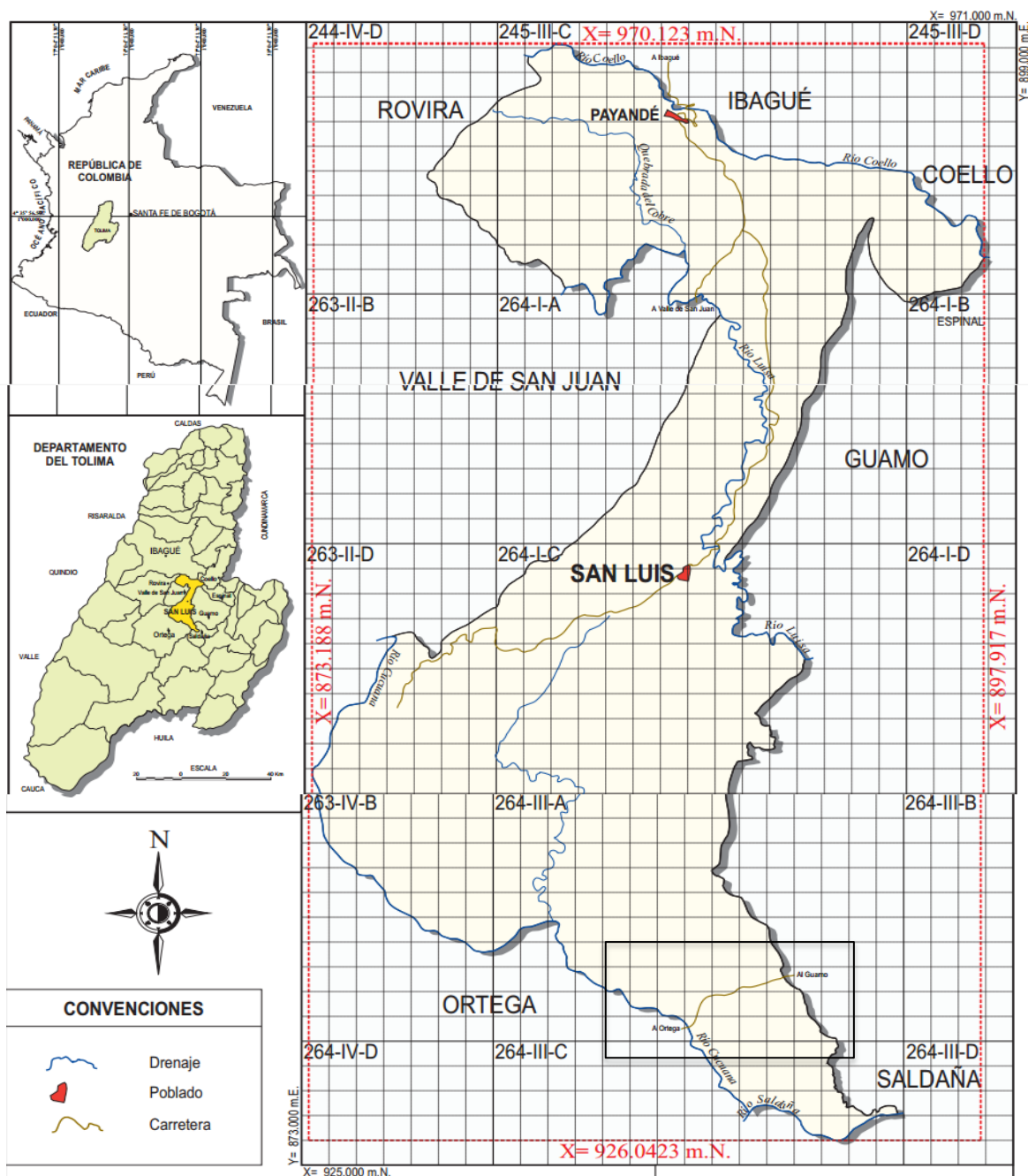


Figura 2. Esquema de ordenamiento territorial de San Luis (Tolima). En el rectángulo negro se encuentra la vereda *Cordialidad* donde se realizó la toma de muestras. Imagen tomada del sitio web de la alcaldía de San Luis, Tolima.

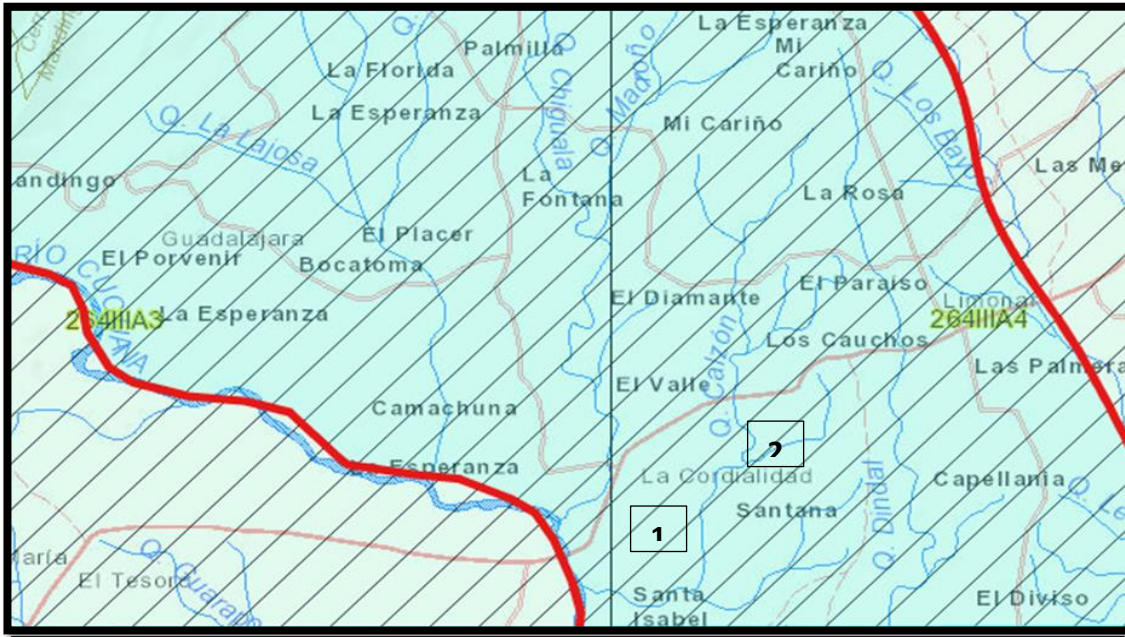


Figura 3. Área donde se realizó la toma de muestras. **1.** Zona montañosa donde se realiza la toma de muestras a nueve hormigueros. **2.** Orilla de la quebrada Calzón donde se tomaron las muestras del décimo hormiguero. Imagen tomada de la página web del IGAC

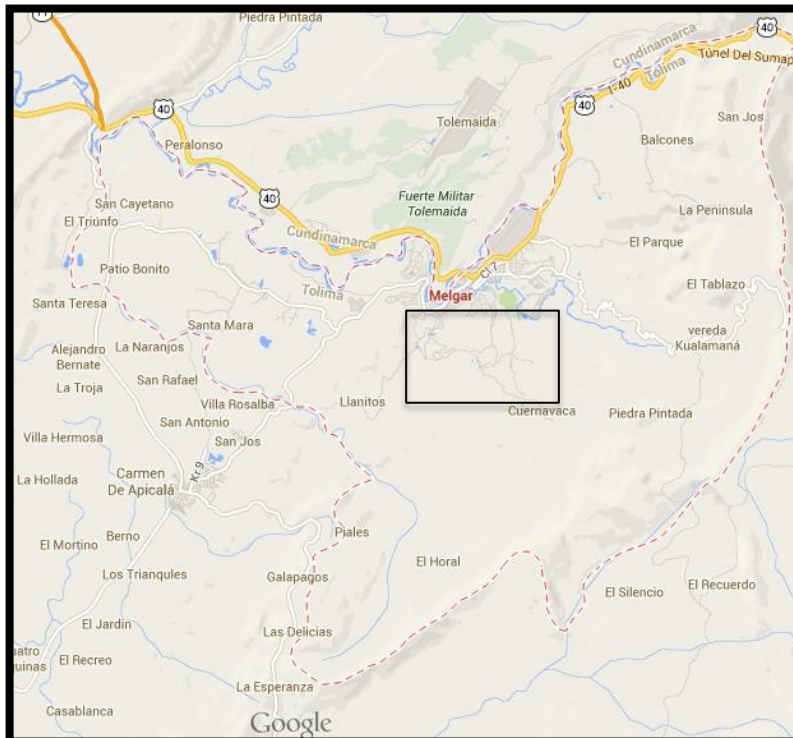


Figura 4. En el rectángulo negro se encuentra ubicado el centro vacacional Cafam Melgar, perteneciente a la vereda Las Guacamayas. Lugar donde se realizó la toma de muestras de cinco hormigueros. Imagen tomada de Google Maps.

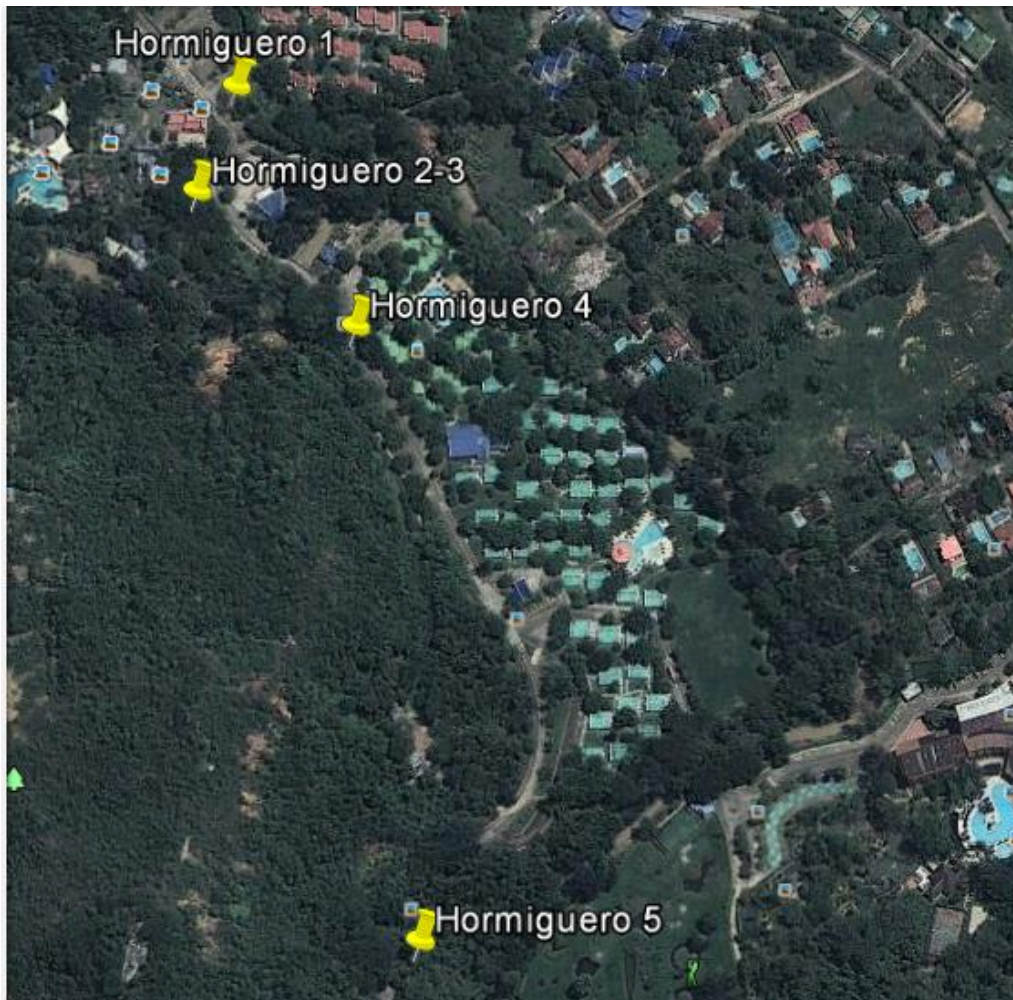


Figura 5. Ubicación de los hormigueros al interior del centro vacacional Cafam Melgar. **Hormiguero 1.** A las afueras de Cafalandia, zona de recreación. **Hormiguero 2 y 3.** Ambos hormigueros ubicados en un pastizal cerca del castillo azul. **Hormiguero 4.** Ubicado por un camino boscoso llamado Camino Real Cafam. **Hormiguero 5.** Sobre la carretera de la zona D, junto a la zona para practicar escalada en el centro vacacional. Imagen tomada de Google Earth.

6.2 Métodos y materiales

El trabajo se realizó en tres fases; en la primera se hizo el trabajo de campo; en la segunda fase el trabajo de laboratorio y en la tercera el análisis de la información obtenida y la elaboración del informe final.

6.2.1 Trabajo de Campo

Una vez ubicada el área de estudio, por cada hormiguero se toman datos de: humedad relativa, temperatura del suelo, temperatura máxima, temperatura mínima, además se recogen muestras de residuos de los hormigueros, así mismo de Macrofauna y biota vegetal asociada a éste.

Para caracterizar la biota (animal y vegetal) asociada a los residuos de los hormigueros de la hormiga arriera, se estudiaron diez hormigueros situados en el San Luis (Tolima) en el mes de Septiembre de 2013, y cinco hormigueros en Melgar (Tolima) en el mes de Enero de 2014.

En cada hormiguero se cuenta el número de hormigas que sale de cada hormiguero en un periodo de 40 minutos distribuido de la siguiente manera: 10 minutos hormigas que salen cargadas, 10 minutos hormigas que salen descargadas, 10 minutos hormigas que entran cargadas y 10 minutos hormigas que entran descargadas. Después de tomar las variables se procede a coleccionar las muestras de residuos o suelo de hormigas que se encuentran afuera del hormiguero, y se depositan en bolsas ziploc, se rotulan de acuerdo al número del hormiguero y finalmente se guardan.

6.2.2 Trabajo De Laboratorio

En total fueron 10 muestras coleccionadas en San Luis (Tolima) y 5 muestras coleccionadas en Melgar (Tolima) que fueron sometidas a diferentes procesos: en primer lugar, se pasó cada muestra por 2 cernidores; el cernidor **(A)** tenía una apertura del poro de 1.00 mm y el cernidor **(B)** tenía una apertura del poro de 425 um. Una vez cernidas las 15 muestras, cada una se separa en 3 partes: sustrato que sale a través del cernidor **(A)**, sustrato que sale a través del cernidor **(B)**, y hojarasca, semillas y otros materiales que no pasan a través de los cernidores.

Algunos insectos de gran tamaño eran coleccionados manualmente con una pinza, dado que al verter cada muestra en los cernidores, los insectos se hacían visibles. Posterior a esto, se pesa cada sustrato, se suma y se saca el peso total de cada muestra en gramos.

Una vez separada y pesada la muestra, cada suelo se sometió a pruebas físico químicas según el Manual de técnicas de análisis de suelos (Fernández et. al, 2006). De acuerdo con esto, se tomó el pH y el porcentaje de amonio intercambiable. Para determinar el porcentaje de materia orgánica total en suelo se utilizó el Manual de prácticas de la materia de edafología (Cano, sf: 52).

6.2.2.1 Tratamiento de macrofauna asociada a suelos de hormiga arriera

Como se mencionó anteriormente, una vez pasadas por cernidores las muestras de suelo, se iban separando por tamaño de material, la hojarasca y otros residuos vegetales presentes en cada muestra. En algunos casos se colectaban directamente los insectos con pinzas, así mismo todas las muestras se pasaron por Embudo de Berlese que *generalmente consiste de un embudo grande de metal en forma de cono corto con una tapa en su parte superior. La tapa tiene por debajo una luz que a su vez supe el calor necesario para la operación. El embudo tiene cerca de la mitad de su largo una malla que retiene hojarasca, pero permite que los pequeños insectos y ácaros la atraviesen con facilidad y caigan a la parte inferior del aparato.* (Medina, 1977: 8); en este trabajo, se utilizaron 10 botellas plásticas vacías recortadas y adaptadas en forma de embudo, en la parte superior se instalaron bombillos, y en la parte inferior frascos de vidrio con alcohol. A medida que la hojarasca se va secando, los insectos y otros organismos van bajando, para caer finalmente en el alcohol. (Figura 6)

Teniendo preservados los insectos y otros organismos, se toman fotografías y con ayuda de claves taxonómicas, se logran identificar los individuos colectados. La macrofauna colectada, está depositada en frascos con alcohol al 75%.



Figura 6. Embudos de Berlese diseñados para coleccionar edafofauna.

6.2.2.2 Tratamiento de los residuos de hormiga arriera

Después de extraer la edafofauna de las 15 muestras de residuos de hormiga arriera colectados; los residuos se someten a pruebas físico-químicas:

6.2.2.2.1 Determinación de pH

Método

El método potenciométrico o electroquímico para medir pH de un suelo es el más utilizado. Con este método se mide el potencial de un electrodo sensitivo a los iones H⁺ (electrodo de vidrio) presentes en una solución problema; se usa como referencia un electrodo cuya solución problema no se modifica cuando cambia la concentración de los iones por medir, que es generalmente un electrodo de Ag/AgCl (Ver anexo 1)

Los resultados obtenidos una vez aplicado el protocolo para determinar pH de cada muestra de suelo fueron evaluados según (NOM-021-RECNAT-2000 Citado por Fernández et. al, 2006:21). Criterios de evaluación de un suelo con respecto a su pH. (Ver anexo 1)

Categoría	Valor de pH
Fuertemente ácido	< 5.0
Moderadamente ácido	5.1 - 6.5
Neutro	6.6 - 7.3
Medianamente alcalino	7.4 - 8.5
Fuertemente alcalino	8.5

6.2.2.2.2 Determinación porcentaje de materia orgánica y carbono

El método y los contenidos de materia orgánica, fueron elaborados y evaluados con los criterios de (Landon, 1984) citado por (Cano, sf: 55). Con respecto al contenido de materia orgánica, mientras que la clasificación de la materia orgánica fue evaluada de acuerdo con los criterios dados por (Velasco, 1983 citado por Cano, sf: 55). (Ver anexo 1)

Formato para evaluar los datos de materia orgánica presente en suelo:

Contenido de materia orgánica (London. 1984)

Clase	Carbono orgánico (%)
Muy alta	>20
Alta	10 – 20
Media	4 – 10
Baja	2 – 4
Muy baja	<2

Clasificación de materia orgánica (Velasco. 1983)

Clase	M.O. (%)
Extremadamente pobre	<0.6
Pobre	0.6 – 1.2
Medianamente pobre	1.21 – 1.8
Medio	1.81 – 2.4
Medianamente rico	2.41 – 3.0
Rico	3.1 – 4.2
Extremadamente rico	>4.21

6.2.2.2.3 Determinación de Amonio intercambiable

Determinación de amonio intercambiable en suelo por extracción con cloruro de potasio (KCl 1M) y determinación por electrodo de ión selectivo. Para cada muestra de suelo de hormiga se aplicó el protocolo (ver anexo 1)

Interpretación

En la tabla se proporciona la clasificación de fertilidad de suelos por el contenido de nitrógeno inorgánico (nitrato y amonio). Teniendo en cuenta la Clasificación de fertilidad de suelos en función del nitrógeno inorgánico (NOM-021-RECNAT-2000 Citado por Fernández et. Al, 2006: 43) (Ver anexo 1)

Clase	N inorgánico en el suelo (mg kg ⁻¹)
Muy bajo	0 - 10
Bajo	10 - 20
Medio	20 - 40
Alto	40 - 60
Muy alto	> 60

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

7.1 Los hormigueros

En las **tablas 1 y 2** se destacan algunas generalidades registradas en los 10 hormigueros de San Luis (Tolima) y en los 5 hormigueros de Melgar (Tolima).

Los hormigueros tenían entre 1 y 6 aberturas que servían como entrada y salida para las hormigas; según el tamaño externo, el flujo de hormigas y el impacto visible los más jóvenes fueron los hormigueros 2 y 3 de San Luis (Tolima) (Tabla1)

Las aberturas de los 10 hormigueros presentan unas dimensiones entre los 4 y 20 cm; así mismo se pueden encontrar fragmentos de hojas defoliadas a las afueras de los hormigueros, ésta actividad podría estar indicando que los hormigueros 1, 3, 4, 5 y 9 se estén expandiendo, pues se registra una gran cantidad de hormigas sacando granos de suelo y desechos. (Ver anexo 2). Las medidas de los 10 hormigueros oscilan entre los 50 y 1.20 cm.

Tabla 1. Hormigueros de San Luis (Tolima)

Hormiguero	N° de entradas	Entran material	Entran sin material	Salen con material	Salen sin material
1	1	0	535	722	548
2	2	2	142	46	236
3	1	1	51	139	51
4	3	6	304	155	146
5	6	5	628	809	326
6	3	3	224	85	82
7	2	9	364	88	713
8	2	5	90	29	203
9	1	1	320	406	126
10	1	3	190	97	176

El número de hormigas que entran y salen cargadas y descargadas, se cuentan en un tiempo de 10 minutos por cada hormiguero. El material que ingresan al hormiguero se compone principalmente de fragmentos de hojas; el material que sacan del hormiguero está compuesto de: grano de suelo, algunos fragmentos de hojas y cuerpos de obreras.

Los hormigueros de Melgar tenían entre 2 y 8 aberturas que servían como entrada y salida para las hormigas; según su tamaño externo, el número de entradas, el flujo de hormigas y el impacto visible, el más joven fue el hormiguero 2 de Melgar (Tolima) (Tabla 2)

Las aberturas de los 5 hormigueros presentan unas dimensiones de 3 cm aproximadamente; no se registran fragmentos de hojas defoliadas. Se deduce que los hormigueros 1, 3,4 y 5 son antiguos dado su número de entradas y flujo de hormigas. Las medidas de los 5 hormigueros oscilan entre los 70 y 1.50 cm.

Tabla 2. Hormigueros de Melgar (Tolima)

Hormiguero	N° de entradas	Entran material	Entran sin material	Salen con material	Salen sin material
1	3	201	90	82	154
2	3	38	284	257	60
3	7	107	58	37	272
4	8	892	499	4	429
5	2	130	101	45	115

El número de hormigas que entran y salen cargadas y descargadas, se cuentan en un tiempo de 10 minutos por cada hormiguero. El material que ingresan al hormiguero se compone principalmente de fragmentos de hojas; el material que sacan del hormiguero está compuesto de: grano de suelo, algunos fragmentos de hojas y cuerpos de obreras.

Al comparar las dos zonas estudiadas en cuanto a la actividad externa de la hormiga, es posible plantear que los hormigueros de Melgar (Tolima) son más antiguos que los de San Luis (Tolima) teniendo en cuenta el número de entradas de cada hormiguero, el flujo de hormigas y el cambio en la coloración del suelo (ver figura 9 y 10)

En las **tablas 3 y 4** se reportan los datos de temperatura del ambiente y del suelo, la humedad relativa y el número de hormigas que salen y entran en cada hormiguero de San Luis y Melgar (Tolima).

Se ilustra también la relación entre el número de hormigas que entran cargadas y descargadas, salen cargadas y descargadas en relación con la temperatura ambiente, la temperatura del suelo y la humedad relativa registrada en cada hormiguero estudiado en San Luis y Melgar (Tolima) (figuras 7 y 8) (anexo 2)

Tabla 3. Variables registradas en cada hormiguero de San Luis (Tolima)

Hormiguero	Temperatura de suelo	Humedad relativa	Temperatura
1	19,4°C	65%	23,7°C
2	18,8°C	53%	29,9°C
3	18,8°C	56%	31°C
4	20°C	47%	32,8°C
5	18,3°C	57%	35°C
6	20°C	30%	35,6°C
7	20°C	29%	33,9°C
8	20°C	34%	35°C
9	20,5°C	44%	33,7°C
10	19,4°C	46%	33,5°C

Relación entre las variables registradas en cada hormiguero y el flujo de hormigas que entran y salen de los hormigueros. (Ver anexo 2) **1.** Entran material, **2.** Entran sin material, **3.** Sacan material, **4.** Salen sin material

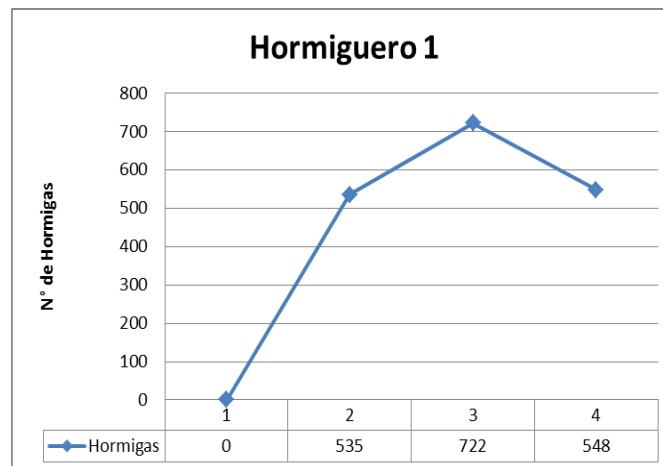


Figura 7. Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos. San Luis (Tolima). 2013

Tabla 4. Variables registradas en cada hormiguero de Melgar (Tolima)

Hormiguero	Temperatura de suelo	Humedad relativa	Temperatura
1	19,9°C	59%	36,3°C
2	19°C	56%	36,4°C
3	20°C	50%	35,8°C
4	20,3°C	54%	33,6°C
5	19,5°C	62%	32,3°C

Relación entre las variables registradas en cada hormiguero y el flujo de hormigas que entran y salen de los hormigueros. (Ver anexo 2) **1.** Entran material, **2.** Entran sin material, **3.** Sacan material, **4.** Salen sin material

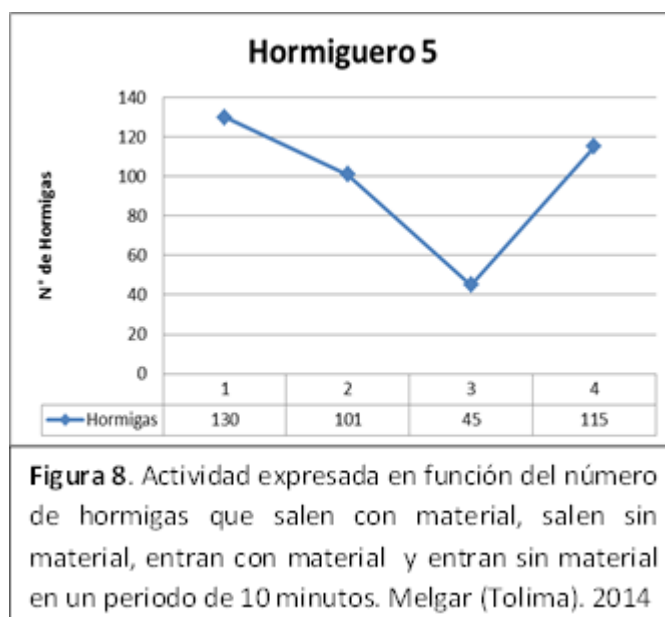


Figura 8. Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos. Melgar (Tolima). 2014

Las figuras 9 y 10, muestran la actividad externa de las hormigas *Atta*. En los hormigueros 1 y 5, de San Luis (Tolima) se evidencia el contraste de coloración de suelos tratados por las hormigas, característicos por presentar tonalidad café, a diferencia de los suelos que aún no han sido tratados que presentan coloración grisácea; se presume que los hormigueros 1 y 5, son los más antiguos. Comparando los hormigueros de las 2 zonas, los de Melgar parece ser más antiguos, puesto que presentan más entradas y la tonalidad café propia de hormigueros con alta actividad externa de hormigas.

Figura 9. Fotografías de los diez hormigueros de San Luis (Tolima). Se observan el número de entradas, los residuos de *Atta* y la coloración del suelo según la actividad externa de la hormiga.



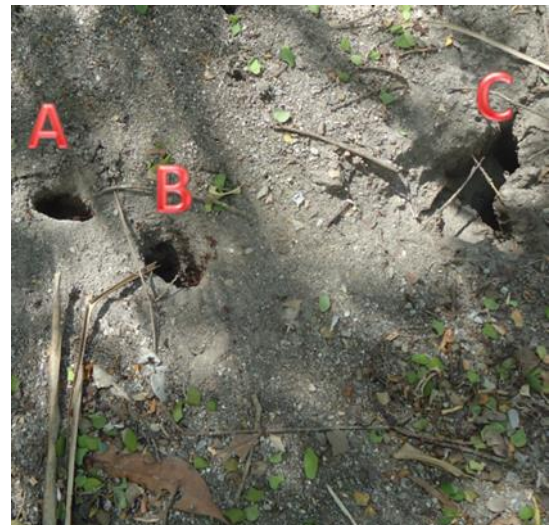
Hormiguero 1 (San Luis, Tolima)



Hormiguero 2 (San Luis, Tolima)



Hormiguero 3 (San Luis, Tolima)



Hormiguero 4 (San Luis, Tolima)



Hormiguero 5 (San Luis, Tolima)



Hormiguero 6 (San Luis, Tolima)



Hormiguero 7 (San Luis, Tolima)



Hormiguero 8 (San Luis, Tolima)



Hormiguero 9 (San Luis, Tolima)



Hormiguero 10 (San Luis, Tolima)

Figura 10. Fotografías de los cinco hormigueros de Melgar (Tolima). Se observan el número de entradas, los residuos de *Atta* y la coloración del suelo según la actividad externa de la hormiga.



Hormiguero 1 (Melgar, Tolima)



Hormiguero 2 (Melgar, Tolima)



Hormiguero 3 (Melgar, Tolima)



Hormiguero 4 (Melgar, Tolima)



Hormiguero 5 (Melgar, Tolima)

Tabla 5. Correlación de Pearson entre variables físicas (T°, HR) y el flujo de hormigas

	Hormigueros de San Luis				Hormigueros de Melgar			
	E. M	E.S.M	S.M	S.S	E. M	E.S.M	S.M	S.S
Temperatura	0,85	-0,23	-0,34	-0,66	0,37	-0,62	0,43	0,62
Temperatura del suelo	0,19	-0,17	-0,35	-0,01	0,70	0,19	-0,87	0,89
Humedad relativa	-0,60	0,34	0,64	-0,00	-0,20	-0,19	0,10	-0,57

E.M. Entran material; **E.S.M.** Entran sin material; **S.M.** Sacan material; **S.S.** Salen sin material

En la tabla 5 se muestran los índices de correlación entre las variables físicas y la actividad externa de la hormiga.

En los hormigueros de San Luis (Tolima), solo la temperatura ambiente parece afectar positivamente la actividad de forrajeo (E.M) (0,85) y negativamente las que salen en busca de material (S.S) (-0,66); parece no influir mucho en la sacada de materiales (S.M). (Ver tabla 5)

Es posible que la diferencia entre los efectos de la temperatura sobre la actividad de las hormigas esté relacionada con la edad de los hormigueros, pues al ser más viejos desarrollan mayor independencia de los factores físicos y dependen más de los factores biológicos, como ocurre en las sucesiones ecológicas de los ecosistemas.

La temperatura del suelo no parece estar influyendo en las actividades de las hormigas; la humedad relativa parece tener una influencia media negativa en el forrajeo (E.M) y en las sacadas de materiales (S.M). Correlación de (-0,60 y 0,64) respectivamente.

Es posible considerar que la temperatura del suelo, se relaciona con las condiciones particulares de las 2 zonas y de cada hormiguero, puesto que los hormigueros de San Luis (Tolima) estaban menos expuestos a la radiación directa del sol, por estar rodeados y cubiertos por árboles.

En los hormigueros de Melgar (Tolima), solo la temperatura del suelo parece afectar positivamente la actividad de forrajeo (E.M) y las que salen a buscar material (S.S) correlación de (0,70 y 0,89) respectivamente, pero negativamente la actividad de sacar material (S.M) (-0,87).

Los hormigueros de Melgar (Tolima) estaban más expuestos a la radiación solar por encontrarse en zonas con mayor impacto directo del sol, en comparación de los hormigueros de San Luis (Tolima) que presentaban menor impacto solar.

La temperatura ambiente parece tener una influencia media positiva sobre las actividades de forrajeo (E.M) (0,37) y en sacar material (S.M) (0,43); la humedad relativa presenta baja correlación negativa en las actividades de forrajeo (E.M) e ingreso al hormiguero sin material (E.S.M) correlación (-0,20 y -0,19) respectivamente; mientras que la actividad de salir en búsqueda de material de forrajeo (S.S) presenta una influencia media negativa alta (-0,57).

Las dos zonas estudiadas presentan grandes diferencias frente a la correlación entre las variables físicas y el flujo de hormigas; en San Luis (Tolima) la temperatura del ambiente afecta las actividades de forrajeo, mientras que en Melgar (Tolima) la influencia está dada por la temperatura del suelo. Parece ser que la humedad relativa influye de manera media negativa y baja en ambas zonas, pero menor en; Melgar (Tolima)

7.2 Aspectos físico-químicos de los detritos de *Atta*

7.2.1 pH

En la **tabla 6** se registran los datos de pH presentados por los residuos de los hormigueros de San Luis y Melgar (Tolima), con su respectiva evaluación (según (NOM-021-RECNAT-2000, Citado por Fernández et. al, 2006:21)

Tabla 6. pH de los detritos de hormigas *Atta* en San Luis y Melgar (Tolima)

Hormigueros de San Luis (Tolima)	pH	Evaluación
1	7.90	Medianamente alcalino
2	8.36	Medianamente alcalino
3	7.90	Medianamente alcalino
4	7.60	Medianamente alcalino
5	8.60	Fuertemente alcalino
6	6.97	Neutro
7	7.60	Medianamente alcalino
8	7.40	Medianamente alcalino
9	7.22	Neutro
10	7.43	Medianamente alcalino
Hormigueros de Melgar (Tolima)	pH	Evaluación
1	6.12	Moderadamente ácido
2	6.21	Moderadamente ácido
3	6.67	Neutro
4	6.87	Neutro
5	5.90	Moderadamente ácido

Los hormigueros de San Luis (Tolima) presentaron un pH de neutro a medianamente alcalino, mientras que los de Melgar (Tolima) mostraron una tendencia a ser ácidos.

De acuerdo a lo propuesto por Casanova (2005), Los suelos ácidos son típicos de regiones donde la precipitación es alta, que lava los cationes básicos (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+) y por tanto un predominio de cationes ácidos (Al^{++++} , H^+) en la solución del suelo. Por el contrario, suelos alcalinos generalmente se encuentran asociados con regiones áridas o semiáridas y con alto valor en saturación por bases.

Lo anterior está en concordancia con los resultados obtenidos del pH de San Luis y Melgar (Tolima) dado que para el caso puntual de San Luis, este presentó una tendencia a la alcalinidad, propia de zonas áridas y con baja precipitación como lo es San Luis y su ubicación en la zona de vida de Bosque Seco Tropical; a diferencia de Melgar, que presentó una tendencia a la acidez y a pesar de encontrarse en la misma zona de vida de San Luis, la gran diferencia es que los hormigueros por encontrarse al interior del centro vacacional Cafam Melgar, muy seguramente se ven afectados por efectos antrópicos, ya sea por la siembra de

plantas generando mayor sombra al suelo, regando las plantas con agua y abono al suelo.

7.2.2 Materia orgánica y Carbono

En las **tablas 7 y 8** se registran los resultados obtenidos sobre el porcentaje de materia orgánica y carbono analizado en los residuos de los hormigueros de San Luis y Melgar (Tolima) con su respectiva evaluación (según London, 1984) citado, por Cano, sf: 55) con respecto al contenido de materia orgánica, mientras que la clasificación de la materia orgánica fue evaluada de acuerdo con los criterios dados por (Velasco, 1983 citado por Cano, sf: 55).

Tabla 7. Porcentaje de materia orgánica y carbono presente en detritos de hormiga arriera en San Luis (Tolima)

Hormiguero	%M.O	Evaluación	%C	Evaluación
1	4.288	Extremadamente rico	2.48704	Baja
2	1.608	Medianamente pobre	0.93264	Muy baja
3	2.613	Medianamente rico	1.51554	Muy baja
4	0.938	Pobre	0.54404	Muy baja
5	3.469	Rico	1.27202	Muy baja
6	2.211	Medio	1.28238	Muy baja
7	3.015	Medianamente rico	1.7487	Muy baja
8	0.335	Extremadamente pobre	0.1943	Muy baja
9	1.675	Medianamente pobre	0.9715	Muy baja
10	2.814	Medianamente rico	1.63212	Muy baja

Tabla 8. Porcentaje de materia orgánica y carbono presente en detritos de hormiga arriera en Melgar (Tolima)

Hormiguero	%M.O	Evaluación	%C	Evaluación
1	2.479	Medianamente rico	1.43782	Muy baja
2	1.742	Medianamente pobre	1.01036	Muy baja
3	1.943	Medio	1.12694	Muy baja
4	2.345	Medio	1.3601	Muy baja
5	15.611	Extremadamente rico	1.05438	Muy baja

Los resultados obtenidos sobre los porcentajes de materia orgánica en San Luis (ver tabla 7) muestran que los hormigueros con mayor porcentaje de materia orgánica son el hormiguero 1 y el hormiguero 5, ambos presentaron una valoración de extremadamente rico y rico respectivamente, lo que concuerda con lo propuesto por Bear (1963), que es resultado de la descomposición de la materia orgánica en el suelo, una característica que presentan a diferencia de suelos minerales, es el desarrollo de materias de color marrón a negro que les da a los suelos su color característico y los distinguen de simples yacimientos minerales. (Ver figura 9 y 10)

Los detritos de los hormigueros 1 y 5, presentan coloración marrón y en ellos se registró alto contenido de materia orgánica en San Luis, a diferencia del resto de residuos que aún presentaban una coloración grisácea y que registran porcentajes bajos de materia orgánica, esto parece ser indicativo de la edad de los hormigueros, pues el 1 y el 5 parecen ser los más viejos de la zona, según la actividad externa de la hormiga.

Sin embargo, todos los detritos expulsados por las hormigas, presentaban fragmentos de hojas, restos vegetales y cuerpos de algunos artrópodos, es probable que con el paso del tiempo y los factores ambientales y la remoción llevada a cabo por la edafofauna, todo este material se descomponga en su totalidad, generando altos porcentajes de materia orgánica.

Frente a los resultados registrados en Melgar (ver tabla 8) los detritos del hormiguero 5, registra un porcentaje extremadamente rico de materia orgánica, al igual que los detritos de San Luis, éste también presenta coloración marrón más intensa que el resto de hormigueros en Melgar. El hormiguero 2, considerado el

más joven según su actividad externa, también presentó la calificación más baja de materia orgánica.

El hecho de que para los hormigueros de San Luis y Melgar (Tolima) se presente esa variabilidad de porcentajes de materia orgánica, se puede explicar desde lo propuesto por Bear (1963) Los suelos pobres con bajos niveles en bases y ácidos, mantienen plantas también pobres en bases y están compuestos en mayor parte por mezclas de materia orgánica difíciles de descomponer; como los organismos que se encuentran son pequeños, son menos capaces de mezclar los restos vegetales con el suelo mineral y dichos residuos permanecen en la superficie durante un largo tiempo. Evento que ocurre en ambas zonas de estudio, pero que se evidencia más en los hormigueros de San Luis (Tolima).

7.2.3 Amonio y Nitrógeno

En las **tablas 9 y 10** se registran los resultados obtenidos sobre amonio intercambiable para determinación de nitrógeno inorgánico en residuos de los hormigueros de San Luis y Melgar (Tolima), se calculan los porcentajes respectivos de amonio y nitrógeno en cada muestra.

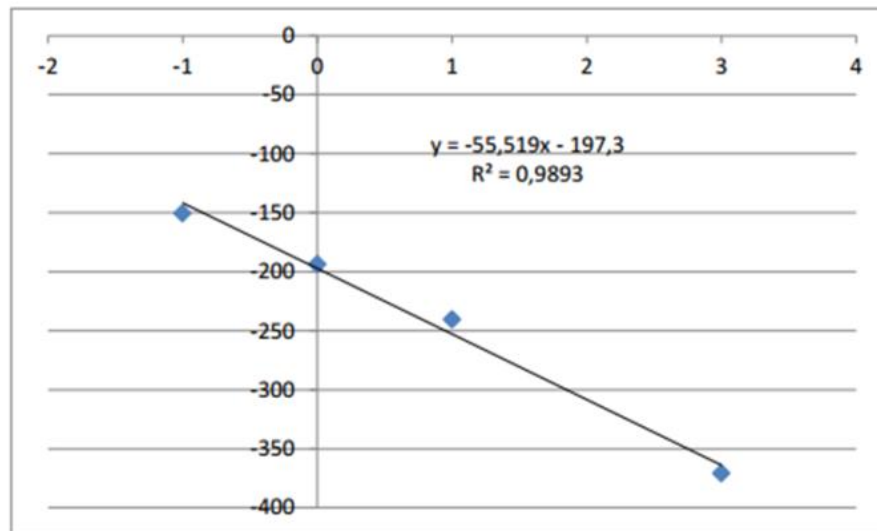
Tabla 9. Porcentaje de amonio y nitrógeno en suelo de hormiga arriera en San Luis (Tolima)

Hormiguero	% de NH ₄	% de N	Factor de Dilución (ml)	Gramos de suelo
1	18.40	14.31	4/25	5
2	39.16	30.45	11/25	5
3	29.88	23.24	7.9/25	5
4	40.44	31.45	10.9/25	5
5	20.98	16.32	6/25	5
6	50.55	39.32	9.5/25	5
7	34.39	26.75	9.5/25	5
8	33.54	26.09	9/25	5
9	22.97	17.87	7.5/25	5
10	19.67	15.29	6/25	5

Tabla 10. Porcentaje de amonio y nitrógeno en suelo de hormiga arriera en Melgar (Tolima)

Hormiguero	% de NH ₄	% de N	Factor de Dilución (ml)	Gramos de suelo
1	22.65	17.61	4.6/25	5
2	39.96	31.08	7.2/25	5
3	19.28	14.99	5/25	5
4	21.95	17.07	7/25	5
5	28.88	22.46	6.2/25	5

Figura 11. Gráfica sobre la curva patrón realizada con 4 estándares (0.1, 1, 100 y 1000 mg NH₄/L)



concentración	log concentración	mV
0,1	-1	-150,6
1	0	-193,75
10	1	-240,5
1000	3	-370,9

Los porcentajes de amonio y nitrógeno obtenidos en los 15 hormigueros en San Luis y Melgar (Tolima) registran alta variabilidad, con porcentajes desde 14.31 hasta 50.55 % esta variabilidad se puede deber en primer lugar a las condiciones ambientales, el pH del suelo y la cantidad de microorganismos que participan en la transformación del amonio y el nitrógeno, dado que en la interacción predador – presa entre protozoarios y bacterias, se libera el nitrógeno en forma de amonio disponible para algunas plantas y otros organismos, siempre y cuando las condiciones y los porcentajes de materia orgánica posibiliten la proliferación de los microorganismos que se abastecen de carbono como fuente primara de energía. Según lo propuesto por Hungria (1997)

7.3 Macrofauna asociada a los hormigueros

En las **tablas 11** y **12** se registra el peso de cada muestra de suelo colectado una vez pasado por 2 cernidores con un tamaño del poro diferente (1.00 mm, 425 um)

Tabla 11. Peso registrado de cada muestra de residuos de hormigueros en San Luis (Tolima)

Hormiguero	Cernidor 1 1.00 mm	Cernidor 2 425 um	Hojarasca
H1	189.641 g	56.360 g	202.840 g
H2	27.800 g	29.577 g	47.916 g
H3	26.088 g	14.461 g	55.668 g
H4	47.741 g	40.927 g	96.628 g
H5	87.093 g	51.653 g	103.737 g
H6	34.254 g	27.691 g	87.611 g
H7	88.216 g	65.277 g	68.739 g
H8	26.923 g	16.075 g	65.012 g
H9	151.407 g	192.929 g	199.246 g
H10	82.047 g	84.929 g	127.009 g

Tabla 12. Peso registrado de cada muestra de residuos de hormigueros en Melgar (Tolima)

Hormiguero	Cernidor 1 1.00 mm	Cernidor 2 425 um
1	251. 567 g	86.259 g
2	277.349 g	84. 911 g
3	138.802 g	213.073 g
4	277. 497 g	47. 844 g
5	246. 439 g	131. 892 g

En las **tablas 13 y 14** se registran los organismos colectados en los residuos de los hormigueros de San Luis y Melgar (Tolima). Se identifica: orden, familia, género y en un caso especie.

Tabla 13. Organismos colectados en residuos de los hormigueros de hormiga arriera (*Atta*) en San Luis (Tolima)

Hormiguero	Phylum	Orden	Familia	Género	Especie	Cantidad
	<i>Artropoda</i>	<i>Coleoptera</i>	<i>Staphylinidae</i>	-	-	7
	<i>Artropoda</i>	<i>Hemiptera</i>	-	-	-	1
	<i>Artropoda</i>	<i>Blattodea</i>	<i>Blaberidae</i>	<i>Archimandrita</i>	-	67
	<i>Artropoda</i>	<i>Neuroptera</i>	<i>Myrmeleontidae</i>	-	-	1
	<i>Artropoda</i>	<i>Himenoptera</i>	<i>Formicidae</i>	<i>Crematogaster</i>	-	7
2	<i>Artropoda</i>	<i>Himenoptera</i>	<i>Formicidae</i>	<i>Odontomachus</i>	<i>O. bauri</i>	8
3	<i>Artropoda</i>	-	-	-	-	-
4	<i>Artropoda</i>	<i>Himenoptera</i>	<i>Formicidae</i>	<i>Odontomachus</i>	<i>O. bauri</i>	5
5	<i>Artropoda</i>	<i>Coleoptera</i>	<i>Estafilinidae</i>	-	-	15
	<i>Artropoda</i>	<i>Coleoptera</i>	<i>Hydrophilidae</i>	-	-	11
	<i>Artropoda</i>	<i>Hemiptera</i>	<i>Naucoridae</i>	-	-	2
	<i>Artropoda</i>	<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	-	-	1
	<i>Artropoda</i>	<i>Acarina</i>	-	-	-	3
	<i>Molusca</i>	<i>Pulmonata</i>	<i>Planorbidae</i>	-	-	1
6	<i>Artropoda</i>	<i>Aranae</i>	-	-	-	1
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	<i>Artropoda</i>	<i>Blattodea</i>	<i>Blaberidae</i>	<i>Archimandrita</i>	-	1
10	<i>Artropoda</i>	<i>Blattodea</i>	<i>Blaberidae</i>	<i>Archimandrita</i>	-	5

Tabla 14. Organismos colectados en residuos de los hormigueros de hormiga arriera (*Atta*) en Melgar (Tolima)

Hormiguero	Orden	Familia	Género	Especie	Cantidad
1	<i>Dermaptera</i>	<i>Ansiolabididae</i>	-	-	7
2	-	-	-	-	-
3	<i>Dermaptera</i>	<i>Ansiolabididae</i>	-	-	2
4	-	-	-	-	-
5	<i>Pseudoscorpionida</i>	-	-	-	1
	<i>Diptera</i>	<i>Phoridae</i>	-	-	1
	<i>Coleoptera</i>	<i>Scarabaeidae</i> (Subfam: <i>Aphodiinae</i>)	-	-	2
	<i>Coleoptero</i>	-	-	-	3

Los organismos colectados (ver tabla 13 y 14) en San Luis y Melgar (Tolima) por su tamaño se clasifican como Mesofauna y Macrofauna.

Macrofauna extraída de las 15 muestras de los hormigueros de San Luis y Melgar (Tolima) fue colectada de la hojarasca utilizando el embudo de Berlese, y la colecta manual utilizando pinzas.

En San Luis se registraron 9 órdenes de los cuales 6 pertenecen a insectos, 2 son arácnidos y el ultimo es un molusco. Así mismo: 9 órdenes, 9 familias, 3 géneros y 1 especie. Con un total de 137 individuos, mientras que en Melgar se registraron 4 órdenes, 3 de insectos y 1 de arácnido. Así mismo: 4 órdenes, 3 familias, 1 subfamilia. Con un total de 17 individuos.

En las tablas 15 y 16 se presentan los índices de riqueza específica, diversidad y equitatividad en cada área de estudio.

Tabla 15. Índices de riqueza, diversidad y equitatividad en 10 hormigueros de San Luis (Tolima)

Hormiguero	Total de individuos	Total de especies	Riqueza específica (D_{mg})	Diversidad (H')	Equitatividad (J')
1	83	5	0,9052	1,3547	0,8417
2	8	1	0	1,1804	0
3	0	0	0	0	0
4	5	1	0	1,1284	0
5	33	6	1,4299	1,4090	0,7863
6	1	1	0	1,0366	0
7	1	1	0	1,0366	0
8	0	0	0	0	0
9	1	1	0	1,0366	0
10	5	1	0	1,1284	0

De acuerdo con los resultados obtenidos con el índice de Margalef (D_{mg}) para hallar la riqueza específica, es evidente que tan solo el hormiguero 1 y el hormiguero 5 registraron valores de 0,90 y 1,42 respectivamente; a pesar de que no son valores altos de biodiversidad, son los únicos que registran mayor número de organismos como de individuos a diferencia del resto de hormigueros de los cuales no se obtuvo índice. Esto confirma que éstos hormigueros son los más viejos de San Luis (Tolima)

En cuanto a los valores del índice de Shannon-Wiener (H'), están relacionados con los índices de Margalef, dado que los hormigueros 1 y 5 registran los valores más altos de diversidad en las 10 muestras, 1,35 y 1,40 respectivamente; si bien no son valores altos de diversidad, si lo son entre los 10 hormigueros.

El índice de Pielou (J') nos indica que la abundancia de especies en el hormiguero 1 y el hormiguero 5, fue similar, dado que ambos índices se aproximan al 1 y se encuentran relacionados directamente con el índice de Shannon-Wiener, para ambos hormigueros que indicaron el mayor índice de diversidad.

Tabla 16. Índices de riqueza, diversidad y equitatividad en 5 hormigueros Melgar (Tolima)

Hormiguero	Total de individuos	Total de especies	Riqueza específica (D_{mg})	Diversidad (H')	Equitatividad (J')
1	7	1	0	1,4410	0
2	0	0	0	0,0000	0
3	2	1	0	1	0
4	1	1	0	1,1814	0
5	7	4	1,5416	1,4410	1

Una vez aplicado el índice de Margalef (D_{mg}), este nos muestra que solamente el hormiguero 5 registró valor, mientras que el resto no registró ningún número. A pesar de que el índice es bajo, se encuentra relacionado con el número de especies e individuos encontrados en éste hormiguero.

El índice de Shannon-Wiener (H'), se encuentra relacionado con el índice de Margalef (D_{mg}), indicando que los hormigueros 1 y 5, registran los índices altos de diversidad en comparación con las otras muestras; así mismo el índice de Pielou (J'), sostiene que el hormiguero 5 al registrar valor de 1, indica que los organismos encontrados, son similares en número.

De los organismos colectados en los 10 hormigueros de San Luis (ver tabla 13) la familia que mayor número registró, fue *Blaberidae*, con un total de 73 individuos registrados en los hormigueros 1, 9 y 10, seguido de las familias, *Staphylinidae*; con un total de 27 individuos registrados en los hormigueros 1 y 5; *Formicidae* (género *Odontomachus*) con 13 individuos registrados en los hormigueros 3 y 4; *Hydrophilidae* con 11 individuos y nuevamente *Formicidae* (género *Crematogaster*) con un total de 7 individuos, el resto de familias corresponden a hemípteros, neurópteros, dípteros, arácnidos, y moluscos.

La familia *Blaberidae*, se localiza en los residuos de la hormiga arriera, dado que es un grupo de cucarachas tropicales en su mayoría de color pardo que se alimentan de material orgánica en descomposición. Se pueden encontrar en montículos de hojarasca y madera descompuesta. (Navarrete, et al, 2008: 58)

La familia *Staphylinidae*, perteneciente al orden Coleóptera, presenta gran riqueza de especies. Estos insectos ocupan la mayoría de microhábitas terrestres como hojarasca, troncos en descomposición, excrementos y se asocian a nidos de otros animales. Son de hábitos depredadores y saprófagos en sentido amplio. El hecho de encontrar insectos de ésta familia en hormigueros del género *Atta*, está en

concordancia con la investigación realizada por Márquez y Navarrete (1994) sobre especies de *Staphylinidae* asociados a hormigas del género *Atta* en México; además de poderse explicar dicha asociación según lo dicho por (Hölldobler y Wilson, 1990) y (Akre y Rettenmeyer, 1968) citado por (García et al, 2001:02) estas relaciones involucran adaptaciones de naturaleza trófica y química.

La familia *Formicidae* (Género: *Odontomachus*) nidifican principalmente en el suelo, bajo rocas o madera descompuesta; en los bosques bajo la hojarasca, formaciones húmicas, acumulación de hojas y detritos. Se alimentan de otros artrópodos o sus larvas. Se les asocia con la remoción de semillas para alimentar a sus inmaduros, esto beneficia las plantas aumentando la posibilidad de germinar y colonizar nuevos espacios (Jiménez, 2008:116). Lo anterior da cuenta del por qué estas hormigas se localizan en detritos del género *Atta*.

La familia *Hydrophilidae*, posee hábitos acuáticos y semiacuáticos. Los adultos son detritívoros, fitófagos y necrófagos, y con un nado poco activo. La mayoría se desplazan sobre sustratos vegetales o sustratos inertes en zonas riparias; estos están asociados a sedimentos a la orilla de cuerpos de agua. (Arce, 2011: 491) lo anterior se sustenta bajo el hecho de que ésta familia de coleópteros fue colectada en residuos de hormiga arriera que se encontraban a la orilla de la quebrada Calzón, en San Luis (Tolima).

La familia *Formicidae* (Género: *Crematogaster*) nidifican en cavidades de rocas, en madera descompuesta, y corteza. Se alimentan de sustancias azucaradas y recolectan materiales sólidos con amplia fuente proteica (Soria, 1994: 637). Lo anterior justifica el por qué fueron colectadas éstas hormigas en los detritos de la hormiga arriera, dado que fueron encontradas sobre un cuerpo muerto de una princesa (*Atta*) del hormiguero 1, que fue expulsada por las obreras en los detritos; como anteriormente se mencionó, buscan fuentes sólidas de proteína.

De los organismos colectados en los 5 hormigueros de Melgar (ver tabla 14) la familia que mayor número registró fue *Anisolabididae*, con un total de 7 individuos, seguido por una larva de coleóptero que no se logró identificar con 3 individuos; la familia *Scarabaeidae* (Subfamilia: *Aphodiinidae*) 2 individuos, seguido por 1 individuo de la familia *Phoridae* y finalmente 1 pseudoscorpionida.

La familia *Anisolabididae* carece de alas delanteras, posee apéndices (cercos) en forma de tenaza y glándulas que expelen un olor alquitranado. Se alimentan de materia orgánica muerta, hongos, polen, vegetales y de otros insectos. (Zim, 1993: 33). Por tal razón fue la familia que registró mayor número de individuos asociados a detritos de hormiga arriera.

La familia *Scarabaeidae* (Subfamilia: *Aphodiinidae*) se alimentan de materia orgánica descompuesta, excrementos, material vegetal en descomposición, raíces y hongos. Se les encuentra dentro de hormigueros o dentro de la basura de hormigas zompopas (Solís, sf). Las hormigas zompopas son las mismas arrieras acá en Colombia, por tal razón ésta familia se asocia a los residuos producidos por las hormigas, pues le suministra una fuente alimenticia y albergue.

La familia *Phoridae* se siente atraída por los detritos generados por hormigas cortadoras de hojas, tanto afuera como adentro de los hormigueros; este es un material rico en materia orgánica que resulta llamativo como alimento o sustrato de ovoposición, puesto que algunos fóridos como son catalogados los miembros de esta familia, parasitan sobre los cuerpos de las hormigas arrieras o en su defecto utilizan un ovopositor que penetra el tegumento del insecto. (Uribe, 2013: 22) lo anterior respalda lo planteado por (Uribe 2013) dado que se encontró un fórido en el hormiguero 5, en Melgar (Tolima).

El orden *Pseudoscorpionida* son un grupo de arácnidos que viven en cuevas, troncos caídos, musgos, hojarasca y sobre otros animales que los transportan, son de importancia ecológica por ser parte de la cadena alimenticia como presas y depredadores de otros artrópodos. Se alimentan de insectos pequeños como ácaros y se pueden transportar sobre hormigas. (Silva, 2010: 5). (Ver anexo 3)

La relación entre los factores químicos y la biota asociada a los detritos de hormigas del género (*Atta*), (Anexo 4) se evidencia fuertemente en los hormigueros 1 y 5 de San Luis (Tolima), quienes presentan altos porcentajes de materia orgánica; a pesar de registrar menor porcentaje de carbono porque según lo propuesto por Hungria (1997) los residuos sobre la superficie del suelo generan un ciclo del carbono más lento debido a que están expuestos a menos microorganismos y entonces estos decaen más lentamente dando lugar a la producción de humus que es más estable y libera menos dióxido de carbono a la atmósfera.

Cabe destacar que los porcentajes altos de materia orgánica, generaron mayor proliferación de biota animal, quienes dependen directamente de dicha materia orgánica como fuente alimenticia, vivienda y refugio.

Un claro ejemplo es la presencia de familias de coleópteros como *Scarabeidae* y *Staphylinidae* que según Arango (2004) Ayudan a degradar la materia orgánica cumpliendo funciones de descomposición y transformadores de desechos orgánicos sólidos.

Frente a los porcentajes de amonio y nitrógeno como se dijo con anterioridad, dependen en gran parte de las interacciones entre microorganismos generadores

de amonio y nitrógeno y si las condiciones son óptimas. Para los hormigueros 1 y 5 que registraron mayor porcentaje de materia orgánica, el porcentaje de amonio y nitrógeno fue menor en relación al resto de hormigueros; es posible que se deba a que como las condiciones tanto de pH, como temperatura del suelo no muy alto, como de porcentajes altos de materia orgánica, permitan mayor cantidad de microorganismos que asimilan más rápido el amonio y lo transforman en nitrógeno aprovechado por plantas y otros organismos; por ejemplo el hormiguero 6 fue el que mayor porcentaje de amonio y nitrógeno registro, pero un porcentaje medio de materia orgánica, con tan solo 1 organismo asociado a estos detritos.

Por el contrario los hormigueros 1 y 5 registraron la mayor cantidad de biota animal asociada a detritos de hormiga arriera que presentan porcentajes altos de materia orgánica y pH básicos o alcalinos.

Los resultados obtenidos en los detritos de Melgar (Tolima) registran que tan solo el hormiguero 5, registra un alto contenido de materia orgánica y entra en correspondencia con que a mayor porcentaje de materia orgánica, mayor biota animal asociada a ésta; también se presenta el caso de porcentajes relativamente bajos de amonio y nitrógeno, posiblemente por abundante proliferación de microorganismos que asimilan más rápidamente el amonio y el nitrógeno. Si bien la diferencia en cuanto a cantidad de biota animal, es notoria en relación a San Luis (Tolima) cabe aclarar que los hormigueros de Melgar, se encuentran ubicados al interior del centro vacacional Cafam Melgar y por cuestiones turísticas y el alto flujo de personas que ingresan al centro vacacional, es evidente que realizan fumigaciones que reducen las comunidades de insectos que habitan en el área.

Es necesario resaltar que la apertura constante de canales en el suelo, la remoción y enterrado de materia orgánica y la concentración de nutrientes en los cúmulos de las hormigas, es mayor que en el terreno circundante y entra en concordancia con lo propuesto por Hungria (1997).

De esta manera el trabajo realizado por hormigas arrieras del género (*Atta*) le aporta significativamente al ecosistema, ya que aparte de mejorar la entrada de oxígeno al suelo por medio de sus túneles, genera materia orgánica en suelos pobres en materia orgánica, y permite la proliferación y crecimiento de organismos que hacen parte de los procesos de transformación del suelo, en conjunto con los procesos biogeoquímicos, influyendo en la disponibilidad de nutrientes y la movilidad de estos en los perfiles del suelo.

Lo anterior apoya lo propuesto por Anna (2011) cuando asegura que los hormigueros activos y en especial los inactivos, permiten sucesión vegetal por sus

altos niveles de nutrientes, luego de la construcción del hormiguero, la extracción de material del mismo y la acumulación de restos vegetales.

Tabla 17. Correlación entre los resultados de las pruebas físico-químicas y el número de individuos colectados en San Luis y Melgar (Tolima)

	pH	% de NH4	% de N	% de M.O	% de C
Hormigueros de San Luis	0,42	-1	-0,49	0,68	0,65
Hormigueros de Melgar	-0,68	-0,27	-0,27	0,63	0,56

El pH de San Luis (Tolima) presentó una correlación media positiva (0,49), mientras que para Melgar (Tolima) se presenta una media alta correlación negativa (-0,68); parece ser que cuando la acidez del suelo aumenta, la cantidad de individuos disminuye, caso que ocurre en Melgar (Tolima) que registra pocos individuos y suelos ácidos; por el contrario, San Luis (Tolima) con suelos básicos registran mayor número de individuos, es posible que suelos básicos sean óptimos para los organismos del suelo.

El amonio en San Luis (Tolima) presenta alta correlación negativa (-1), indicando que los bajos niveles de amonio se relacionan con mayor cantidad de individuos, y se asocia con el índice de materia orgánica que es medio alto positivo (0,68), pues como se explicó con anterioridad, los porcentajes altos de materia orgánica, incrementan el número de microorganismos que asimilan con mayor velocidad el amonio; para el caso de Melgar (Tolima) presenta correlación baja (-0,27), se puede deber a las condiciones que presenta la zona estudiada, pues al estar ubicados al interior de un centro vacacional, con seguridad se realizan constantes fumigaciones, lo que reduce drásticamente los organismos y microorganismos del suelo, que asimilan el nitrógeno (correlación de -0,27, baja negativa)

Los índices de materia orgánica presentan correlación media alta positiva (0,68 y 0,63), esto comprueba nuevamente que a mayores porcentajes de materia orgánica, mayor es la cantidad de organismos.

Pasa igual con respecto a los resultados de carbono (0,65 y 0,56), altos porcentajes de carbono, incrementan el número de individuos, igualmente relacionado con altos índices de materia orgánica.

8. CONCLUSIONES

- La actividad de forrajeo e ingreso de material a los hormigueros tiene influencia directa por la temperatura, mientras que la humedad relativa parece no afectar las actividades realizadas por las hormigas.
- Las altas temperaturas parecen favorecer la actividad de forrajeo.
- La mayoría de organismos fueron colectados de la hojarasca presente en los detritos de hormiga arriera del género (*Atta*)
- Los efectos antrópicos reducen la biota animal del suelo, reduciendo los procesos efectuados en la formación de suelos ricos de materia orgánica
- Los órdenes *Blattodea*, *Coleóptera*, registraron el mayor número de individuos asociados a detritos de hormiga arriera del género (*Atta*)
- San Luis (Tolima) presentó un pH de suelo básico característico de suelos áridos con poca vegetación, por el contrario Melgar (Tolima) presenta suelo ácido, producto de los efectos antrópicos.
- La cantidad de materia orgánica está relacionada con el tiempo que llevan establecidos los hormigueros, puesto que cuando los hormigueros llevan años creciendo, defoliando y expulsando material, logran reunir nutrientes que con ayuda del ambiente y otros organismos se descompone aportándole al suelo materia orgánica necesaria para el crecimiento de plantas y otros organismos
- La cantidad de amonio y nitrógeno se ve influenciado por la actividad de microorganismos, la relación del ambiente, y los porcentajes de materia orgánica
- El trabajo de grado logró integrar varias disciplinas (biología, química, estadística) importantes en la formación como futuro licenciado en Biología.
- El uso de cortometrajes y herramientas visuales, posibilitan divulgar de manera didáctica y sencilla, temáticas en torno a problemas tanto en la biología como en la escuela.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía Municipal San Luis Tolima. (2008-2011). Plan de desarrollo “seguimos mereciendo un Guamo Mejor”. República de Colombia, Departamento del Tolima.
- Anna, H. (2011). Los factores ambientales en relación con la hormiga arriera (*Atta sexdens*) en el sur del trapecio amazónico, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Arango, G. Vásquez, E. (2004). Los coleópteros y el compost. Revista Lasallista de Investigación, ISS: 1794-4449.
- Arce, R. Morón, M. (2011). Sinopsis de los Hydrophiloidea de México (Coleoptera: Hydrophilidae, Helophoridae, Epimetopidae, Georissidae e Hydrochidae), con una clave para la identificación de los géneros. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 491-514, 2011.
- Barrientos, Z. (2003). Zoología General. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica.
- Bear, F. (1963). Química del Suelo. Ediciones Interciencia. Madrid, España.
- Benavides, M. Morales, C. Díaz, G. (1998). Manejo Integrado de la Hormiga Arriera. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Colombiano Agropecuario. Editorial. Produmedios, calidad editorial audiovisual agropecuaria. Bogotá. Colombia.
- Büchner, L. Romanes, G. (2007). La inteligencia de las hormigas: observaciones de comportamiento en tiempos de Darwin. Editorial VISION NET. Madrid España.
- Cano, A. (sf). Manual de prácticas de la materia de edafología. Gobierno del Estado. Chiapas, México.
- Cantoni, N. (2010). Reciclado. Una solución al problema de la basura. Editorial Albatros Saci. Buenos Aires, Argentina.
- Capra, F. (1998). La trama de la vida, una nueva perspectiva de los sistemas vivos. Editorial ANAGRAMA. Barcelona, España.
- Casanova, E. (2005). Introducción a la Ciencia del Suelo. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas, Venezuela.

- Cooper, P. Dancyger, K. (1998), El Guion de Cortometraje. RTVE. Madrid, España.
- Córdova, H. (2002). Naturaleza y sociedad: una introducción a la geografía. Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú.
- Cortés, F. León, T. (2003). MODELO CONCEPTUAL DEL PAPEL ECOLÓGICO DE LA HORMIGA ARRIERA (*Atta laevigata*) EN LOS ECOSISTEMAS DE SABANA ESTACIONAL (VICHADA, COLOMBIA). *Caldasia* 25(2) 2003: 403-417.
- Estrada, J. Ramos, A. (2000). Biología y Manejo de las Hormigas Cortadoras o Arrieras. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Colombiano Agropecuario. Comité Departamental de Cafeteros del Valle del Cauca. Santiago de Cali, Colombia.
- Fernández, F. M.J. Sharkey. (2006). Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Editor Sociedad Colombiana de Entomología. Colombia.
- Fernández, L. Rojas, N. Roldán, T. Ramírez, M. Zegarra, Hernández, R. Reyes, R. Hernández, D. Arce, J. (2006). Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados. Instituto Mexicano del Petróleo. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.
- García, R. Armbrecht, I. Ulloa, P. (2001). *Staphylinidae* (Coleóptera): composición y mirmecofilia en bosques secos relictuales de Colombia. *Universidad del Valle. Folia Entomol. Mex.* 40(1):1-10 (2001).
- Gliessman, S. (2002). Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Editorial CATIE. Costa Rica.
- Herrera, M. Valenciaga, N. (2011). Peculiaridades de las bibijaguas (*Attini*: *Acromyrmex* y *Atta*) que hacen difícil su control. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, vol. 45, num. 3, 2011, pp. 217 – 225. Instituto de ciencias animal, cuba.
- Hungria, M. (1997). Importância do sistema de semeadura directa na população microbiana do solo. EMBRAPA-CNPSo, Londrina, Brazil.
- Instituto Alexander von Humboldt. (1998). El bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia. Programa de inventario de la biodiversidad. Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1995). Suelos de Colombia, origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Santa fe de Bogotá, Colombia.
- Jaffe, K. (1993). El mundo de las hormigas. Editorial equinoccio ediciones de la Universidad Simón Bolívar. Valle de sartenejas, Venezuela.
- Jiménez, E.; Fernández, F.; Arias, T.M.; Lozano-Zambrano, F. H. (eds.) 2008. Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D. C., Colombia.
- Konigsberg, I. (2004). Diccionario técnico Akal de cine. Editorial AKAL. Madrid, España.
- Margulis, L. (2002). Una revolución en la evolución. Editorial Universitat de Valencia. Valencia, España.
- Márquez, L. Navarrete, J. (1994). Especies de *Staphylinidae* (insecta: coleóptera) asociadas a detritos de *Atta Mexicana* (F. Smith) (Hymenoptera: Formicidae) en dos localidades de Morelos, México. UNAM. Folia Entomol. Mex. 31-46 (1994).
- Medina, S. (1977). Manual de Procedimientos para coleccionar, preservar y montar insectos y otros artrópodos. Universidad de Puerto Rico, recinto de Mayagüez. Río piedras, Puerto Rico.
- Mera, S. (2011). Análisis del manejo y percepción del impacto de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*) sobre habitantes del corregimiento de Pance, Valle del Cauca, Colombia. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali, Colombia.
- Montoya, L. Chacón, P. Manzano, M. (2006). Caracterización de nidos de la Hormiga Arriera *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) en Cali (Colombia). Rev. Colomb. Entomol. vol.32 no.2 Bogotá July/Dec. 2006.
- Navarrete, et al. (2008). Guía de Artrópodos de Arcediano. Comisión Estatal del Agua. Jalisco, México.
- Pérez, F. Sicard, T. (2003). Modelo conceptual del papel ecológico de la hormiga arriera (*Atta laevigata*) en los ecosistemas de sabana estacional (vichada, Colombia). Caldasia 25 (2) 2003: 403 – 417. Colombia.

- Premios Nacionales de Cortometrajes de Educación Vial. Guía rápida para hacer un cortometraje. [En línea]. Disponible en la web: <https://www.premioseducacionvial.com/ia/guia/logo-nuevo.pdf>
- Primack, R. (2010). Fundamentos de biología de la conservación. Editorial Sinauer Associates, Incorporated. Sunderland, Massachusetts. Estados Unidos.
- Rodríguez, J. Calle, Z. Montoya, J. (2008). Herbivoría de *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) sobre tres sustratos vegetales. Rev. Colomb. Entomol. vol.34 no.2 Bogotá July/Dec. 2008
- Salas, G. (1987). Suelos y ecosistemas forestales: con énfasis en América tropical. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica.
- Santos, M. (2006). La escuela que aprende. Ediciones MORATA. Madrid, España.
- Sierra, C. (1997). INFLUENCIA DE ALGUNOS FACTORES AMBIENTALES SOBRE LAS ACTIVIDADES DE FORRAJEO DE LA HORMIGA ARRIERA *Atta laevigata* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae). Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.
- Silva, M. Adabache, A. Gómez, R. (2010). Introducción al conocimiento de los Pseudoescorpiones del estado de Aguascalientes. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Número 50 (5-9) Septiembre- Diciembre 2010.
- Solís, A. (sf). La Superfamilia *Scarabaeoidea* de Costa Rica. Disponible en la web: <http://www.inbio.ac.cr/papers/lameli/index.html>
- Soria, F. Villagran, M. Ocete, E. (1994). Estudio del comportamiento alimentario de *Crematogaster scutellaris* Oliv. (Hym. Formicidae) en tres alcornoques del SW español. Bol. San. Veg. Plagas, 20: 637-642, 1994.
- Soriano, S. (2009). Con cortos y sin cortes. Una propuesta didáctica para el uso del cortometraje en la clase ELE. Departamento De Lenguas Aplicadas Universidad Antonio De Nebrija. Revista de didáctica ELE / ISSN 1885-2211 / núm. 10, 2010
- Suárez, E. (2007). Variedad infinita: ciencia y representación, un enfoque histórico y filosófico. LIMUSA Noriega Editores. México.

- Uribe, S. (2013). FÓRIDOS (Díptera: Phoridae) ASOCIADOS AL HÁBITAT DE HORMIGAS CORTADORAS DE HOJAS (*Atta cephalotes* y *Acromyrmex octospinosus*) Y SUS PATRONES DE LOCALIZACIÓN EN UN BOSQUE SECO TROPICAL ANDINO. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.
- Valenzuela, J. Quiroz, L. Martínez, D. (2008). Hormigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). Instituto de Ecología A.C. INTECOL. México.
- Zim, H. Cottam, C. (1993). Insectos. Editorial Trillas. México, D.F.

ANEXOS

Anexo 1: Pruebas físico-químicas

Determinación de pH

Método

Fundamento El método potenciométrico o electroquímico para medir pH de un suelo es el más utilizado. Con este método se mide el potencial de un electrodo sensitivo a los iones H^+ (electrodo de vidrio) presentes en una solución problema; se usa como referencia un electrodo cuya solución problema no se modifica cuando cambia la concentración de los iones por medir, que es generalmente un electrodo de calomelano o de $Ag/AgCl$

Material y equipo

- Muestra de suelo.
- Balanza analítica.
- Vasos de precipitado de 25 ml.
- Pipeta de 10 ml.
- Piceta con agua destilada.
- Potenciómetro.
- Agua destilada.
- Solución amortiguadora de pH 7 y 4.
- Agitadores magnéticos.

Procedimiento

- 1) Pesar 1 g de suelo y colocarlo en un vaso de precipitado de 25 ml.
- 2) Agregar 10 ml de agua destilada.
- 3) Agitar y dejar reposar 10 minutos.
- 4) Ajustar el potenciómetro con las soluciones amortiguadoras.
- 5) Pasados los 10 minutos, medir el pH con el potenciómetro.

Los resultados obtenidos una vez aplicado el protocolo para determinar pH de cada muestra de suelo fueron evaluados según (NOM-021-RECNAT-2000). Citado por (Fernández et. al, 2006:21). Criterios de evaluación de un suelo con respecto a su pH.

Determinación porcentaje de materia orgánica y carbono

Los contenidos de materia orgánica, fueron evaluados con los criterios de (Landon, 1984) citado por (Cano, sf: 55). Con respecto al contenido de materia orgánica, mientras que la clasificación de la materia orgánica fue evaluada de acuerdo con los criterios dados por (Velasco, 1983) citado por (Cano, sf: 55).

Materiales

- 1 Balanza analítica.
- 1 Pipeta graduada de 10ml.
- 2 Pipeta graduada de 5ml.
- 3 Pipeta graduada de 1ml.
- 3 Probeta graduada de 100ml.
- 2 Equipo de titulación
- 4 Matraz Erlenmeyer de 250ml.
- 1 Gotero
- 1 Pro pipeta
- 1 Probeta graduada de 500ml.
- 1 Espátula de 15cm.
- 1 Vaso de precipitados de 1000ml.
- 1 Piseta con agua destilada 1000ml.

Reactivos

- Dicromato de potasio.
- Ácido sulfúrico al 96% (H_2SO_4).
- Ácido fosfórico al 85%.
- Fluoruro de sodio
- Sulfato ferroso heptahidratado ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$).
- Difenilamina.
- Agua destilada.
- Hielo.

Método de trabajo

- 1) En la balanza analítica pesar 1.0 grs. De suelo.
- 2) Este suelo ponerlo en un matraz Erlenmeyer de 250ml.

- 3) Agregar 5ml. De dicromato de potasio 1N y 10ml. De H₂SO₄ concentrado (adicionar lentamente resbalando el ácido por la pared del matraz).
- 4) Dejar reposar por 30 minutos para que la oxidación de la materia orgánica se verifique.
- 5) Pasado el tiempo, agregar 100ml. De agua destilada y 5ml. De ácido fosforito al 85%.
- 6) Agregar 0.1grs de fluoruro de sodio y también agregar 0.5ml. de difenilamina como indicador.
- 7) Agitar en giros suaves hasta que la muestra adquiera una tonalidad de color negro.
- 8) Se titula con el sulfato ferroso (en la titulación se empieza con un color café, el cual va cambiando a violeta y en el momento del vire cambia a azul y después a un cambio brusco a verde esmeralda con tonalidades que dependen del tipo y color del suelo. 9) Anotar los mililitros del sulfato ferroso gastados y empezar con la conversión de los datos para determinar la cantidad de materia orgánica.

Es importante preparar un blanco, el cual va a servir para calcular la cantidad de materia orgánica total en el suelo y con el fin de determinar el punto de vire final.

Determinación de Amonio intercambiable

Determinación de amonio intercambiable en suelo por extracción con cloruro de potasio (KCl 1M) y determinación por electrodo de ión selectivo.

Material y equipo

- Estufa.
- Mortero.
- Balanza.
- Centrífuga.
- Potenciómetro con electrodo ión selectivo.
- Tubos Falcon para centrífuga o equivalente.
- Vórtex.
- Pipetas.
- Matraces volumétricos.

Reactivos y soluciones

- Cloruro de potasio (KCl) 1M. Solución extractora. Pesar 74.56 g de KCl disolver en agua destilada y aforar a volumen de 1 L.
- Hidróxido de sodio (NaOH) 10N. Disolver 400 g de NaOH en agua. Enfriar y diluir a 1 L.
- Solución patrón. 1 000 mg NH₄/L. Secar NH₄Cl por una hora a 100°C. Pesar 3.027 g, disolver en agua y diluir a 1 L.

Procedimiento

A. Extracción.

- 1) Secar el suelo a temperatura ambiente (25-30°C) y moler en un mortero.
- 2) Pesar 10 g del suelo molido, colocarlos en un tubo (Falcón para centrífuga o equivalente); posteriormente, agregar gradualmente 30 ml de KCl 1M, mezclando intensamente en vórtex durante un minuto. Centrifugar a 8 000 rpm por 10 minutos y recuperar el sobrenadante. Aproximadamente 25 ml serán utilizados para el análisis del amonio.

B. Cuantificación.

- 1) Tomar 25 ml del sobrenadante de la extracción, adicionar 0.45 ml de NaOH 10N; bajo agitación llevar a cabo la medición de mV mediante electrodo de ión selectivo para amonio. Calcular de la curva estándar (de elaboración reciente) la concentración mg NH₄/L.

Curva patrón.

Preparar por lo menos tres estándares según rango de concentración esperada en muestras. Es importante preparar siempre estándares nuevos. Deberán prepararse estándares entre 0.1 a 100 mg NH₄/L en un volumen de por lo menos 25 ml, usando la solución patrón 1 000 mg NH₄/L y como medio de disolución KCl 1M. Para estándares de 1, 10 y 100 mg NH₄/L medir 0.05, 0.5 y 5 ml de solución patrón y aforar a 50 ml con KCl 1M. Al igual que las muestras, medir la diferencia de potencial en milivolts (mV). Construir gráfica semilogarítmica. Poner en el eje (x) logarítmico la concentración NH₄/L y en el eje lineal (y) el potencial del electrodo.

Cálculos

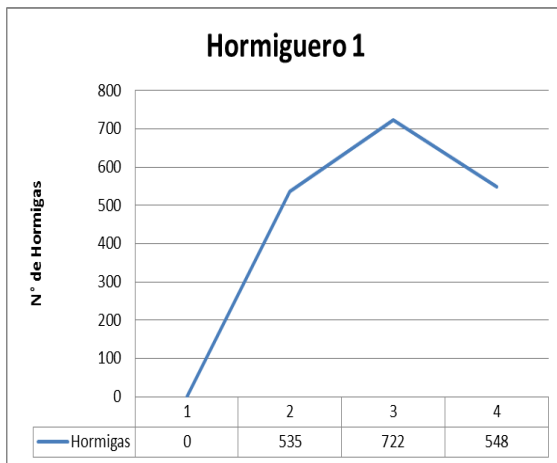
Para convertir el resultado a concentración en peso (mg NH₄/kg suelo), en este caso se utiliza la siguiente relación. Además es necesario corregir con la humedad

$$\text{mg NH}_4/\text{kg suelo} = \text{mg NH}_4/\text{L} * 3.)$$

Interpretación

En la tabla se proporciona la clasificación de fertilidad de suelos por el contenido de nitrógeno inorgánico (nitrato y amonio). Teniendo en cuenta la Clasificación de fertilidad de suelos en función del nitrógeno inorgánico (NOM-021-RECNAT-2000). Citado por (Fernández et. Al, 2006: 43)

Anexo 2: Relación entre las variables registradas y el flujo de hormigas



Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos.

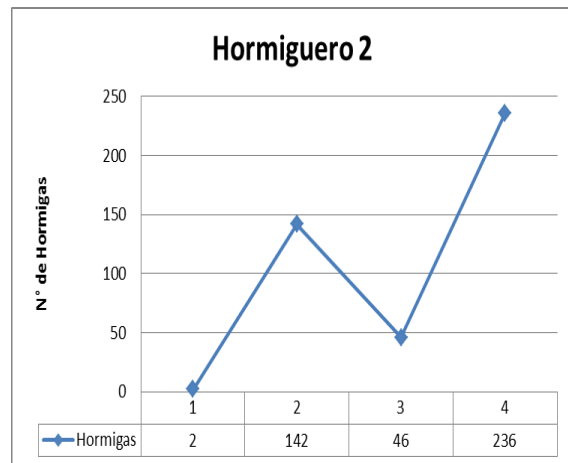
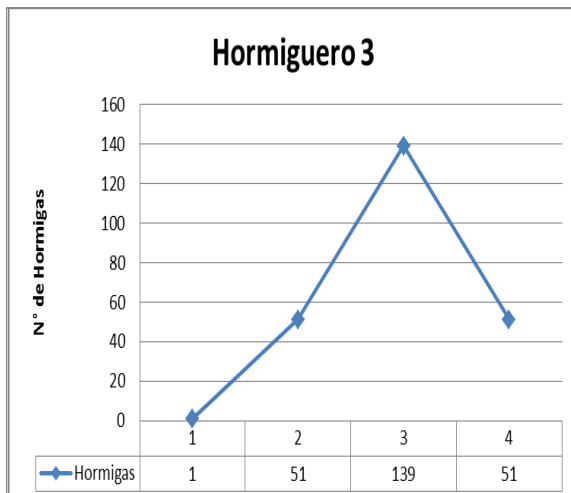
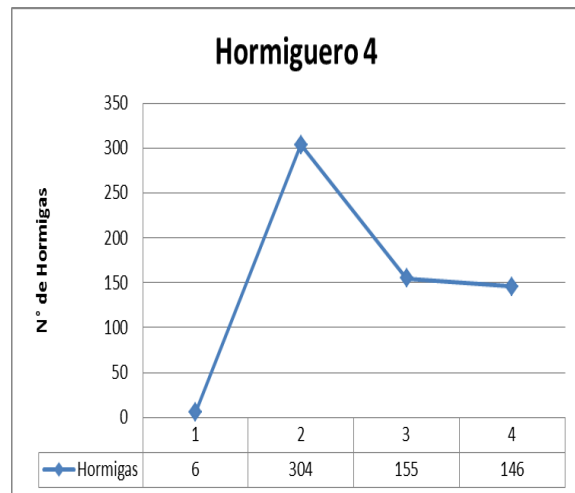


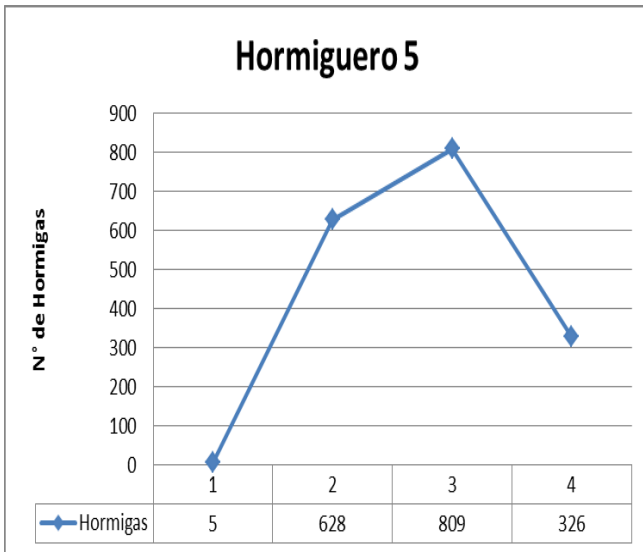
Figura 22. Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos.



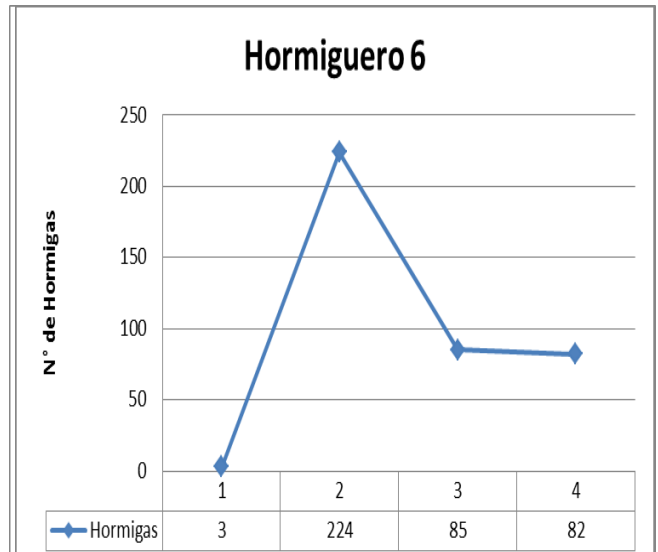
Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos.



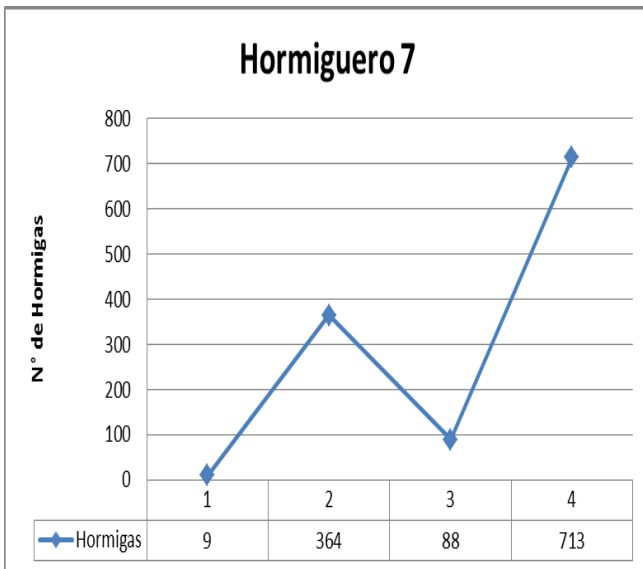
Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos.



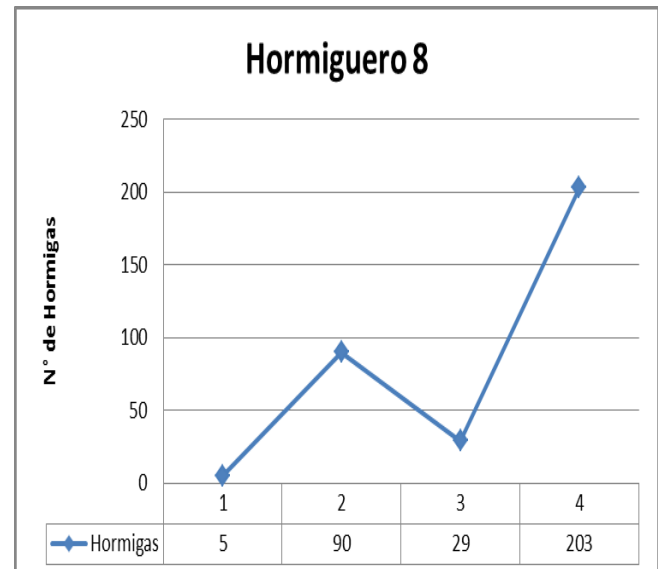
Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos. San Luis (Tolima). 2013



Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos. San Luis (Tolima) 2013

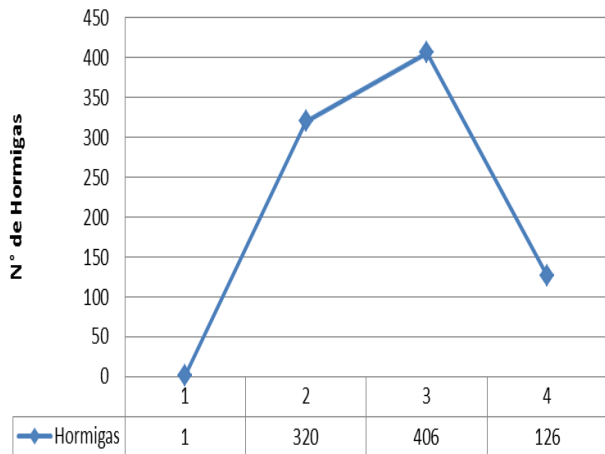


Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos. San Luis (Tolima). 2013



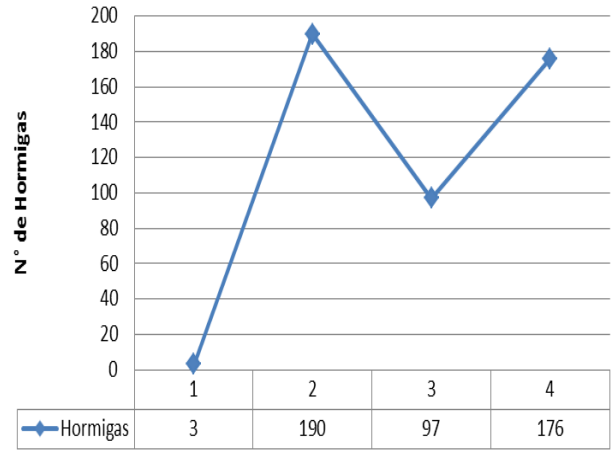
Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos. San Luis (Tolima). 2013

Hormiguero 9



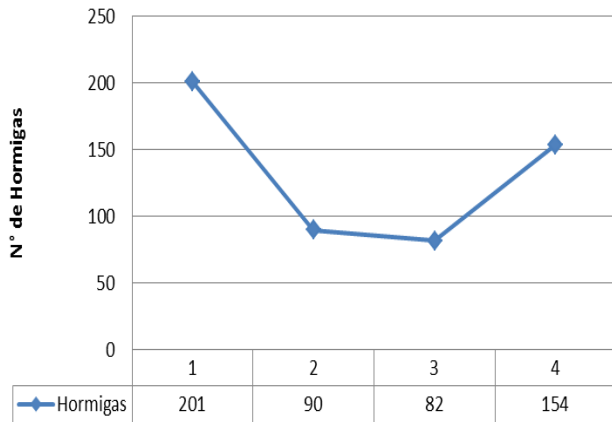
Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos. San Luis (Tolima) 2013

Hormiguero 10



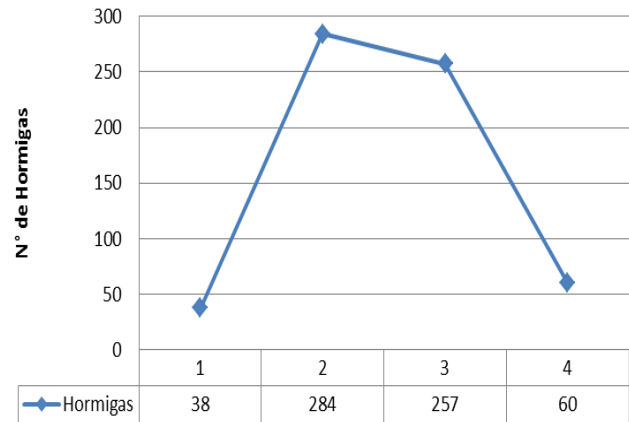
Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos. San Luis (Tolima). 2013

Hormiguero 1



Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos. Melgar (Tolima). 2014

Hormiguero 2



Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos. Melgar (Tolima). 2014

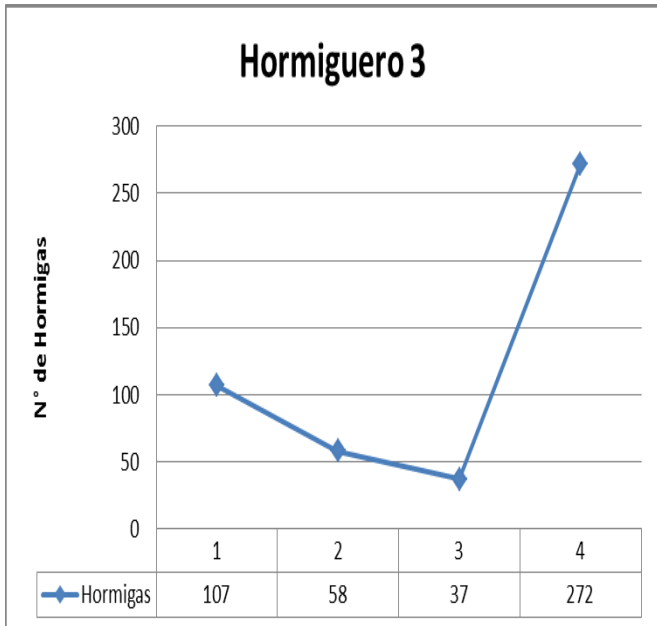


Figura 33. Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos. Melgar (Tolima). 2014

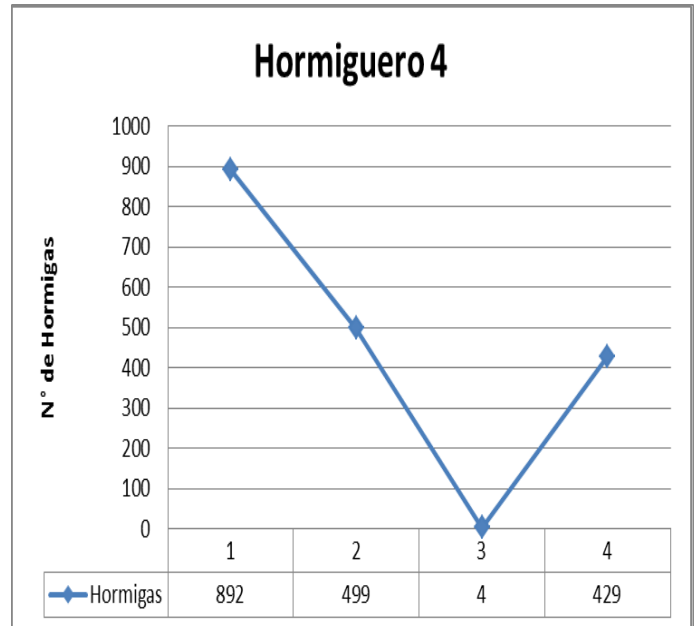


Figura 34. Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos. Melgar (Tolima). 2014

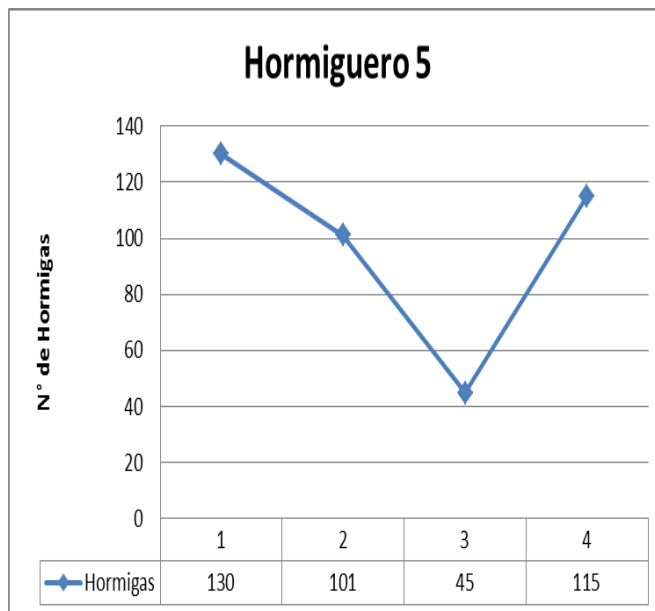
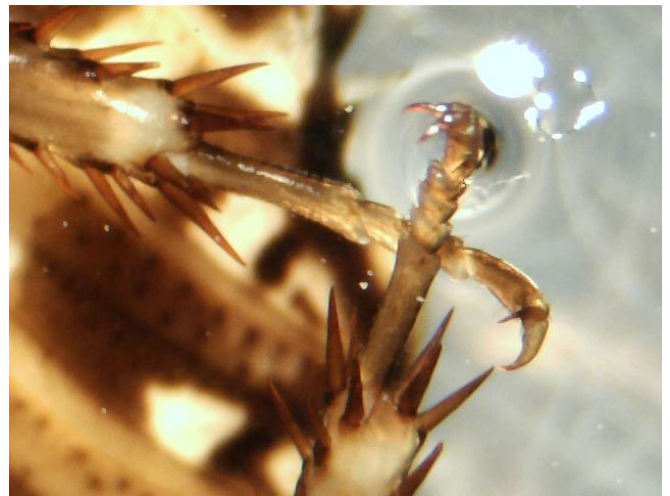


Figura 35. Actividad expresada en función del número de hormigas que salen con material, salen sin material, entran con material y entran sin material en un periodo de 10 minutos. Melgar (Tolima). 2014

Anexo 3: Fotografías de la Biota Animal Asociada a Detritos Producidos por Hormigas del Género *Atta* en San Luis y Melgar (Tolima)



Palpos y patas de la familia *Blaberidae*, del orden Blattodea, encontrado en San Luis (Tolima). Foto tomada por Fabián Bautista. 2013.



Familia *Estafilinidae*, del orden Coleóptera, encontrado en San Luis (Tolima). Foto tomada por Fabián Bautista. 2013.



Familia *Myrmeleontidae*, del orden *Neuróptera*, (mandíbulas y pata) encontrado en San Luis (Tolima). Foto tomada por Fabián Bautista. 2013.



Familia *Formicidae*, del género *Crematogaster*, encontrado en San Luis (Tolima). Foto tomada por Fabián Bautista. 2013.



Hemíptero, encontrado en San Luis (Tolima). Foto tomada por Fabián Bautista. 2013.



Hydrophilidae, encontrado en San Luis (Tolima). Foto tomada por Fabián Bautista. 2013.



Ácaro, encontrado en San Luis (Tolima). Foto tomada por Fabián Bautista. 2013.



Hemíptero, encontrado en San Luis (Tolima). Foto tomada por Fabián Bautista. 2013.



Odontomachus bauri, encontrado en San Luis (Tolima). Foto tomada por Fabián Bautista. 2013.



Araña, encontrada en San Luis (Tolima). Foto tomada por Fabián Bautista. 2013.



Dermáptero, encontrado en Melgar (Tolima). Foto tomada por Fabián Bautista. 2014.



Scarabaeidae, encontrado en Melgar (Tolima). Foto tomada por Fabián Bautista. 2014.



Pseudoscorpionida, encontrado en Melgar (Tolima). Foto tomada por Fabián Bautista. 2014.



Diptero de la familia *Phoridae*, encontrado en Melgar (Tolima). Foto tomada por Fabián Bautista. 2014.

Anexo 4. Pruebas químicas y biota asociada detritos

Resultados de las pruebas químicas aplicadas a detritos de hormigas del género (*Atta*) en San Luis (Tolima) además de las familias de organismos encontradas y el número de individuos.

Hormiguero	pH	% de NH ₄	% de N	% de M.O total	Evaluación	% de Carbono	Evaluación	Orden	Familia	Cantidad
1	7.90	18.40	14.31	4.288	Ext. Rico	2.48704	Baja	<i>Coleóptera</i>	<i>Estafilinidae</i>	7
								<i>Hemiptera</i>	-	1
								<i>Blattodea</i>	<i>Blaberidae</i>	67
2	8.36	39.16	30.45	1.608	Med. Pobre	0.93264	Muy baja	<i>Neuróptera</i>	<i>Myrmeleontidae</i>	1
								<i>Himenóptera</i>	<i>Formicidae</i>	7
3	7.90	29.88	23.24	2.613	Med. Rico	1.51554	Muy baja	-	-	-
								<i>Himenóptera</i>	<i>Formicidae</i>	8
4	7.60	40.44	31.45	0.938	Pobre	0.54404	Muy baja	<i>Himenóptera</i>	<i>Formicidae</i>	5
								<i>Coleóptera</i>	<i>Estafilinidae</i>	15
5	8.60	20.98	16.32	3.469	Rico	1.27202	Muy baja	<i>Coleóptera</i>	<i>Hydrophilidae</i>	11
								<i>Hemiptera</i>	<i>Naucoridae</i>	2
								<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	1
								<i>Acarina</i>	-	3
								<i>Basommatophora</i>	<i>Planorbidae</i>	1
6	6.97	50.55	39.32	2.211	Medio	1.28238	Muy baja	<i>Araneae</i>	-	1
								<i>Larva</i>	-	1
7	7.60	34.39	26.75	3.015	Med. Rico	1.7487	Muy baja	-	-	-
								<i>Larva</i>	-	1
8	7.40	33.54	26.09	0.335	Ext. Pobre	0.1943	Muy baja	-	-	-
								<i>Blattodea</i>	<i>Blaberidae</i>	1
10	7.43	19.67	15.29	2.814	Med. Rico	1.63212	Muy baja	<i>Blattodea</i>	<i>Blaberidae</i>	1
								<i>Blattodea</i>	<i>Blaberidae</i>	5

Resultados de las pruebas químicas aplicadas a detritos de hormigas del género (*Atta*) en Melgar (Tolima) además de las familias de organismos encontradas y el número de individuos.

Hormiguero	pH	% de NH ₄	% de N	% de M.O total	Evaluación	% de Carbono	Evaluación	Orden	Familia	Cantidad
1	6.12	22.65	17.61	2.479	Med. Rico	1.43782	Muy baja	<i>Dermáptera</i>	<i>Anisolabididae</i>	7
2	6.21	39.96	31.08	1.742	Med. pobre	1.01036	Muy baja	-	-	-
3	6.67	19.28	14.99	1.943	Medio	1.12694	Muy baja	<i>Dermáptera</i>	<i>Anisolabididae</i>	2
4	6.87	21.95	17.07	2.345	Medio	1.3601	Muy baja	<i>Larva</i>	-	1
5	5.90	28.88	22.46	15.611	Ext. Rico	1.05438	Muy baja	<i>Pseudoscorpionida</i>	-	1
								<i>Diptera</i>	<i>Phoridae</i>	1
								<i>Coleóptera</i>	<i>Scarabaeidae</i>	2
								<i>Larva de Coleóptero</i>	-	3