



**DIVERSIDAD DE HORMIGAS EN REMANENTES DE VEGETACIÓN
AFECTADOS POR EL GANADO Y PROPUESTA DE ALGUNAS MEDIDAS
DE REHABILITACIÓN (CUENCA DEL RÍO CESAR, COLOMBIA)**

TRABAJO FIN DE MASTER

YAMILETH DEL CARMEN DOMINGUEZ HAYDAR

TUTOR ACADÉMICO: Dr JOSE MARÍA REY BENAYAS



MASTER UNIVERSITARIO EN RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS

UNIVERSIDAD DEL ALCALÁ

JUNIO, 2011

INDICE

1. INTRODUCCION	7
2. OBJETIVOS	10
3. METODOLOGÍA	11
3.1 Descripción del área de estudio	11
3.2 Datos de campo	13
3.2.1 Muestreo de vegetación	13
3.2.2 Muestreo de hormigas	13
3.3 Análisis de los datos	14
3.3.1 Vegetación	14
3.3.2. Hormigas	14
3.3.3. Medidas de restauración	15
4. RESULTADOS	16
4.1 Estructura y diversidad de la vegetación	16
4.2 Riqueza y abundancia acumulada de hormigas	18
5. DISCUSIÓN	21
5.1 Diversidad vegetal y de hormigas.	21
5.2 Medidas de restauración	24
5.2.1 Acciones de restauración en los parches de vegetación ribereña.	24
5.2.2 Potreros	26
6. CONCLUSIONES GENERALES	29
7. AGRADECIMIENTOS	29
8. REFERENCIAS	30
9. ANEXOS	35

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de riqueza, abundancia y cobertura, ordenados de acuerdo a la ubicación de las áreas en la cuenca de norte a sur.	17
Tabla 2. Resultados de estimadores no paramétricos de la riqueza.	19
Tabla 3. Correlación de Spearman	20
Tabla 4. Densidad de plantación	27
Tabla 5. Presupuesto general	28

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio	12
Figura 2. Diagrama de rangos de altura de los árboles por sitio.	
Figura 3. Riqueza observada en cada una de las localidades, por hábitats de bosque y potreros.	18
Figura 4. Abundancia relativa de hormigas en cada uno de los hábitats.	19
Figura 5. Análisis de similaridad de especies a partir del índice de Morisita.	20
Figura 6. Diseño espacial de la cercas vivas	27

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fotografías de las áreas de estudio	35
Anexo 2. Riqueza y abundancia de especies vegetales por sitios	40
Anexo 3. Riqueza y abundancia de hormigas por sitios	43
Anexo 4. Artículo Domínguez & Armbrrecht 2011.	45

RESUMEN

La actividad ganadera es muy cuestionada por los impactos que genera sobre el medio ambiente y especialmente por la pérdida de biodiversidad por la degradación de hábitats. Dado que no se puede impedir el desarrollo de la actividad ganadera, se hace necesario de medidas para la recuperación de las áreas degradadas y el desarrollo de prácticas más sostenibles en este sector. Estos planes de restauración requieren ser evaluados, un elemento importante para el seguimiento y evaluación del éxito de la restauración son los indicadores biológicos, las hormigas han sido ampliamente usadas en monitoreo de restauración en ambientes rurales.

La cuenca del río Cesar se encuentra altamente intervenida por ganadería, quedando pocos remanentes de vegetación rodeados por una amplia matriz de potreros y cultivos. El objetivo de este trabajo fue identificar la respuesta del ensamblaje de hormigas en áreas afectadas por ganadería en seis sitios sobre la cuenca del río Cesar, con el fin de establecer una línea base que pueda servir para evaluar futuras acciones de rehabilitación en áreas afectadas por ganaderías a nivel de esta cuenca.

A partir de dos muestreos se comparó la composición de hormigas en hábitats de bosque y potrero y se caracterizó la vegetación en cada uno de los seis sitios. La vegetación se encuentra altamente intervenida, los valores de riqueza y cobertura varían entre sitios, las áreas con mayor presencia de ganado presentaron menos especies en los rangos de altura más bajos. En 1282 eventos de captura se colectó un total de 7948 individuos los cuales pertenecen a 33 géneros y 91 morfoespecies.

De manera general se encontró mayor riqueza y abundancia de hormigas en los bosques, en estos se encuentra mayor presencia de especies crípticas como *Pyramica*, y *Tennothorax* así como de grandes depredadoras como *Ectatomma ruidum* y *Odontomachus bauri*. Aun cuando los análisis de similaridad logran agrupar varios bosques éstos comparten con los potreros un alto porcentaje de especies oportunistas y generalistas como las de los géneros *Pheidole* y *Solenopsis*, propias de ambientes intervenidos

A pesar que los potreros disminuyen la riqueza y abundancia relativa de hormigas, éstos aún conservan un buen porcentaje de las especies que se encuentran en el bosque, esto

debido a que los potreros con mayor riqueza presentaban elementos en el paisaje que promovía diversidad como árboles dispersos en potreros y cercos vivos.

Adicionalmente a partir del diagnóstico de la vegetación, se propusieron algunas acciones de revegetación que podrían ser aplicadas en la zona. A nivel de bosques se sugiere promover la regeneración natural excluyendo de algunos parches de vegetación el ganado y la tala de árboles. A nivel de los potreros se sugiere un diseño de cercos vivos con *Crataeva tapia*, *Cordia dentata*, *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium*, estas especies son abundantes en las zonas y pueden ser sembradas por estacas. Estas cercas en general no solo sirven como lindes de fincas sino para dar sombra al ganado, conectar los parches de bosque con las áreas de potrero, promover biodiversidad y mejorar el suelo.

1. INTRODUCCION

Presentación

Este trabajo corresponde a la memoria del práctico realizado en el marco del proyecto “Caracterización e impactos ambientales por vertimientos en tramos de la cuenca media y baja del río Cesar”, éste es uno de los principales ríos en la costa norte colombiana, este proyecto además de caracterizar aspectos hidrobiológicos de la cuenca media y baja del río Cesar evalúa la biodiversidad en los remanentes de vegetación ribereños.

Previo a este proyecto había trabajado con hormigas en áreas rehabilitadas de una mina de carbón, encontrando que las hormigas responden a las acciones de rehabilitación y las áreas con mayor tiempo son más parecidas a las áreas de referencia. En la mayoría de estudios en restauración que emplean bioindicadores no hay posibilidad de muestrear el punto de partida, por eso vi en este proyecto la posibilidad de muestrear la composición y estructura de las hormigas antes que se ejecuten medidas de restauración en el marco de una política nacional llamada: “Ganadería colombiana sostenible”. De esta forma se podría tener una herramienta de monitoreo.

Problemática de la ganadería

El sector de la ganadería es económica y políticamente muy importante, emplea cerca de 1.3 billones de personas alrededor del mundo, la ganadería provee un tercio de la proteína que se consume mundialmente. Con la globalización y cambios en las preferencias alimentarias se prevé que se duplique su consumo de 229 millones de toneladas entre 1999/01 a 465 millones para el 2050 y el consumo de leche de 580 a 1043 millones de toneladas (Steinfeld et al. 2006).

El sector cuenta con el 9% de emisión de CO₂ antropogénico, emite 37% de metano, con 23 veces más potencial de calentamiento global (GWP) que el CO₂, 65% de óxido nítrico (con 296 veces GWP de CO₂) entre otros gases. Los principales agentes contaminantes son los desechos animales, antibióticos y hormonas, los fertilizantes y pesticidas (Steinfeld et al 2006).

El mayor efecto que ha causado la ganadería sobre la biodiversidad, ha venido por parte de la pérdida de hábitat, el 11% de las tierras agrícolas del mundo y cerca de dos

terceras parte de bosques deforestados se han convertido a monocultivos de gramíneas en América tropical, 15 de 24 tipos de ecosistemas importantes, se encuentran amenazados por esta causa. Ha sido de los mayores actores en la deforestación del bosque ripario y desecación de humedales (Murgueitio 2003, Steinfeld 2006).

Esta situación no es ajena a la ganadería en Latinoamérica, Colombia alberga alrededor del 10% de las especies vivas conocidas, por su diversidad de ecosistemas y su diversidad cultural, Colombia es considerado un país de megadiversidad biológica (Chará y Murgueitio 2005).

No obstante el sector ganadero es muy importante para la economía del país, pues participa con cerca del 3,5% del PIB nacional, 26% del PIB agropecuario y 56% del PIB pecuario. Dentro de la economía rural colombiana genera unos 950.000 empleos directos, la cuarta parte del total agropecuario y casi el 7% del total. El sector está conformado mayoritariamente por pequeños propietarios, el 82% tiene menos de 50 animales por predio (CIPAV 2010).

El bosque seco es uno de los más amenazados, y una de las zonas más expuestas al cambio climático (Miles et al. 2006). En la Costa Caribe grandes extensiones de bosque seco tropical han sido reemplazadas por pasturas, especialmente las áreas ribereñas, tal es el caso de la cuenca del río Cesar, hoy en día las pasturas abarcan un áreas del 63.3% en la ecorregión del valle del río Cesar. (Pobeda, 2006)

Bioindicadores de la restauración

Dado que no se puede impedir el desarrollo de la actividad ganadera, se hace necesario de medidas para la recuperación de las áreas degradadas y el desarrollo de prácticas más sostenibles en este sector, como un primer paso para cualquier toma de decisiones al respecto se debe realizar un diagnóstico.

Las experiencias de restauración en áreas de bosque seco son mucho menores frente a las realizadas en otros ecosistemas. Actualmente en la costa caribe colombiana los planes que se catalogan como restauración a nivel de bosques se restringen a reforestaciones en las cuales se invierten altas sumas de dinero alcanzando del orden de los US\$200000 a 600000. En muchas de ellas el objetivo sólo es alcanzar una cobertura vegetal independiente de las especies que se usen (<http://www.crautonomia.gov.co>). De ahí la necesidad de medidas económicamente viables que propendan por el

establecimiento de especies nativas, la recuperación de procesos ecológicos y la promoción de bienes y servicios para la comunidad.

Cuando se realizan programas de evaluación o monitoreo de la restauración se tiene en cuenta principalmente solo la vegetación (Ruz Jaen 2005) y aun cuando la comunidad vegetal es restaurada los servicios ecosistémicos que son demandados por la sociedad podrían no serlo (Herrick et al. 2006).

Medir el proceso de rehabilitación usando artrópodos terrestres tiene ventajas porque la mayoría de ellos exhibe generaciones cortas, que los hace ideal para señalar año tras año cambios en un sitio (Longcore 2003). Por otro lado, los artrópodos usan una gran variedad de microhábitats y nichos, sus grandes poblaciones, potencial reproductivo y cortos ciclos vitales permiten la colecta de tamaños de muestras estadísticamente significativos usando métodos con poco potencial de detrimento en las poblaciones (Mc Geoch 1998).

Los bioindicadores están conformados por una especie o grupo de especies biológicas cuyas características (e.g. presencia ó ausencia, diversidad, densidad de población, dispersión, éxito reproductivo, entre otras) proveen información general acerca del ecosistema donde habitan e indican atributos que son difíciles o costosos de medir para otras especies o para una condición ambiental de interés (Landres et al. 1998). Dada la relativa rapidez, los bajos costos y la cantidad de información, los bioindicadores podrían jugar un papel clave en los planes de conservación y manejo (Andersen 1999).

Las hormigas cumplen un papel ecológico importante al ubicarse en diferentes partes de la cadena trófica por tener especies herbívoras, carnívoras, omnívoras y detritívoras (Jaffé et al. 1993), son determinantes en los procesos que se llevan a cabo en el suelo, la construcción de nidos cambia las propiedades físicas y químicas del suelo (Folgarait 1998), generan bioturbación, afectan la porosidad y el flujo de agua, incorporan materia orgánica e incrementan la riqueza de otros organismos del suelo, contribuyendo a una heterogeneidad a pequeña escala (Eldrich 1993, Boulton & Amberman 2006, James et al. 2008).

Las hormigas han sido estudiadas en ambientes rurales, la respuesta de las hormigas es altamente variable, mientras en unos estudios la ganadería y el pastoreo afecta la riqueza

y diversidad de hormigas (Rivera 2005, Miller & New 1997) otros estudios no muestran efecto (Whitford et al. 1999, Heske & Campbell, 1991), e incluso éstos índices pueden aumentar (Bromham et al. 1999)

En Colombia, estudios realizados en la zona andina en diferentes sistemas ganaderos muestran una relación positiva entre la presencia de árboles y la diversidad de hormigas, siendo los potreros sin árboles los que presentaron la menor riqueza y los bosques la más alta. Características de las comunidades de hormigas podrían entonces servir para el monitoreo de las acciones de restauración.

2. OBJETIVOS

Este trabajo busca identificar la respuesta del ensamblaje de hormigas en áreas afectadas por ganadería en seis sitios sobre la cuenca del río Cesar, con el fin de establecer una línea base que pueda servir para evaluar futuras acciones de rehabilitación de áreas afectadas por ganaderías a nivel de esta cuenca.

Adicionalmente, a partir del diagnóstico de la vegetación tanto en parches de bosque como en potreros se proponen algunas acciones de revegetación que puedan ser aplicadas en la zona.

Los objetivos específicos son:

1. Estimar la composición, riqueza, abundancia y diversidad de hormigas en áreas con diferentes grados de intervención (parches de bosque y potreros) sobre la cuenca del río Cesar.
2. Relacionar las características estructurales de las comunidades de hormigas con variables del hábitat para utilizarlas como bioindicadores del proceso de restauración de la vegetación.
3. Dar recomendaciones generales de restauración en áreas de bosque y potrero.

3. METODOLOGÍA

3.1 Descripción del área de estudio

La cuenca del río Cesar se encuentra al norte de Colombia, localizada al sur oeste de la Sierra Nevada de Santa Marta y al occidente con la Serranía del Perijá. Su territorio pertenece en un 65% al Departamento del Cesar y en un 35% al Departamento de la Guajira. Posee una extensión de 1.776.900 hectáreas, de estas 1.154.985 hectáreas corresponden al Cesar y 621.915 hectáreas a la Guajira.

A continuación se describen cada una de las estaciones de muestreo (Figura 1):

Estación 1 - Corregimiento de Veracruz: (10°38'273 N, 73°04'837 W) corresponde al municipio de San Juan del Cesar - Guajira como límite de entrada del río al Departamento del Cesar.

Estación 2 - Corregimiento de Guacochito: (10°31'592 N, 73°08'568 W) Este cuerpo de agua en época de crecientes inunda muchas hectáreas ribereñas que son utilizadas para la siembra de arroz y palma de aceite. Tres kilómetros aguas arriba desemboca uno de los principales afluentes del río Cesar; el río Badillo.

Estación 3 - Puente salguero: (10°23'17 N, 73°14'11 W) En jurisdicción del municipio de Valledupar, en este punto convergen los vertimientos de la laguna de oxidación del municipio de la Paz y la gran laguna de oxidación del municipio de Valledupar, razón por la cual es considerado como el punto más crítico del área de monitoreo por la cantidad de contaminantes y descargas orgánicas que se vierten al cauce del Río Cesar.

Estación 4 - Corregimiento Las Pitillas: (10°19'380 N, 73°14'881 W) Se encuentra en jurisdicción del municipio de San Diego, ubicado en la margen izquierda del Río Cesar, es una zona muy deprimida y con un alto grado de intervención.

Estación 5 - Vereda Rabo Largo: (9°48'247 N, 73°37'273 W) Esta vereda está en jurisdicción del municipio La Paz. Limita con los municipios de Valledupar y el Paso.

Estación 6 - Puente canoa: (9°38'502 N, 73°39'291 W) Este punto recibe múltiples afluentes (ríos y arroyos) que atraviesan o bordean la zona minera, actividad que es realizada a cielo abierto.

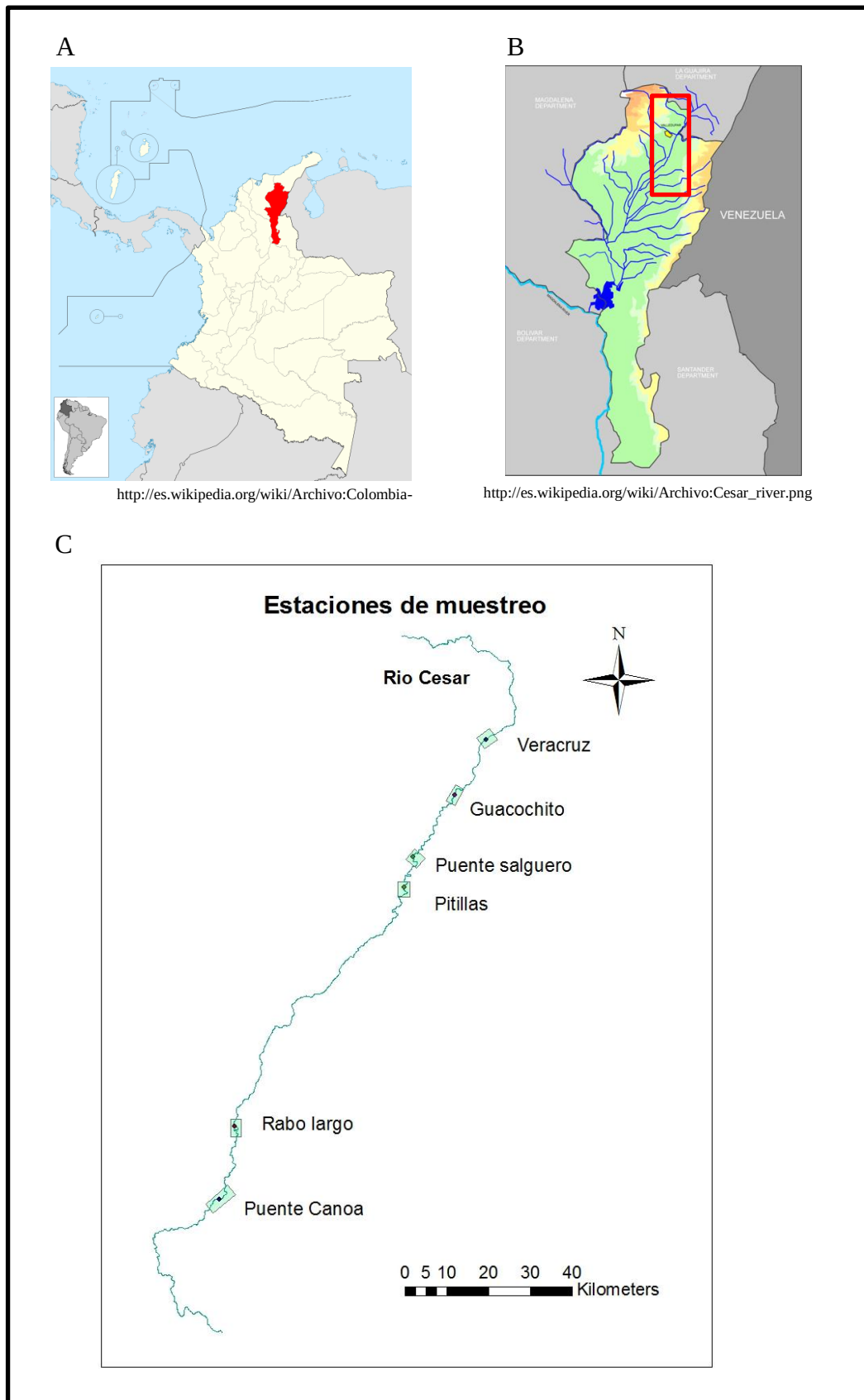


Figura 1. A. Ubicación del Departamento del Cesar. B. Detalle de la Cuenca del Río Cesar, el marco rojo señala el área de muestreo. C. Estaciones de muestreo.

3.2 Datos de campo

3.2.1 Muestreo de vegetación

En cada una de las estaciones seleccionadas, se establecieron dos unidades de muestreo de 400 m² separadas 50m entre sí. La superficie total del muestreo es de 800 m².

En cada unidad se trazaron dos transectos paralelos de 50m de largo por 4m de ancho separados por 5m aproximadamente. Todas las plantas enraizadas dentro del transecto y con DAP mínimo de 2.5cm fueron censadas y medidas (Renjifo, et al, 2009).

En este estudio se le denomina árbol; a las plantas leñosas erguidas con un tronco definido y arbustos; a las plantas leñosas erguidas sin un tronco definido o que ramifican muy cerca del suelo.

Para estudiar la estructura y composición de la vegetación presente en las zonas de potreros arbolados, se establecen dos transectos de 50 m de longitud cada uno, distanciados 5m entre sí. En cada transecto se ubican 6 subparcelas de 1 m² separadas entre sí por 9 m, para un total de 12 subparcelas por potrero (Renjifo, et al, 2009).

En cada subparcela se recolectan muestras de las especies presentes para su identificación botánica, así como las características morfológicas que faciliten la identificación, además se establece su abundancia y cobertura.

3.2.2 Muestreo de hormigas

Se tomó un punto de muestreo o estación donde se realizó las actividades de captura y la toma de parámetros físicos, éstos se encontraron cerca de los transectos de vegetación. Se ubicaron 15 estaciones en cada uno de los hábitats de bosque y potrero. Estas estaciones se distribuyeron en tres grupos de cinco estaciones, cada grupo estaba separado aproximadamente 50m, dentro de cada grupo las estaciones estaban separadas 10m una de otra. Se realizaron dos muestreos, uno en el mes de enero y el otro en marzo de 2011.

En cada una de las estaciones se instaló una trampa de caída la cual consistió en un vaso de 10oz enterrado a ras del suelo con una mezcla de agua, alcohol y detergente. Las hormigas que forrajeaban sobre la superficie del suelo, ya sea durante el día o la noche, caen por accidente en el vaso. Estas trampas permanecieron durante 24 horas.

Los especímenes colectados se preservaron en viales con alcohol al 70%, debidamente rotulados. En el laboratorio, los especímenes se separaron por morfoespecies y se determinaron a género con las claves de Fernández (2003).

3.3 Análisis de los datos

3.3.1 Vegetación

Por cada localidad y en cada hábitat se halló la riqueza, abundancia y composición de especies vegetales.

Para el estudio de la parte de estructura se realizaron histogramas con la altura. Para la cobertura arbórea se midió en metros el diámetro mayor y menor de las copas, realizándose los siguientes cálculos:

$$C1 = \frac{1}{2} (D1 \times D2)$$

C1= Cobertura de copa de cada individuo en m²

D1= Diámetro mayor

D2=Diámetro menor

El porcentaje de cobertura (PC) del estrato arbóreo de las localidades es la suma de las coberturas de las especies que allí se ubican en relación al área del transecto.

$$PC = \sum C1 \times 100 / \text{área del transecto}$$

3.3.2. Hormigas

Se acumuló la riqueza obtenida de los dos muestreos por estación y por hábitat, la riqueza se estimó a través de los índices no paramétricos de Chao 1 y ACE para matrices de abundancia con el programa Estimates versión 8.00 (Colwell, 2000), el cual elabora curvas de acumulación de especies utilizando las unidades de muestreo. Estos estimadores se basan principalmente en el número de especies que sólo están representadas en uno ó dos muestreos, ó con uno o dos individuos (Villareal et al. 2004).

Se utilizará la frecuencia o eventos de captura como un parámetro de abundancia relativa y no con base en el número absoluto de individuos capturados, debido a que el número de individuos por colonias puede variar según la especie, así como su eficacia en el reclutamiento (Holldobler & Wilson, 1990)

La composición de especies de hormigas en cada una de las localidades y los hábitats de bosque y potrero, se analizó por medio del índices de similitud de Morisita-Horn con el programa Past ver.1.78 (Hammer, Ø et al. 2001).

$$\text{Morisita-Horn } C_{\text{mH}} = \frac{2\Sigma(an_i bn_i)}{(da+db)aN.bN} \quad da = \frac{\Sigma an_i^2}{aN^2}$$

Donde aN es el número total de individuos en la estación A y an_i el número de individuos de a i- ésima especie en A.

El índice de Morisita no es tan influenciado por la riqueza de especie y el tamaño muestral pero sí por la abundancia de las especies más comunes (Magurran 1988) éste es un aspecto que se quiere considerar, puesto que las especies indicadoras no siempre son las más raras, las abundantes son más fáciles de detectar y muestrear (Samways 1994).

Finalmente se hizo un análisis de correlación de Spearman entre los datos de riqueza y abundancia de hormigas de los bosques de cada estación con la cobertura vegetal. Se correlacionó también la riqueza y abundancia de hormigas de potreros con la distancia a parches de vegetación natural.

3.3.3. Medidas de restauración

Con base en los resultados del análisis de vegetación tanto de composición como de estructura y a partir de observaciones de campo se propondrán algunas medidas de restauración.

4. RESULTADOS

4.1 Estructura y diversidad de la vegetación

Se encontraron 61 especies, 34 géneros y 21 familias botánicas (Anexo 1). Siendo la familia Fabaceae y Polygonaceae las que mayor número de especies presentaron.

Senegalia riparia fue la especie más abundante y frecuente seguida por *Guazuma ulmifolia*, *Triplaris americana* y *Achatocarpus nigricans*.

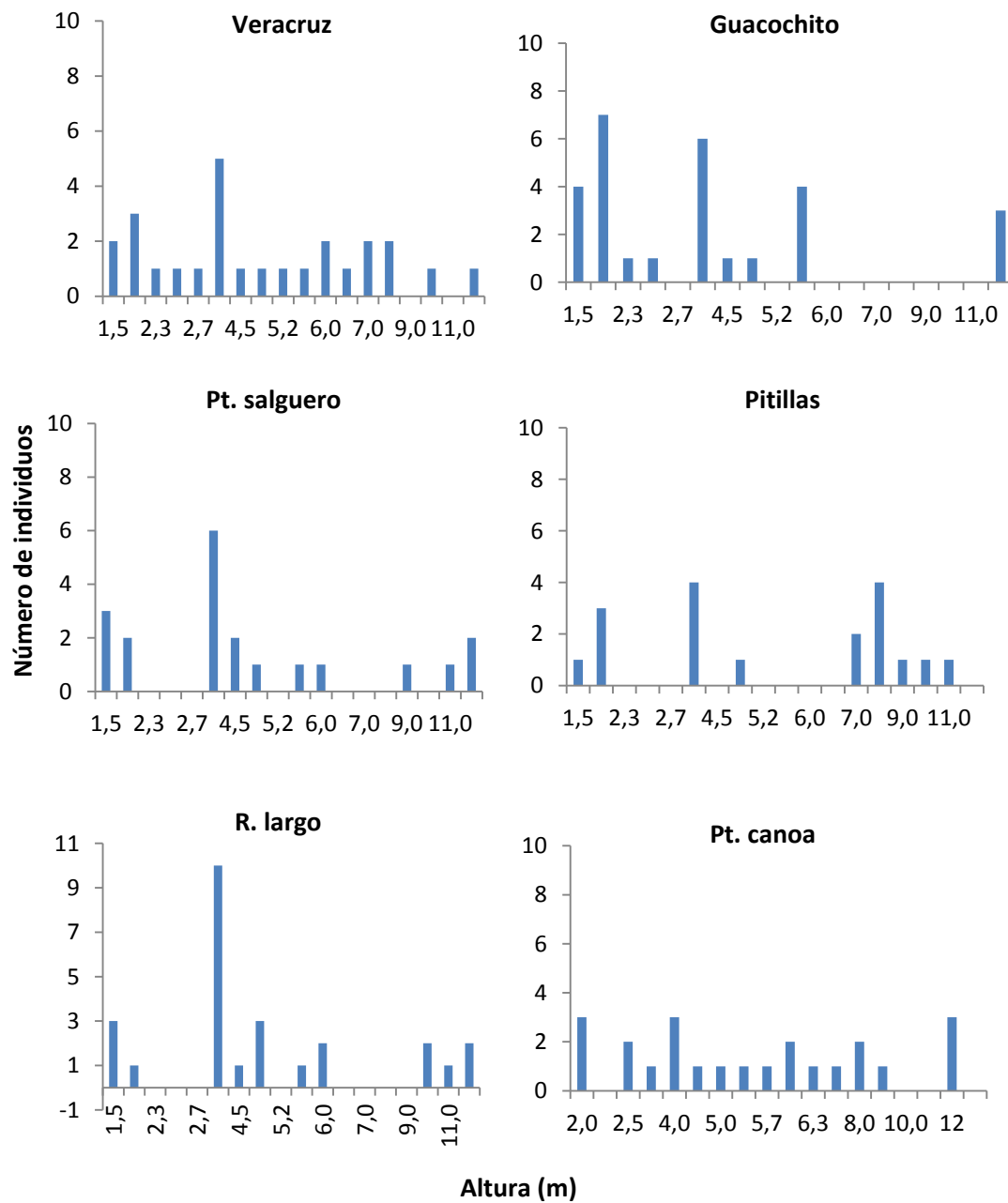


Figura 2. Diagrama de rangos de altura de los árboles por sitio.

Tabla 1. Datos relacionados con vegetación, ordenados de acuerdo a la ubicación de las áreas en la cuenca de norte a sur.

Estación	Riqueza	Abundancia	Cobertura dosel de bosques m ²	Distancias de los potreros a áreas naturales
Veracruz	18	72	1314.757	100
Guacochoito	16	119	1272.345	3
Pte. Salguero	11	68	1352.047	2
Pitillas	17	48	1008.844	500
R. largo	17	84	666.803	100
Pte canoa	17	81	776.759	300

El bosque de Guacochoito presentó la mayor abundancia y tuvo una alta cobertura vegetal (Tabla 1), sin embargo las estaciones de Pte. Salguero y Veracruz obtuvieron los valores más altos en la cobertura. La figura 2 donde se ubican los individuos en rangos de altura, muestra de manera general que hay pocos árboles de alturas mayores a los 10 m y mayor concentración en las clases menores a 4 m, predominando individuos entre los 3 y 4 m de altura, aun cuando en los bosques secos dominan especies no tan altas y con copas asombrilladas (Dugand 1998), la escases de individuos entre estas clases confirma la alta presión sobre la madera.

Esta intervención es distinta entre los sitios, Veracruz y Pte. canoa presentan individuos en todas las clases de altura aunque con pocos individuos, Guacochoito pareciera haber tenido una fuerte extracción en el pasado y que en estos momentos se estuviese recuperando, de hecho fue uno de los sitios donde se observó menor presencia de ganado en el bosque.

Los potreros también presentan configuraciones diferentes, los de Puente salguero y Guacochoito se destacan por estar cerca de una densa franja de árboles nativos, los cuales crean un efecto de cercas vivas, de manera general se conservan árboles dispersos en los potreros especialmente de *Gliricidia sepium*, *Crateva tapia*, *Capparis odoratisima*, *Cordia dentata*, *Guazuma ulmifolia*. Entre los potreros el de Pitillas presentaba la mayor área de suelo desnudo.

4.2 Riqueza y abundancia acumulada de hormigas

En 1282 eventos de captura se colectó un total de 7948 individuos los cuales pertenecen a 33 géneros y 90 Morfoespecies. Los géneros con mayor riqueza fueron *Pheidole* (16) *Camponotus* (11), *Solenopsis* (10) y *Pseudomyrmex* (8).

A nivel de estaciones, la mayoría de los bosques presentaron mayor riqueza que los potreros, el de Puente salguero y Pitillas obtuvieron la mayor riqueza, 50 y 51 morfoespecies (Unidades taxonómicas reconocibles) respectivamente, para el caso de los potreros el de Puente Salguero, Guacochito y Veracruz presentaron la riqueza más alta (Figura 3).

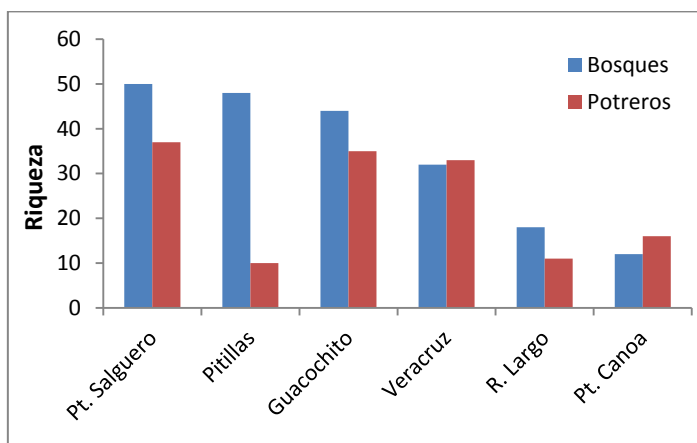


Figura 3. Riqueza observada en cada una de las localidades, por hábitats de bosque y potreros.

Cuando se hace el análisis por hábitat independiente de las estaciones se encuentra que los bosques presentan una mayor riqueza (80 especies) en relación a los potreros (62) y por tanto un mayor número de especies únicas (29), sin embargo los potreros presentaron el mayor número de individuos capturados, 4051 individuos frente a 3897 en bosques, *Solenopsis geminata* y una especie de *Pheidole* fueron las especies que más individuos aportaron, sus registros fueron mucho menores en bosques (Anexo 2).

La abundancia organizó las áreas de manera parecida a la riqueza, salvo que la localidad de Guacochito presentó una abundancia mayor en relación a Pitillas (Figura 4).

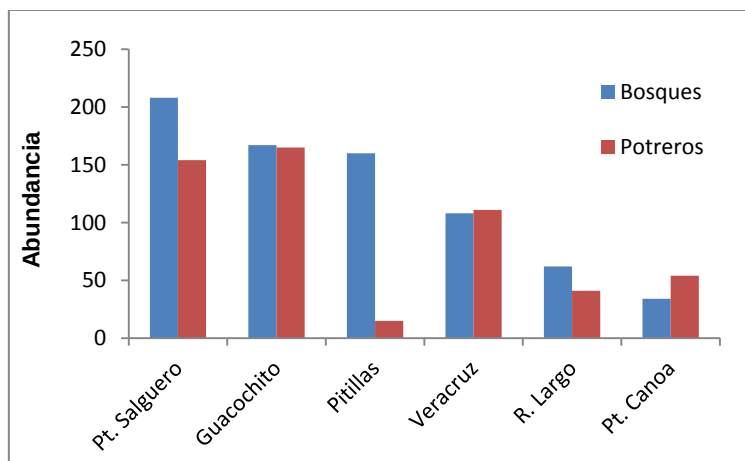


Figura 4. Abundancia relativa de hormigas en cada uno de los hábitats.

Los estimadores de riqueza con base en abundancia, ACE y Chao 1, muestran eficiencias de muestreo entre un 58 y un 93%, los cuales indican de manera general un buen muestreo a pesar de haberse realizado sólo dos muestreos (Tabla 2)

Tabla 2. Resultados de estimadores no paramétricos de la riqueza.

Estaciones	ACE	Chao 1	Riqueza esperada	Riqueza observada	Eficiencia muestreo
Veracruz Bosque	46.16	50	48.1	32	66.6
Veracruz Potrero	42.85	42	42.4	33	77.8
Guacochito Bosque	50.43	47.11	48.8	44	90.2
Guacochito Potrero	43.35	40.6	42.0	37	88.1
Pte Salguero Bosque	64.37	61.38	62.9	50	79.5
Pte Salguero Potrero	40.47	44.5	42.5	37	87.1
Las Pitillas Bosque	66.82	66.14	66.5	49	73.7
Las Pitillas Potrero	10	9.2	9.6	9	93.8
R. largo Bosque	29.02	25	27.0	18	66.6
R. largo Potrero	12	11.2	11.6	11	94.8
Pte. Canoa Bosque	26	25.5	25.8	15	58.3
Pte. Canoa Potrero	21.75	22	21.9	17	77.7

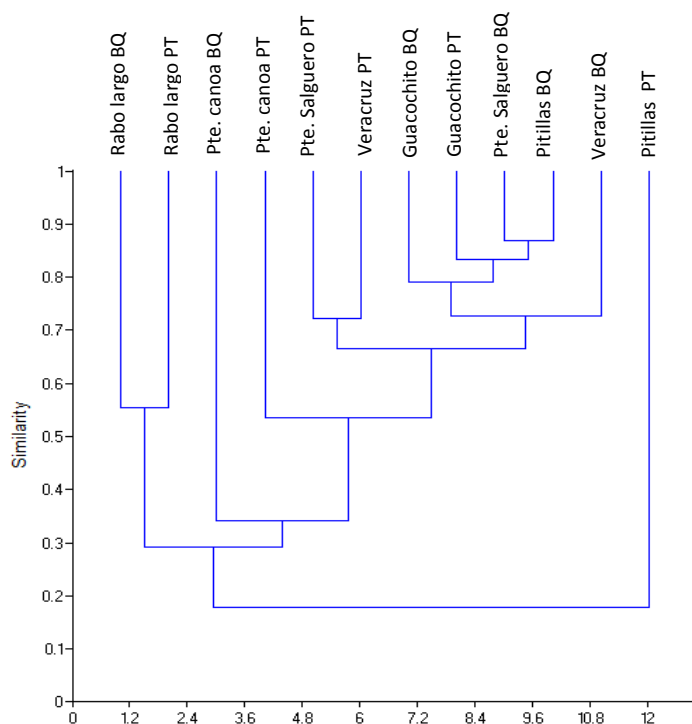


Figura 5. Análisis de similaridad de especies a partir del índice de Morisita.

De manera general el análisis de similaridad (Figura 5) logra agrupar por hábitats, el grupo que presenta mayor similaridad es el que se forma con los bosques de Guacochito, Pitillas y Pte. salguero, en este grupo también entró el potrero de Guacochito.

Tabla 3. Correlación de Spearman.

	Correlación Rho de Spearman
Riqueza bosques vs Cobertura	0,77
Abundancia bosques vs Cobertura	0,82*
Riqueza potreros vs Distancia área natural	-0.98*
Abundancia potreros vs Distancia área natural	-0.92*

* La correlación es significativa al nivel de 0.05

La riqueza a nivel de bosques no es explicada por la cobertura, sin embargo sí lo es la abundancia, esta medida no se calculó para los potreros. En éstos, resultó significativa la distancia a un parche de vegetación natural, éste parche no necesariamente corresponde al área de bosque muestreada (Tabla 3).

5. DISCUSIÓN

5.1 Diversidad vegetal y de hormigas.

La vegetación de la cuenca media y baja del río Cesar corresponde a formaciones de bosque seco tropical, el cual es uno de los más amenazados y vulnerable a las actividades humanas (Janzen 1988; Miles et al. 2006). A pesar que las áreas de ribera se encuentran protegidas por la legislación colombiana, estos parches de vegetación se encuentran fuertemente intervenidos por la extracción de madera y la potrerización, no se observa una masa arbórea continua. En varios de los sectores, las cercas de los potreros colidan con el río.

El número de especies por sitio puede considerarse escaso en comparación con otros estudios en áreas de bosque seco donde la riqueza genérica en un área de muestreo similar puede llegar a 64 (Domínguez y Fontalvo 2005). Por sitio sólo se encuentra en promedio un 26% de las especies de toda la zona y pocas especies comunes entre sitios, lo que muestra que cada sitio contiene de manera aislada representantes de la vegetación típica de los bosques de galerías.

En relación con las hormigas toda el área de estudio tiene una riqueza que supera otros registros de hormigas para bosque seco (Domínguez & Armbrrecht 2011, Fontalvo y Solís 2010) teniendo en cuenta que solo se realizaron dos muestreos.

La conversión de áreas de bosque a potreros disminuye la riqueza y abundancia de hormigas, los bosques triplican el número de especies exclusivas, no obstante en algunos sitios la diferencia entre estos dos hábitats no es tan marcada.

Los mecanismos que afectan las hormigas y en general a otros grupos de insectos pueden ser agrupados como factores fisiológicos y ecológicos. Los fisiológicos incluyen cambios microclimáticos que afectan a las especies adaptadas a los bosques, los cambios en la temperatura y humedad afectan directamente a los insectos por

deshidratación. Entre los factores ecológicos se destacan la pérdida de calidad de los sitios de nidificación, el tipo, número y amplitud de los microhábitats y la disponibilidad de alimento. También se ven afectadas las interacciones ecológicas que contribuyen o tienen el potencial de contribuir en cambio a la diversidad de especies, lo cual incluye la entrada de especies exóticas que pueden terminar excluyendo por competencia a las especies nativas (Philpott y Armbrrecht 2006).

No solamente la riqueza responde entre los hábitats de bosque y potreros, cuando se analiza la composición con base en grupos funcionales, se destaca que los gremios conformados por especies oportunistas, generalistas y de reclutamiento masivo tiende a ser mayor en los potreros, destacándose los géneros *Pheidole* y *Solenopsis* y las especies *Solenopsis geminata*, *Dorymirmex biconis* y las género *Tapinoma*, de ahí que el número de individuos sea alto en este hábitat.

Estas especies se caracterizan por ser de hábitos abiertos y perturbados (Perfecto 1991). Si bien estas especies fueron mucho más abundantes en los potreros no fueron exclusivas, lo cual muestra el grado de intervención que presentan estos bosques. Por otro lado especies como *Ectatomma ruidum* y *Odontumachus bauri*, grandes depredadoras epígeas fueron las más abundantes en los bosques, así como los gremios crípticos con especies como *Pyramica*, y *Tennothorax*, lo que coincide con Domínguez & Armbrrecht 2011, quienes destacan la presencia de estas especies en tres bosques subxerofíticos y áreas con mayor tiempo de rehabilitación en una mina.

A pesar que en el cluster de similaridad el grupo más cercano lo conformaron los bosques, la presencia del potrero de Guacochito y la cercanía a los potreros de Pte. Salguero y Veracruz, se explica porque aunque es drástica la disrupción, no son áreas aisladas (Doak & Mills 1994), resaltando la posibilidad de flujo de material vivo y energético entre los bosques y los potreros que pueden ser aprovechados por las especies que allí se encuentran ya sea en condiciones normales o de estrés (Ramirez et al. 2004). Cabe anotar que las áreas más similares fueron las más cercanas geográficamente (Figura 1C), así que otras variables a escala regional también pueden estar operando en el ensamblaje de hormigas, por lo que a esta escala sería recomendable trabajar más a nivel de gremios y grupos funcionales, los cuales trascienden los límites taxonómicos y permiten comparar comunidades con bajo solapamiento de especies (Andersen 1997).

Se debe destacar que el potrero de Guacochito es de los más cercanos a una franja de vegetación de bosque de galería, además conserva varios árboles dentro de los potreros. La distancia a áreas naturales y semi-naturales es considerada una de las variables a escala de paisaje que más influye en el incremento de riqueza no sólo de artrópodos sino de aves y plantas (Billeter et al. 2008)

Aun cuando la correlación de la riqueza con la cobertura vegetal no fue significativa, quizá al bajo número de réplicas, otros estudios en agropaisajes destacan la relación no solo de la abundancia sino de la riqueza con la cobertura vegetal. Estudios realizados en cañaduzales en el Valle del Cauca concluyeron que la riqueza, la diversidad y composición de las comunidades de hormigas están influenciadas por el manejo de los sistemas ya que prácticas como la acumulación de hojarasca, la eliminación de quemas e insumos químicos pueden favorecer la riqueza de las comunidades de hormigas por la disposición de alimento y sitios para anidar (Ramírez et al. 2004).

En sistemas ganaderos en los andes colombianos, existe una alta correlación entre la presencia de árboles y la diversidad de hormigas, siendo las áreas de bosque las que presentaron mayor riqueza seguida de los potreros con árboles. Este estudio registró la diversidad de hormigas a medida que se realizaban acciones de rehabilitación, notándose una tendencia hacia la recuperación de la biodiversidad con la presencia de árboles en los sistemas ganaderos (Rivera et al. 2010). La agroforestería por tanto provee de una valiosa herramienta de conservación y reducción de la presión sobre el uso de tierra en países tropicales (Bhagway et al. 2008), no obstante los hábitats que sostienen la alta biodiversidad de países tropicales son irremplazables.

En los bosques secos de la cuenca de río Cesar la conversión de áreas de bosque a potreros disminuye la riqueza y cambia el ensamblaje de hormigas, el hecho que los potreros no estén tan desprovistos de vegetación hace que mantengan un remanente de las especies que se encuentran en los bosques. Sin embargo se requiere caracterizar con más detalle los elementos del paisaje que se encuentran en los potreros, como la densidad de árboles, tipos de cercas vivas, distancia a diferentes áreas de bosques nativos, tamaños y forma de estos remanentes de bosque con el fin de explicar mejor los mecanismos que contribuyen a la riqueza de especies y al establecimiento de grupos funcionales claves en paisajes agrícolas.

Este trabajo brinda una línea base sobre la cual pueden hacerse seguimientos en futuras acciones de rehabilitación en áreas sobre la cuenca media y baja del río Cesar.

5.2 Medidas de restauración

5.2.1 Acciones de restauración en los parches de vegetación ribereña.

La escasez de conocimiento e investigación en restauración en los bosques secos tropicales (Bs-T) y especialmente en las formaciones subxerofíticas (Sanchez-Azofeifa et al. 2005) se refleja en que no existe material vegetal a nivel de viveros para la propagación de muchas de las especies nativas.

Para el caso de los remanentes de vegetación sobre la cuenca media y baja del Cesar las acciones que se proponen buscan favorecer la regeneración natural eliminando los principales tensores que se detectaron durante el estudio: la tala y el ganado.

Si bien la dinámica de la regeneración en los Bs-T está principalmente relacionada a la formación de un banco de semillas efímero que limita la regeneración natural como una alternativa de restauración (Ceccon 2010). Estas áreas no están totalmente desprovistas de vegetación, hay fuentes semilleras cercanas, en todas las áreas se observó regeneración natural pero el pisoteo y ramoneo del ganado puede estar impidiendo su establecimiento.

Por tanto la principal medida de restauración recomendada es la exclusión del ganado, en estas zonas el ganado entra al bosque para llegar hasta el río a tomar agua y para alimentarse en época seca cuando el pasto está muy seco en las fincas.

Entre las acciones que se sugieren a Corpocesar (entidad ambiental gubernamental a nivel local) para la conservación y restauración de la vegetación marginal ribereña se tiene:

- I. Zonificar la ribera del río para seleccionar las áreas de exclusión y las que permitirán el paso de ganado.
 - a. Se debe establecer los derechos de propiedad en las áreas del bosque, comprar o concertar con la comunidad las que se excluirán para restauración.
 - b. Definir las actividades potenciales en las zonas, en las zonas excluidas serán compatibles las actividades de restauración e investigación, no se permitirá el paso

de ganado, la tala o la caza. Si no es posible promover un sistema de almacenamiento de agua y abrevaderos en las fincas que disminuya el tránsito del ganado, se debe delimitar un área que se usará para el paso del ganado, en esta área no se permitirá la tala.

- c. Para aislar el parche de bosque se debe instalar una cerca viva (el diseño se explica en el apartado 5.2.2)

II. Enriquecimiento con semillas de especies nativas.

- a. Puesto que no hay disponible material en vivero de especies nativas para iniciar un proceso de restauración se recomienda durante la época seca recoger semillas de especies presentes en las áreas pero con pocos individuos en fases juveniles como: *Samanea saman*, *Capparis baduca*, *Pithecellobium dulce* y *Casearia corimbosa*.
- b. Dentro del bosque se escogen áreas con cobertura media (40-50% cobertura), que mantienen mejores condiciones de humedad menor presencia de gramíneas y hay mayor aporte de hojarasca.
- c. Se recomienda realizar un peletizado de las semillas con boñiga y enterrarlas a unos 3 cm de suelo.
- d. Como se excluye el ganado puede aumentar la presencia de gramíneas así que se debe realizar deshierbe al mes de la siembra y luego cada dos meses.

III. Parcelas experimentales y viveros

- a. Puesto que no se cuenta con información detallada de la biología y fisiología de muchas de las especies encontradas en la zona, se requiere hacer investigaciones sobre potencial del banco de semillas, métodos efectivos de propagación, condiciones óptimas para cultivo en viveros y uso de especies nodrizas.

Bosques como Veracruz, Puente Salguero, Rabo largo y Pte. Canoa se encuentran cerca del casco urbano debido a esto presentan basuras, por tanto se requieren programas de manejo de residuos sólidos que eviten hacer usos de estas áreas para este fin.

5.2.2 Propuesta técnica para cercas vivas en potreros.

Líneas de cerca en Puente salguero, Veracruz y Guacochito colindan exactamente con el borde del parche de bosque o coinciden con caminos arbolados. Ambos arreglos no intencionales dan un efecto de cerca viva que promueve diversidad.

Sin embargo las cercas que delimitan los potreros en la periferia y al interior son principalmente cercas muertas, por tanto se recomienda el establecimiento de este arreglo vegetal en los potreros así como cerco para aislar las áreas de vegetación de ribera.

Las cercas vivas se harán con especies que permitan el uso de la madera, disminuir el impacto del viento sobre los pastos, dar sombra al ganado, conectar los parches de bosque con las áreas de potrero, promover biodiversidad y mejorar el suelo.

Las especies que se utilizarán son *Crataeva tapia*, *Cordia dentata*, *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium* estas especies son abundantes en las zonas y pueden ser sembradas por estacas.

Se propone la siembra al tres bolillos con una distancia de 3m entre árboles de la misma fila y a una distancia de 2m entre hileras (Figura %%)

Detalles de la propuesta

- I. Estudio de suelos, con el fin de determinar las necesidades de fertilización.
- II. Preparación del terreno y actuaciones sobre la vegetación pre-existente.
 - a. Eliminación de herbáceas.
 - b. Arado manual
 - c. Aplicación de fertilizantes, a base de boñiga (estiércol de ganado)
 - d. Riego
- III. Método de propagación y diseño espacial (Para 120m lineales).

Tabla 4. Densidad de la plantación

Especie	Distancia mínima (m)	Densidad (estacas/ha)	Área (ha)	Total estacas
<i>Cordia dentata</i>	3	500	0,072	36
<i>Crataeva tapia</i>	3	500	0,072	36
<i>Gliricidia sepium</i>	3	500	0,072	36
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3	500	0,072	36

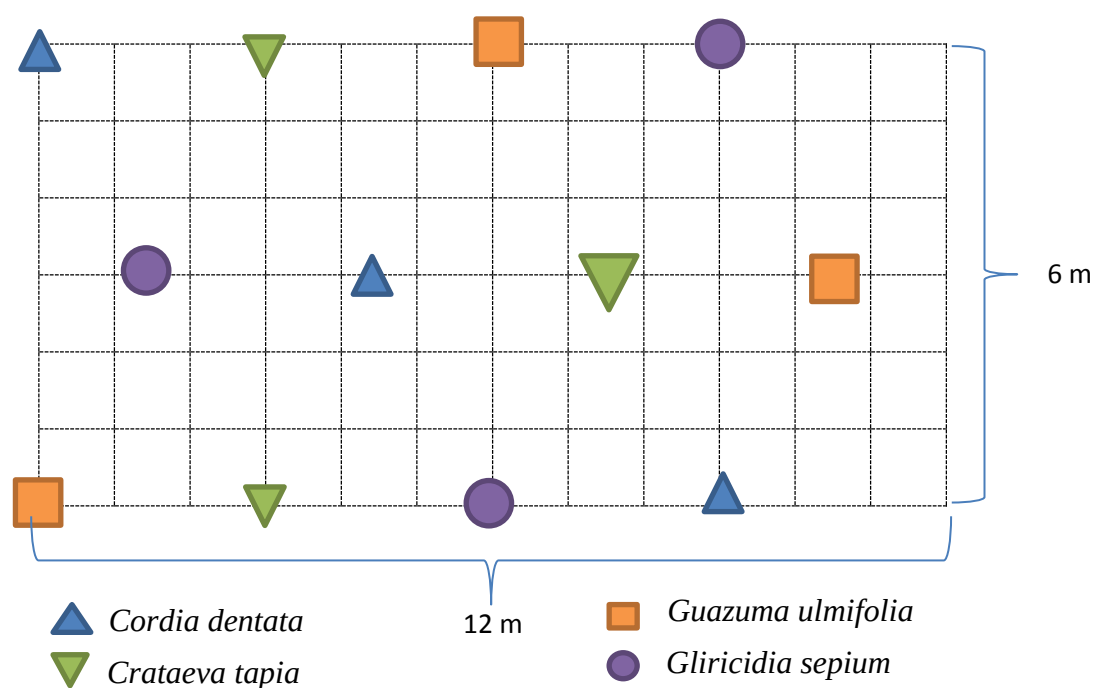


Figura 6. Diseño espacial de la cerca viva

IV. Cuidados posteriores

- Durante los dos primeros años debe estar aislada del ramoneo del ganado, el cual estará aislado por la antigua cerca.
- Deshierbe
- Replantación

V. Implicación social

Es importante involucrar a la población en cada etapa del proyecto. Por esto se contemplan las siguientes actividades:

- a. Socialización del proyecto en busca de la aceptación y apoyo a través de talleres participativos. Este espacio propiciara instancias en las que la población comente sus inquietudes respecto al proyecto.
 - b. Creación de un comité local, con los representantes elegidos por la comunidad, para que lideren el proceso del proyecto con asesoramiento técnico y a su vez transfieran estos conocimientos a la población.
- VI. Plan de seguimiento y evaluación.
- a. Anualmente se registrará el desarrollo de las plantas, Los indicadores que serán muestreados son: mortalidad, altura, DAP, riqueza y abundancia de plantas asociadas, riqueza y abundancia de plantas no deseadas y reclutamiento de propágulos.
 - b. Se evaluará la comunidad de hormigas comparándola con la línea base obtenida en este estudio.
- VII. Presupuesto

Tabla 5. Presupuesto general del proyecto

Concepto	Cantidad	Total (\$)
Personal técnico	1	200000
Talleres participativos	2	200000
Colecta y preparación de estacas	4 Jornales	70000
Preparación del terreno	2 Jornales	35000
Siembra	6 Jornales	105000
Replante	4 Jornales	70000
Materiales	3 rollos de	250000
Alambre cercado	alambre	
Grapas	5 kilos	3000
Transportes insumos		80000
Mantenimiento post siembra		200000
Postes para cerca de protección	200	500000
Total establecimiento 120m de cerca	COP	\$ 1713000
	Euros	€ 670

La ejecución de estas actividades buscan restaurar el capital natural, dado que los potreros seguirán siendo parte de estas comunidades y del paisaje, las acciones de conservación y restauración deben llevarse a cabo no solo en los remanentes de bosque

sino a nivel de los potreros, si bien a nivel de bosques no se plantea un programa de revegetación, la idea es presentar al ente de control ambiental una acción de bajo costo que permita ser manejada por la comunidad pero que garantice a largo plazo el establecimiento de especies nativas y la recuperación de la cobertura vegetal.

6. CONCLUSIONES GENERALES

La cuenca media y baja del río Cesar se encuentra altamente intervenida, lo cual se refleja no solo en la composición y estructura vegetal sino en el ensamblaje de hormigas, en el cual predominan gremios generalistas y oportunistas.

A pesar que los potreros disminuyen la riqueza y abundancia relativa de hormigas, éstos aún conservan un buen porcentaje de las especies que se encuentran en el bosque, esto debido a que los potreros con mayor riqueza presentaban elementos en el paisaje que promovía diversidad como árboles dispersos en potreros y cercos vivos.

Con base en este hecho se propone promover el uso de los cercos vivos en la zona, no solo como lindes de fincas sino para aislar a los bosques y disminuir el abrupto borde entre el bosque y la matriz de ganadería.

Estas acciones podrían conciliar intereses entre las personas de la comunidad, desde los propietarios de las fincas y campesinos que a largo plazo disminuirían la dependencia de insumos del bosque hasta los de las autoridades ambientales que buscan prevenir la degradación de estos agroecosistemas.

7. AGRADECIMIENTOS

Al profesor Jose María Rey Benayas, por la revisión de este documento, a los profesores Luis Carlos Gutierrez y Rafael Borja por la oportunidad de participar en este proyecto “Caracterización e impactos ambientales por vertimientos en tramos de la cuenca media y baja del río Cesar”, a Pili, M^a Angelica y Rangel por el apoyo en campo. Al Máster Universitario en Restauración de Ecosistemas, a la Fundación Carolina por la beca que me permitió realizar esta maestría y a mis hermanos latinos por hacer más llevadera mi estadía en España.

8. REFERENCIAS

Andersen, A. N. & Hoffmann B. D. 1999. Ant Monitoring at German Creek Mine, Queensland: 1999 Sampling. Consultancy report for Capricorn Coal Management, Darwin.

Bhagwat, S. A., K.J. Willis, H.J. Birks & R.J. Whittaker. 2008. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity?. *Trends in Ecology and Evolution*, 23 (5):261-150

Billeter R. et al. 2008. Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan – European study. *Journal of Applied of Ecology* 45, 141-150

Bromham, L., Cardillo,M., Bennett, A.F. & Elgar,M.A., 1999. Effects of stock grazing on the ground invertebrate fauna of woodland remnants. *Australian Journal of Ecology* 24, 199–207.

Boulton, A.M. & Amberman, K.D., 2006. How Ant Nests Increase Soil Biota Richness and Abundance: A Field Experiment. *Biodiversity and Conservation*, 15(1), 69-82.

Chará, J. & Murgueitio E 2005: The role of silvopastoral systems in the rehabilitation of Andean stream habitats. *Livestock Research for Rural development*. 17, Art. #20. Retrieved April 23, 2010, from <http://www.lrrd.org/lrrd17/2/char17020.htm>.

Ceccon. E. 2010. (en prensa). Los bosques tropicales estacionalmente secos: ¿una prueba ácida para la restauración? Memorias en extenso del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración. La Restauración Ecológica en la Práctica. 27 al 31 de julio de 2009. Universidad Nacional de Colombia.

CIPAV 2010 Mainstreaming Biodiversity in Sustainable Cattle Ranching. <http://www.cipav.org.co/noticias/noticias.html#n4> Consultado 21. 03.2010

Colwell, R. K. 2000. Versión 6b1. Windows. Estimate: Statistica estimation of species richness and shared species from samples. Department of ecology and evolutionary biology, University of Connecticut, Connecticut , USA.

Doak D. F. & Mills L. S. 1994. A useful role for theory in conservation. *Ecology*, 75 (3):645-626

Domínguez- Haydar, Y. & I, Armbrrecht. 2011. Response of ant functional groups and their seed removal in restoration areas and forests at the Cerrejón coal mine in Colombia. *Restoration ecology*, 19(201): 178–184

Domínguez, Y. & L. Fontalvo. 2005. Composición y distribución de las comunidades de hormigas cazadoras (Hymenoptera: Formicidae, subfamilias Poneromorfas) en remanentes de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico, Colombia. Trabajo de Grado, Universidad del Atlántico, Barranquilla-Colombia

Dugand, A. 1998. Geobotánica, botánica y ecología vegetal. Recopilación y transcripción de escritos científicos del Doctor Armando Dugand Gnecco. Corporación Autónoma Regional del Atlántico.

Eldridge, D., 1993. Effect of ants on sandy soils in semi-arid eastern Australia - Local distribution of nest entrances and their effect on infiltration of water. *Australian journal of Soil Reserch*, 31(4): 509-518

Fernández, F., E. Palacio., W. Mackay & E. de Mackay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera Formicidae) de Colombia. *Insectos de Colombia estudios escogidos Vol I*.

Fontalvo, L. & C. Solis. 2009. Ensamblaje de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en fragmentos de bosque seco en el complejo carbonífero del Cerrejón (La guajira, Colombia), 4:3-12

Folgarait, P.J., 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation*, 7, 1221 – 1244

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., & P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Herrick, J.E., Schuman, G.E. & Rango, A., 2006. Monitoring ecological processes for restoration projects. *Journal for Nature Conservation*, 14(3-4): 161-171.

Heske, E.J. & Campbell, M., 1991. Effects of an 11-year livestock exclosure on rodent and ant numbers in the Chihuahuan desert, southeastern Arizona. *The Southwestern Naturalist*, 36: 89–93.

Holldobler, B. & E. Wilson. 1990. *The ants*. Harvard. University. Press: 732 pp

Jaffé, K., J. Lattke & E. Perez. 1993. *El mundo de las hormigas*. Equinoccio editores, Universidad Simón Bolívar. Caracas Venezuela, 196 p.

James, A.I., Eldridge, D.J., Koen, T.B. & Whitford, W.G. 2008, Landscape position moderates how ant nests affect hydrology and soil chemistry across a Chihuahuan Desert watershed. *Landscape Ecology*, 23: 961-975.

Janzen, D. H. 1988. Tropical dry forests. The most endangered major tropical ecosystems. Pages 130–137 in E. O. Wilson, editor. *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D.C.

Landres, P. B. & J. W. Thomas. 1998. Ecological uses of vertebrate indicator species: A critique. *Conservation Biology*, 2:316-329.

Longcore, T. 2003. Terrestrial Arthropods as Indicators of Ecological Restoration Success in Coastal Sage Scrub (California, U.S.A.). *Restoration Ecology*, 11 (4): 397-409.

Magurran , A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University

press, New Jersey , 179 pp.

McGeoch, M. A. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Reviews*, 73:181-201.

Miles, L., A. C. Newton, R. S. DeFries, C. Ravilious, I. May, S. Blyth, V. Kapos, & J. E. Gordon. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33, 491–505.

Miller, L.J. & New, T.R., 1997. Mount Piper grasslands: pitfall trapping of ants and interpretation of habitat variability. *Memoirs of the Museum of Victoria*, 56: 377–381

Murgueitio, E. 2003. Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución; *Livestock Research for Rural Development* 15 (10). <http://www.lrrd.org/lrrd15/10/murg1510.htm>

Perfecto, I. 1991. Dynamics of *Solenopsis geminata* in a Tropical Fallow Field after Ploughing. *Oikos*, 62 (2):139-144

Philpott, S. & I. Ambrecht. 2006. Biodiversity in tropical agroforests and the ecological role of ants and ant diversity in predatory function. *Ecological Entomology*, 31: 369–377

Pobeda 2006. Uso del suelo en departamento del cesar año 2005. Documento técnico. Secretaria de agricultura y desarrollo empresarial.

Ramírez R, M, I. Ambrecht & M. Enriquez 2004. Importance of agricultural management for biodiversity: case of ants in sugar cañe. *Revista Colombiana de Entomología*, 30 (1):115-123.

Renjifo, L. M; Aristizábal, S. L; Lozano-Zambrano, F. H; Vargas, W; Vargas, A. M & D. P. Ramírez. 2009. Diseño de la estrategia de conservación en el paisaje rural (Fase II). 85-119 p. En: Lozano-Zambrano, F. H. (ed). 2009. Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá, D. C., Colombia. 238 p.

Rivera, L., M. Botero, S. Escobar & I. Armbrrecht. Diversidad de hormigas en sistemas ganaderos. (229-243) En: Ganadería del futuro, Investigación para el desarrollo. Murgueitio E., C Cuartas & J.Naranjo (eds). Segunda edición. Fundación Cipav. Cali, Colombia.

Ruiz-Jaen, M.C. & Mitchell Aide, T., 2005. Restoration Success: How Is It Being Measured?. *Restoration Ecology*, 13(3): 569-577.

Samways, M.J. 1994. *Insect conservation Biology*. Chapman & Hall. London, UK. 358 pp.

Sánchez-Azofeifa G. A., et al. 2005. Research priorities for Neotropical dry forests. *Biotropica* 37:477–485.

Steinfeld, H.,P. Gerber, T. Wassenaar, V. Catel, M. Rosales & Haan C. 2006 *Livestock's long shadow environmental issues and options*. FAO document, 390 pp.

Whitford, W.G., Van Zee, J., Nash, M.S., Smith, W.E. & Herrick, J.E., 1999. Ants as indicators of exposure to environmental stressors in North American desert grasslands. *Environmental Monitoring and Assessment* 54, 143–171.

ANEXO 1. Fotografía de las áreas de estudio

Veracruz Bosque



Veracruz potrero



Guacochito Bosque



Guacochito Potrero



Puente salguero Bosque



Puente Salguero Potrero



Bosque Pitillas



Pitillas Potrero



Bosque Rabo Largo



Rabo Largo potrero



Puente Canoa Bosque



Puente Canoa Potrero



ANEXO 2. Riqueza y abundancia de especies vegetales por sitios

Familia / Nombre especie	Veracruz	Guacochito	Pte.Salguero	Pitillas	R.Largo	Pte.Canoa
ACHATOCARPACEAE						
<i>Achatocarpus nigricans</i>	2	4		5	6	1
ANACARDIACEAE						
<i>Spondias</i> sp.1						3
APOCYNACEAE						
<i>Rauwolfia tetraphylla</i>						
<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i>	4	34		10		
ARECACEAE						
<i>Arecaceae</i> 1	2					
<i>Arecaceae</i> 2						2
BIGNONIACEAE						
<i>Crescentia cujete</i>	1	1			5	
<i>Tabebuia</i> sp.1	1					
BORAGINACEAE						
<i>Cordia</i> sp.11	1					
<i>Cordia</i> sp.12	1	2	6			
CANNABACEAE						
<i>Celtis iguanaea</i>		1		2		
CAPPARACEAE						
<i>Capparis baducca</i>	1		2		24	
<i>Capparis</i> sp.1			1			
<i>Crateva tapia</i>	10	4			2	1
FABACEAE						
<i>Albizia niopoides</i>	4			1	3	
<i>Cassia grandis</i>						14
<i>Coursetia</i> sp.1			3			
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>						1
<i>Inga</i> sp.1						
<i>Lonchocarpus</i> sp.1	1		18			
<i>Pithecellobium</i> sp.			1			
<i>Platymiscium pinnatum</i>	4					
<i>Prosopis juliflora</i>		2	20	4		
<i>Samanea saman</i>					1	
<i>Senegalia riparia</i>	7	49	11	4	2	9
<i>Zygia</i> sp.					4	
<i>Fabaceae</i> 1	4					
<i>Fabaceae</i> 2					1	
LECYTHIDACEAE						
<i>Lecythis</i> sp.		1				
MALVACEAE						
<i>Guazuma ulmifolia</i>	21	2		2	11	18
<i>Pseudobombax septenatum</i>	2					
<i>Malvaceae</i> 1		1	4			
MORACEAE						
<i>Maclura tinctoria</i>				1	1	
<i>Moraceae</i>	2					
Myrtaceae				1		
NYCTAGINACEAE						
<i>Pisonia</i> sp.						1
<i>Nyctaginaceae</i> 1				1		
<i>Nyctaginaceae</i> 2					3	

POLYGONACEAE						
<i>Triplaris americana</i>	14		1	4		6
<i>Coccoloba</i> sp.1	1					
<i>Coccoloba</i> sp.2	1		1	5		
<i>Coccoloba</i> sp.3			1			
<i>Coccoloba</i> sp.4						
PRIMULACEAE						
<i>Jacquinia</i> sp.			1			
RUBIACEAE						
<i>Randia</i> sp.			1			
<i>Rubiaceae</i> 1	1					
<i>Rubiaceae</i> 2	1					
<i>Rubiaceae</i> 3				1		
<i>Rubiaceae</i> 4						3
<i>Rubiaceae</i> 5						7
SALICACEAE						
<i>Casearia corymbosa</i>						11
<i>Salicaceae</i>						2
<i>Casearia</i> sp. 1	4					
<i>Casearia</i> sp. 2				10		
ZYGOPHYLLACEAE						
<i>Bulnesia arborea</i>			8			
<i>No determinada</i> 1			4			
<i>No determinada</i> 2			1			
<i>No determinada</i> 3			1			
<i>No determinada</i> 4				1		
<i>No determinada</i> 5						2
Total	72	119	68	48	84	81

ANEXO 3. Riqueza y abundancia de hormigas por sitios

Especies	Veracruz		Guacochito		Pte.salguero		Pitillas		R. Largo		Pte. Canoa	
	Bq	Pt	Bq	Pt	Bq	Pt	Bq	Pt	Bq	Pt	Bq	Pt
<i>Acromyrmex sp. 01</i>	1/1		1/2	2/3	4/7	1/2	1/1					
<i>Allomerus sp. 01</i>	1/1											
<i>Anochetus sp. 01</i>		2/3			3/4		1/2					
<i>Azteca sp. 01</i>			1/1			1/1	1/1					
<i>Azteca sp. 02</i>							1/1					
<i>Brachymyrmex sp. 01</i>	1/1		3/4									
<i>Brachymyrmex sp. 02</i>			2/2	4/12	1/1		2/3			1/2		
<i>Camponotus sp. 01</i>	2/6	2/2	1/1	4/6	5/6		2/4					
<i>Camponotus sp. 02</i>				3/5	8/15		1/1	1/1				
<i>Camponotus sp. 03</i>					5/22	2/3	4/7					
<i>Camponotus sp. 04</i>				1/1	6/12	2/3	5/21		1/3			
<i>Camponotus sp. 05</i>		1/1			3/3						1/1	1/1
<i>Camponotus sp. 06</i>	1/1											
<i>Camponotus sp. 07</i>	1/7	3/22	4/5	1/2		2/3						
<i>Camponotus sp. 08</i>			1/1				2/26				1/1	
<i>Camponotus sp. 09</i>	2/3	1/2										
<i>Camponotus sp. 11</i>												1/2
<i>Camponotus sp. 12</i>					2/2		1/1					
<i>Cardiocondyla sp. 01</i>						4/8						
<i>Cephalotes sp. 01</i>	1/1				4/4	1/1						
<i>Cephalotes sp. 02</i>		1/1					2/2		1/1			1/1
<i>Cephalotes sp. 04</i>					1/1							
<i>Cephalotes sp. 05</i>	2/3	3/3			2/2	1/1	2/2		1/1		1/1	1/1
<i>Crematogaster sp. 01</i>	3/3	3/6	1/1		6/7	2/7	4/4		4/5	3/4	5/6	3/4
<i>Cyphomyrmex sp. 01</i>	1/1	1/1	2/2	1/1	1/1	2/4	1/1		1/1			1/1
<i>Cyphomyrmex sp. 02</i>					1/2							
<i>Cyphomyrmex sp. 03</i>			1/1				1/1					
<i>Dorymyrmex sp. 01</i>		6/43	1/8	11/84	2/11	12/46	5/31	1/1				
<i>Ectatomma ruidum</i>	13/71	8/77	23/380	25/478	27/486	9/46	25/321	3/3	1/40			4/5
<i>Gnamptogenys sp. 01</i>			2/2	1/1	1/2		1/1					

<i>Hypoponera sp. 01</i>		1/1	1/2									
<i>Hypoponera sp. 02</i>		1/1										
<i>Labidus coecus</i>				1/2		2/3						
<i>Leptogenys sp. 01</i>					2/2							
<i>Megalomyrmex sp. 01</i>		3/16	5/15		1/3	2/3	2/4					
<i>Megalomyrmex sp. 02</i>				1/1		1/1						
<i>Odontomachus bauri</i>	18/87	13/41	15/66	7/15	11/28	7/15	5/37	1/2		1/1	13/19	7/18
<i>Pachycodyla harpax</i>	1/1	1/1	6/9	1/1	6/7		1/2		1/1			
<i>Paratrechina sp. 01</i>	4/5	3/7	1/5	2/2	1/1	11/47	1/1	2/3		2/3		2/3
<i>Paratrechina sp. 02</i>	5/10	4/4		5/12	1/2	7/36	1/1	2/4		3/4	4/8	6/7
<i>Paratrechina sp. 03</i>				1/1			1/1					
<i>Pheidole sp. 01</i>	7/17	3/59	3/26	8/145	10/147	3/48	15/261					
<i>Pheidole sp. 02</i>	4/7	6/20	5/20	9/152	5/22		6/29		4/8		1/1	
<i>Pheidole sp. 03</i>	1/5	5/50	6/38	10/88	6/37	5/22	6/27	1/2				
<i>Pheidole sp. 04</i>	11/123	2/12	5/17	13/69	11/86	11/54	8/37		15/44	8/47	3/6	2/6
<i>Pheidole sp. 05</i>		3/22	2/4	3/27	5/13	1/10	4/15					
<i>Pheidole sp. 06</i>			4/9	3/3	6/16	1/1	4/8		1/1		1/1	
<i>Pheidole sp. 07</i>					1/1							
<i>Pheidole sp. 08</i>	1/3	1/3	6/31	3/8	8/35	4/8	6/47		6/15			
<i>Pheidole sp. 09</i>	2/9	3/12	5/32	4/8		5/13	2/6		8/75		1/1	
<i>Pheidole sp. 10</i>	1/2											
<i>Pheidole sp. 11</i>			3/8									
<i>Pheidole sp. 12</i>			1/1	1/3					1/2			
<i>Pheidole sp. 13</i>						1/3	1/14					
<i>Pheidole sp. 14</i>							1/1					
<i>Pheidole sp. 15</i>			2/13	1/460								
<i>Pheidole sp. 16</i>			1/1							3/40	5/15	
<i>Piramica sp. 01</i>			1/1	1/2								
<i>Plathytyrea sp. 01</i>					1/1							
<i>Pogonomyrmex sp. 01</i>		6/12		5/22	12/47	14/107			1/2			
<i>Pseudomyrmex sp. 01</i>	2/3		5/9		3/9		1/1			3/4	1/1	
<i>Pseudomyrmex sp. 02</i>	1/1	1/1	1/2		1/1	3/4	3/3					
<i>Pseudomyrmex sp. 03</i>						2/5				1/1		

<i>Pseudomyrmex sp. 04</i>					1/2		2/3					
<i>Pseudomyrmex sp. 06</i>									4/12			
<i>Pseudomyrmex sp. 07</i>											1/2	
<i>Pseudomyrmex sp. 08</i>					1/1							
<i>Pseudomyrmex sp. 09</i>					1/1							
<i>Pyramica sp. 01</i>			3/6									
<i>Rogeria sp. 01</i>	3/21	2/2			2/4							
<i>Rogeria sp. 02</i>			1/2				2/2					
<i>Solenopsis sp. 01</i>	5/8	5/12	13/83	12/50	11/28	17/158	13/39	1/2	1/1			
<i>Solenopsis sp. 02</i>	3/3	1/1	2/2	2/3	3/7	3/3	3/12		8/35	2/2	5/18	1/1
<i>Solenopsis sp. 03</i>					1/1		1/1					
<i>Solenopsis sp. 04</i>					1/1		1/1					
<i>Solenopsis sp. 06</i>			1/3									
<i>Solenopsis sp. 07</i>			1/36	1/1								
<i>Solenopsis sp. 08</i>			2/13									
<i>Solenopsis sp. 09</i>					1/1		1/1					
<i>Solenopsis 1sp. 0</i>					1/2							
<i>Solenopsis geminata</i>	3/7	13/620	9/53	9/38	1/1	7/28	2/4		5/7	15/359		3/4
<i>Strumigenys sp. 01</i>						1/3						
<i>Tapinoma sp. 01</i>				8/34		2/7						
<i>Tapinoma sp. 02</i>						1/3						
<i>Tapinoma sp. 03</i>				1/1								
<i>Tapinoma melanocephalum</i>									1/1	1/1		1/4
<i>Tennothorax sp. 01</i>	1/3				3/5		1/3		2/2			
<i>Trachymyrmex sp. 01</i>			3/7		2/3		2/3					
<i>Trachymyrmex sp. 02</i>		1/1	5/12			3/7						
<i>Trachymyrmex sp. 03</i>	1/1	2/3			1/1	1/1	2/2	2/2				
<i>Wasmannia sp. 01</i>	5/9		6/27		5/32		7/26				1/2	
Abundancia relativa /	108/	111/	167/	165/	208/	154/	167/	14/	62/	41/	44/	41/
Total individuos*	424	1062	963	1741	1136	715	1023	20	243	437	110	76

* Se recuerda que como abundancia relativa se tiene la frecuencia de captura de una especie, debido a la característica de eusocialidad que presentan las hormigas. El total de individuo nos da idea de la capacidad de reclutamiento.