

EVALUACIÓN ECOLÓGICA RÁPIDA DE TRES ECOSISTEMAS ESTIMANDO EL
ENSAMBLE DE LA COMUNIDAD DE COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS
(COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE), VEREDA CLARETE,
POPAYÁN, CAUCA.

CLARA MILENA CONCHA LOZADA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2008

EVALUACIÓN ECOLÓGICA RÁPIDA DE TRES ECOSISTEMAS ESTIMANDO EL
ENSAMBLE DE LA COMUNIDAD DE COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS (COL:
SCARABAEINAE), VEREDA CLARETE, POPAYÁN, CAUCA.

CLARA MILENA CONCHA LOZADA
Trabajo de grado para optar al título de Bióloga

Director
APOLINAR FIGUEROA CASAS, Ph.D.

Codirector
MARIA CRISTINA GALLEGO ROPERO, MSc.

Asesor
LUIS CARLOS PARDO-LOCARNO MSc.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2008

Nota de aceptación

Apolinar Figueroa Casas Ph.D.
Director

María Cristina Gallego Roperó MSc.
Codirector

María del Pilar Rivas Pava
Jurado

Camilo Ernesto Andrade
Jurado

Fecha de sustentación, 21 de Mayo de 2008.

A:

Mis padres: Carlos A. Concha Aguilar

Ana Ligia Lozada Floriano

Abuela: María Ignacia Aguilar

Mis hermanas: Carmen E. Concha Lozada

Natalia Concha Lozada

Mis sobrinas: Diana Katerine Cardona Concha

Ana Victoria Cardona Concha

Todos mis tíos y primos

Por acompañar mi camino brindándome fuerza y cariño

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la compañía, consejos, paciencia y espacios de trabajo a:

Apolinar Figueroa Casas Ph.D.

María Cristina Gallego Roper MSc.

Luis Carlos Pardo Locarno MSc.

Yilton Riacos Mg.

Luz Stella Villalobos, mi auxiliar de campo.

Yamid Mera.

Mónica Patricia Valencia Rojas. Bióloga

Juan Pablo Martínez. Biólogo.

Samir Joaqui. Biólogo.

Todos mis compañeros del Grupo de Estudios Ambientales – GEA

Comunidad vereda Clarete, Popayán, Cauca, Colombia

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	11
1. INTRODUCCIÓN	12
3. OBJETIVOS	14
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2. JUSTIFICACIÓN	15
4. MARCO TEÓRICO.....	16
4.1. EVALUACIÓN ECOLÓGICA RÁPIDA.....	16
4.1.1. Coleópteros coprófagos	16
4.1.1.1. Clasificación general	17
4.1.1.2. Desarrollo	17
4.1.1.3. Distribución y diversidad.....	17
4.1.1.4. Comportamiento de alimentación y nidificación	18
4.1.1.5. Importancia ecológica.....	18
4.2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	19
4.2.1. Modelos fenomenológicos.....	19
4.2.2. Matriz de FEARO	20
4.2.3. Fichas de manejo ambiental.....	21
5. METODOLOGIA.....	22
5.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	22
5.2. METODOS DE MUESTREO	22
5.2.1. Muestreo de Coleópteros coprófagos	22
5.2.2. Método para realizar la evaluación de impacto ambiental.....	25
5.2.2.1. Elaboración de modelos fenomenológicos	25

5.2.2.2. Matriz de FEARO	26
5.2.2.3. Fichas de manejo ambiental.....	26
5.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	27
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
6.1. CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES Y ESTIMADORES DE RIQUEZA	28
6.2. RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD DE COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS.....	30
6.3. ÍNDICES DE DIVERSIDAD, DOMINANCIA, COMPLEMENTARIEDAD, SIMILARIDAD Y ESPECIES EXCLUSIVAS.....	34
6.3.1. Índice de diversidad de Shannon-Weiner.....	34
6.3.2. Índice de dominancia de Simpson.....	35
6.3.3. Índice de complementariedad	35
6.3.4. Índice de similitud de Jaccard	35
6.3.5. Especies exclusivas	36
6.4. VARIABLES AMBIENTALES Vs ABUNDANCIA Y RIQUEZA DE COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS.....	37
6.4.1. Cobertura vegetal.....	37
6.4.2. Temperatura ambiente promedio	37
6.4.3. Humedad relativa	38
6.5. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	41
6.5.1. Modelos fenomenológicos.....	41
6.5.1.1. Modelo fenomenológico ecosistema de Pino-Eucalipto	41
6.5.1.2. Modelo fenomenológico ecosistema de bosque de Roble	45
6.5.1.3. Modelo fenomenológico ecosistema de potrero	48
6.5.2. Matrices de FEARO para la identificación de actividades impactantes en el ensamble de coleópteros coprófagos.....	51
6.5.2.1. Matriz de FEARO para el sistema de Pino-Eucalipto	51
6.5.2.2. Matriz de FEARO para el sistema de bosque de Roble	54
6.5.2.3. Matriz de FEARO para el sistema de potrero.....	56

6.5.3. Fichas de manejo ambiental algunas actividades impactantes en el ensamble de coleópteros coprófagos.	58
6.5.3.1. Ficha de manejo ambiental, ecosistema de Pino-Eucalipto	59
6.5.3.2. Fichas de manejo ambiental, ecosistema de Roble	60
6.5.3.3. Fichas de manejo ambiental, ecosistema de potrero	61
7. CONCLUSIONES.....	63
8. RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFIA	66
ANEXO 1. PRUEBA DE NORMALIDAD	74
ANEXO 2. FOTOS ESPECIES DE COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS.....	75

FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Simbología base para construir modelos fenomenológicos.	20
Figura 2. Área de estudio	23
Figura 3. Diseño y distribución de trampas para la colecta de Coleópteros coprófagos.	24
Figura 4. Curvas de acumulación de especies para cada uno de los ecosistemas.....	29
Figura 6. Abundancia de coleópteros coprófagos en los tres ecosistemas.....	32
Figura 7. Abundancia de especies en cada ecosistema.	32
Figura 5. Análisis cluster para los tres ecosistemas.....	36
Figura 8. Comparaciones entre abundancia y riqueza de coleópteros coprófagos vs porcentaje de cobertura vegetal, temperatura ambiente promedio y humedad relativa.	39
Figura 9. Modelo fenomenológico ecosistema Pino-Eucalipto	44
Figura 10. Efectos ecológicos de la fragmentación (Bustamante y Grez, 1995)	46
Figura 11. Modelo fenomenológico ecosistema bosque de Roble	47
Figura 12. Modelo fenomenológico ecosistema potrero.....	50

TABLAS

	Pág.
Tabla 2. Riqueza y abundancia de Coleópteros coprófagos colectados en cada ecosistema	30
Tabla 1. Índice de diversidad y estimadores de riqueza para cada ecosistema.....	34
Tabla 3. Matriz de FEARO ecosistema de Pino-Eucalipto.	53
Tabla 4. Matriz de FEARO ecosistema bosque de Roble.	55
Tabla 5. Matriz de FEARO ecosistema de potrero.	57

RESUMEN

Con el objetivo de desarrollar una evaluación ecológica rápida de tres ecosistemas y establecer una relación entre éstos y el ensamble de la comunidad de coleópteros coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la vereda Clarete, municipio de Popayán, Cauca, se realizaron muestreos con coprotrampas de caída y captura manual alrededor de las trampas en un cultivo de Pino-Eucalipto, un relicto de bosque de Roble y un potrero. De los muestreos se obtuvo un total de 1.075 individuos distribuidos en ocho (8) géneros y diez (10) especies. Se realizaron análisis basados en estimadores de riqueza como ACE y Chao (Colwell, 1997). Al calcular la eficiencia de muestreo se obtuvo valores entre el 80 y el 89,02%. Se calcularon índices de diversidad de Shannon (H'), de complementariedad y similitud o disimilitud de Jaccard (Ludwig y Reynolds, 1988; Zar, 1999). Posteriormente, se aplicó una prueba de bondad de ajuste (SPSS 11.5.1, 2002) encontrándose normalidad en los datos ($Z: 3,686$; $p: 0,001$). Al calcular una Anova anidada se establecieron diferencias significativas en la riqueza de especies entre los ecosistemas muestreados ($F_2 = 30,537$; $p = 0,0001$), los meses de muestreo ($F_5 = 7,876$; $p = 0,0001$) y la interacción ecosistema - mes ($F_{10} = 2,307$; $p = 0,015$). Con la Postanova se encontraron diferencias significativas en la riqueza de especies entre Pino-Eucalipto y Roble ($p: 0,001$) y entre Bosque y Potrero ($p: 0,0001$), pero no entre Pino-Eucalipto y Potrero ($p: 0,133$). De acuerdo a la riqueza de la fauna coprófaga encontrada en cada ecosistema evaluado y el análisis ambiental realizado con la ayuda de las matrices de FEARO, se identificaron las actividades tensoras que generan impactos significativamente adversos y adversos sobre esta comunidad. Las actividades identificadas y priorizadas hacen referencia a la remoción de coberturas, quemas, expansión de áreas productivas, deshierbe, raleo y accesibilidad (caminos alternos). Con esta información se realizaron fichas de manejo ambiental, permitiendo la formulación de estrategias que mitiguen los efectos adversos sobre los ecosistemas y a su vez afectan el ensamble de la comunidad de coprófagos en las áreas evaluadas.

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de ecosistema hace referencia a una unidad funcional y estructural materializada en un territorio, la cual se caracteriza por presentar una homogeneidad en sus condiciones biofísicas y antrópicas. Esta definición lleva implícito componentes como el suelo, el agua, la vegetación, la fauna, aspectos socio-económicos y culturales, los cuales interactúan entre sí constantemente en el adecuado desarrollo de un ecosistema (Romero y Sua, 2002). De acuerdo a lo anterior, algunas investigaciones resaltan la utilidad del estudio de la fauna de escarabajos estercoleros (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae), por su importancia ecológica y comercial (Coleman y Crossley, 1996).

Entre los beneficios ecológicos de los escarabajos estercoleros se encuentra su contribución al movimiento de la tierra, permitiendo la aireación del suelo, el intercambio iónico, el flujo de nutrientes, además, retardan la proliferación de parásitos y organismos vectores de enfermedades, ayudando a reducir el número de moscas que se crían en el estiércol (Heinrich y Bartholomew, 1995). También son considerados importantes dispersores secundarios de semillas y pueden ser potencialmente comercializados a partir de la cría de sus larvas, ya que son apetecidos por algunos coleccionistas o investigadores interesados en estudiar su biología, ecología y sistemática (Andresen, 2005; Boonrotpong *et al.* 2004).

Los aportes de estos organismos son proporcionalmente inversos al grado de intervención humana, por esta razón, los escarabajos estercoleros son considerados indicadores del estado de conservación ecosistémica, debido a su sensibilidad a los efectos adversos causados por las actividades antrópicas (Andresen, 2005; Boonrotpong *et al.* 2004). Por esta razón el presente trabajo se realiza en función del estudio del ensamble de la comunidad de escarabajos estercoleros y su relación con el


estado ambiental de tres ecosistemas, Pino-Eucalipto, bosque de Roble y Potrero, vereda Clarete, los cuales difieren en las actividades que pueden incidir sobre la estabilidad y permanencia de la comunidad.


3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar una evaluación ecológica rápida de tres ecosistemas estimando el ensamble de la comunidad de Coleópteros coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la Vereda Clarete, Popayán, Cauca.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-  Identificar el ensamble de la comunidad de Coleópteros coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en tres ecosistemas: bosque de Roble, cultivo de Pino-Eucalipto y potrero.

-  Realizar un diagnóstico ambiental para cada ecosistema y establecer su relación con el ensamble de la comunidad de coprófagos.

2. JUSTIFICACIÓN

La acción del hombre sobre los componentes del ecosistema satisfacen necesidades básicas tanto de alimentación como de vivienda, esta satisfacción se soporta en actividades como la ganadería, la agricultura, la silvicultura y la tala - quema, generando expansión de la frontera agrícola y ganadera, propiciando la degradación ecosistémica, expresada en la transformación, fragmentación de la cobertura vegetal, modificación y alteración de la diversidad biótica. Lo anterior ha generado una gama de paisajes modificados como agrosistemas, pastizales, potreros, suelos erosionados, entre otros, cada uno con características geofísicas, químicas y biológicas específicas, de modo tal, que al paso de los años los sistemas se han transformado en sistemas poco productivos (Ramírez y Ortiz, 1999).

Por lo anterior, esta investigación concentra su esfuerzo en relacionar la transformación de los sistemas naturales y la pérdida de diversidad biológica, en especial de coleópteros coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). Esto se debe a la importancia ecológica que tienen estos individuos en el adecuado funcionamiento los ecosistemas, basándose en su sensibilidad a los cambios físicos en la estructura del mismo.

Además, se busca conformar la línea base de información de las áreas de estudio, para que a futuro se puedan generar estrategias de mejoramiento y aprovechamiento adecuado de los sistemas naturales y productivos de la vereda Clarete. Por lo tanto, el desarrollo de este y otros estudios en cuanto a la biología, la ecología, la taxonomía, el aprovechamiento de los coleópteros coprófagos como indicadores del estado de conservación y su aprovechamiento económico, es necesario, tanto en sistemas naturales como antrópicos, con el fin de generar alternativas de desarrollo local, regional y nacional (González, 1981).

4. MARCO TEÓRICO

4.1. EVALUACIÓN ECOLÓGICA RÁPIDA

La evaluación ecológica rápida – EER - es un instrumento que consiste en una descripción rápida de los tipos de flora y fauna asociados a un área natural, se usa para caracterizar la diversidad biológica de un sitio y definir su aporte hacia la conservación de la biodiversidad; también puede usarse para proveer datos a los planificadores y manejadores del área (Lemuel *et al.*, 2001). Es una metodología que ayuda a disponer rápidamente de información necesaria para la toma de decisiones relacionadas a la conservación de la biodiversidad en áreas críticas o poco conocidas, con una alta biodiversidad, y/o en donde la biodiversidad se encuentra amenazada por la acción humana (Sayre *et al.*, 2000).

4.1.1. Coleópteros coprófagos

El término coleóptero significa en griego alas con estuche. En tiempos antiguos los escarabajos eran insectos muy comunes y atraían la atención del hombre por sus rápidos movimientos y su curioso habito de rodar las bolas de excremento. En el antiguo Egipto, eran considerados un símbolo del sol o el dios Ra, esto asumiendo que la bola de excremento rodada por el escarabajo estercolero era un símbolo de la salida del sol y el acto de enterrar la bola de excremento simbolizaba la puesta del sol (Klausnitzer, 1983). La mayoría de las especies cumplen su ciclo biológico en galerías construidas al interior del suelo, utilizando el excremento de una gran variedad de mamíferos de tamaño grande, mediano para su alimentación y como sustrato de oviposición, contribuyendo al funcionamiento de los ecosistemas (Escobar, 2000a). Tratándose de un recurso escaso y efímero y dado la gran diversidad de consumidores, la explotación del estiércol requiere el desarrollo de conductas a veces sorprendentes que permitan reducir la competencia y protegerlo de las condiciones ambientales. Es así, como los integrantes de la subfamilia Scarabaeinae han desarrollado la capacidad

de construir esferas de estiércol con fines alimentarios o reproductivos, este comportamiento, pudo haber surgido como respuesta a las características ecológicas de un microhábitat, para poder adaptarse y sobrevivir (Heinrich y Bartholomew, 1995; Morón, 2004). Los Coleópteros han colonizado diversidad de hábitats, ya que han invadido la tierra, el aire y el agua, sin embargo presentan una tendencia a preferir el sistema edáfico, aprovechando la materia orgánica en descomposición que se encuentra en el suelo (De la Fuente Freyre, 1994).

4.1.1.1. Clasificación general

Los Coleópteros coprófagos se encuentran dentro de la macrofauna edáfica, pues son organismos que se pueden distinguir a simple vista y están en un rango de 180 mm hasta menos de 2 mm y están incluidos en la familia Scarabaeidae, subfamilia Scarabaienae (Morón, 1984; Morón, 2004; Medina *et al.*, 2000).

4.1.1.2. Desarrollo

Los escarabajos coprófagos entierran el estiércol moldeándolo en pelotas de incubación, redondas o piriformes, en cada pelota se alberga un solo huevo, de esta manera la larva tendrá a su disposición todo el alimento y el agua que necesite para complementar su desarrollo; únicamente las hembras hacen pelotas de incubación y se ocupan de casi todas las tareas relacionadas con la anidación (Heinrich y Bartholomew, 1995).

4.1.1.3. Distribución y diversidad

A nivel mundial se conocen cerca de 6000 especies y 234 géneros de escarabajos coprófagos gran parte de esta fauna se encuentra distribuida en la zona tropical con cerca de 1300 especies y aproximadamente 70 géneros Medina *et al.* (2001). Para Colombia se conocen 6 tribus y 20 géneros, con 129 especies descritas (Pulido *et al.*, 2007).

4.1.1.4. Comportamiento de alimentación y nidificación

Los hábitos alimenticios de los escarabajos estercoleros son muy variados, algunos practican la coprofagia, es decir, se alimentan de excremento humano, bovino, ovino, porcino, de monos, entre otros (Morón, 1984). Otros se inclinan por la necrofagia, alimentándose de cadáveres en estado de descomposición. Sin embargo, se puede encontrar un desplazamiento parcial hacia los hábitos de la necrofagia, esto puede deberse a la disminución en el número de especies de mamíferos, a la pérdida de bosques u otras asociaciones boscosas, también se pueden alimentar de frutas y restos vegetales en descomposición; esta gama de preferencias alimenticias puede deberse a la disponibilidad de alimento en los hábitats ocupados por estos individuos (Halffter y Matthews, 1966; Pulido *et al.*, 2003).

El desarrollo de los escarabajos estercoleros está íntimamente relacionado con su alimento, de este modo, la nidificación se inicia con la localización del alimento, este proceso lo realizan con la ayuda del olfato, volando en contra del viento o perchados en la vegetación a distintas alturas; posteriormente relocalizan la fuente de alimento. Esta relocalización se clasifica en vertical cuando se entierra el alimento en el lugar donde es encontrado, denominando a los individuos que practican esta modalidad como cavadores y horizontal cuando transportan el alimento a una distancia para luego enterrarlo, denominando a los individuos que practican esta modalidad como rodadores. Un aspecto importante de la relocalización del alimento es que permite a los escarabajos dar protección a su alimento y al mismo tiempo brinda cuidado parental, pues en estos individuos la hembra oviposita en la pelota de excremento y es ahí donde se desarrolla y alimenta su progenie (Escobar y Medina, 1996; Estrada *et al.*, 1999).

4.1.1.5. Importancia ecológica

Los coleópteros juegan un papel importante en la cadena trófica, su función como descomponedores y depredadores es significativa en la agricultura y ganadería (Coleman y Crossley, 1996). Los coprófagos dinamizan el intercambio iónico, el reciclaje de nutrientes al momento de enterrar el excremento y cavar túneles en el

suelo, y son importantes dispersores secundarios de semillas (Boonrotpong *et al.*, 2004; Andresen, 2005); además, se han sugerido para ser empleados como indicadores de la salud ambiental, por las características de sensibilidad al cambio y tensión del ecosistema (Estrada *et al.*, 1999). Los coleópteros coprófagos son un grupo de importancia económica y agrícola en los ecosistemas, por ser dispersores de excrementos y dispersores secundarios de semillas, también responden de forma dramática a la modificación de los ambientes naturales por acción del hombre, por esta razón son utilizados en la realización de estudios de diversidad a corto plazo en evaluaciones ecológicas rápidas y a largo plazo en monitoreo (Pulido *et al.*, 2003). La importancia ecológica de estos individuos radica en su capacidad de adaptación al medio, la cual a su vez es resultado de su diversificación morfológica, alimenticia y conductual, apoyada por una tasa de reproducción eficiente (Morón, 1984).

4.2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Este capítulo hace referencia a la valorización y pronóstico de los efectos antrópicos sobre sistemas naturales que alteran la dinámica de los ecosistemas. Este análisis, se aplica a los diferentes componentes del sistema, tales como suelo, agua, vegetación y fauna, y en relación a estos encontramos una serie de criterios para evaluar el estado del ecosistema; los criterios hacen referencia a los flujos de energía, redes de interacción y actividades promotoras de impactos en el medio. De igual forma la evaluación tiene en cuenta criterios como la magnitud o severidad de los impactos en relación con su reversibilidad; un segundo criterio es la durabilidad o período en el cual la intervención puede extenderse; importancia, que es el valor del impacto en el área según su estado actual; riesgo o la posible ocurrencia y mitigación, que son las posibles soluciones convenientes a los impactos adversos (Figueroa *et al.*, 1998).

4.2.1. Modelos fenomenológicos

Es la abstracción del ecosistema, se hace necesario debido a que las interacciones dadas en un sistema son muy complejas y éste permite simplificarlas, de esta manera, se logra conceptualizar y entender el detalle de su integralidad. Las interacciones a las

cuales se refieren los modelos, se encuentran enmarcadas en el flujo de energía entre los distintos componentes de un ecosistema, de tal forma que para poder conceptualizar este flujo se emplean distintos símbolos; en la figura 1, se observan algunos de los símbolos más empleados (Lugo, 1982).

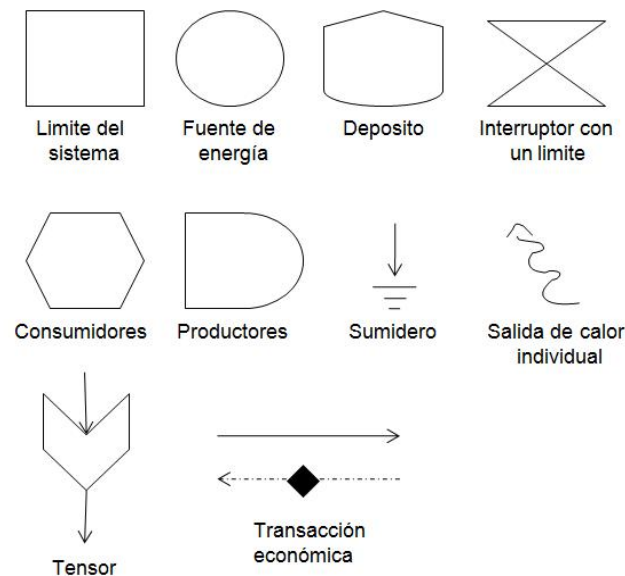


Figura 1. Simbología base para construir modelos fenomenológicos.

4.2.2. Matriz de FEARO

Esta matriz nos permite analizar globalmente impactos que ejercen presión sobre los indicadores del ecosistema, para esto se tienen en cuenta actividades antrópicas relevantes y comunes observadas en la zona de estudio. Los datos obtenidos proporcionan información que contribuye a la identificación y confirmación de sectores afectados por los impactos generados con las diversas actividades humanas, para esto se deben tener en cuenta criterios como (Espinoza, 2002):

- Capacidad: es el potencial de un territorio para absorber presiones ambientales.
- Impacto: importancia relativa de las actividades antrópicas.
- Carácter del impacto: consideración positiva o negativa, beneficiosa o perjudicial respecto al estado previo a la acción.

- Magnitud del impacto: informa acerca de la extensión del impacto y representa la “cantidad e intensidad del impacto”:
- Significado del impacto: importancia relativa y se asimila a la “calidad del impacto”.
- Tipo de impacto: describe el modo en que se produce (directo, indirecto, o sinérgico)
- La duración del impacto: hace referencia al comportamiento en el tiempo, de los impactos ambientales (corto plazo, largo plazo).
- La reversibilidad del impacto: tiene en cuenta la posibilidad, dificultad o imposibilidad de retornar a la situación anterior a la acción (impactos reversibles o irreversibles).
- El riesgo del impacto: estima su probabilidad de ocurrencia.
- El área espacial o de influencia: territorio que contiene el impacto ambiental y que no necesariamente coincide con la localización de la acción propuesta.

4.2.3. Fichas de manejo ambiental

Estas fichas proporcionan información básica sobre las posibles acciones mitigadoras de las actividades tensoras, las cuales han sido identificadas en las matrices de FEARO. Este proceso se realiza para cada ecosistema evaluado: cultivo de Pino-Eucalipto, bosque de Roble y potrero.

5. METODOLOGIA

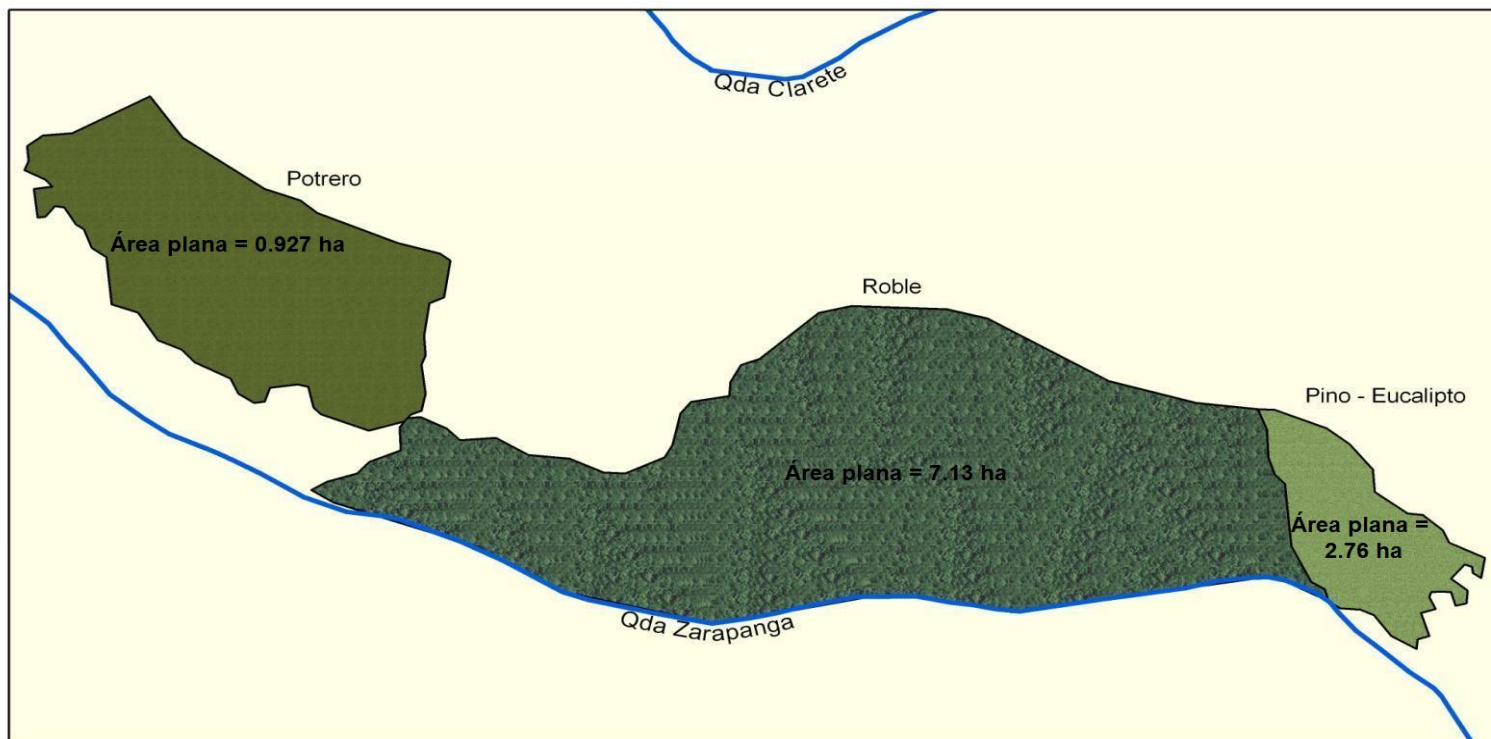
5.1. ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo se realizó en la parte media de la cuenca del río Palacé por su importancia ambiental y socio-económica en la región. El área de estudio se compone de tres ecosistemas continuos, los cuales se encuentran en un rango altitudinal entre los 1890 y 1940 msnm, con una temperatura promedio entre 19°C y 20°C (IDEAM, 2006 y 2007). Los ecosistemas evaluados corresponden a un cultivo de Pino-Eucalipto N 2° 30' 02'', W 76° 31' 39''; un fragmento de bosque de Roble N 2° 30' 05'', W 76° 31' 43'' y un Potrero N 2° 30' 06'', W 76° 31' 59'' (Figura 2).

5.2. METODOS DE MUESTREO

5.2.1. Muestreo de Coleópteros coprófagos

Debido a que los ecosistemas para estudio no presentaban la misma área, se debió realizar un diseño de muestreo anidado que permitiera posteriormente la comparación de los datos. En el interior de cada ecosistema se trazó un transecto a una distancia de 40 metros del borde. El tamaño del transecto era directamente proporcional al área de cada ecosistema (Figura 2), de tal manera que en el cultivo de Pino-Eucalipto se instalaron 4 trampas, en el relicto de bosque de Roble 8 trampas y en potrero 16 trampas. La distancia entre trampas fue de 30 metros (Villareal *et al.*, 2004). Para la captura de los especímenes, se usaron trampas de caída tipo Pitfall modificadas por Pardo (1995a), cebadas con una mezcla homogenizada de excremento humano y de vaca, conocidas como coprotrampas. La trampa consiste en un vaso plástico de 500 ml enterrada a ras de suelo, con el cebo en su interior; a los costados del vaso se realizaron perforaciones, ya que algunos coprófagos se entierran para buscar el alimento, de esta manera no se pierden individuos en el momento de muestrear (Figura 3).



Leyenda

- Rios
- Ecosistemas**
- Pino-Eucalipto
- Potrero
- Roble
- Microcuenca Clarete

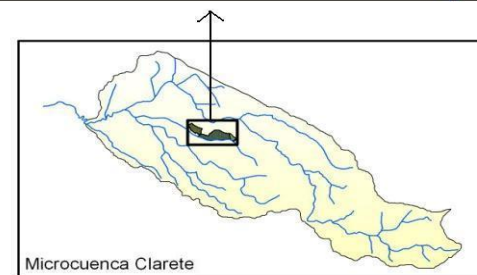


Figura 2. Área de estudio

El muestreo se complemento con la captura manual de individuos localizados en la hojarasca, suelo y excremento de bovinos próximos a las trampas. Cada trampa era cebada a las 0, 24, 48 y 72 horas debido a que el cebo se inactiva, y a partir de la hora 24 se colectaban las muestras. Se realizaron seis muestreos entre los meses de agosto de 2006 y enero de 2007. El material colectado fue debidamente rotulado y llevado al laboratorio de biología de la Universidad del Cauca para su posterior montaje e identificación. Para la caracterización habitacional de cada ecosistema, se realizaron mediciones de algunas variables que pueden incidir en la riqueza y abundancia de las especies, tales como: cobertura vegetal, temperatura promedio ambiente y humedad relativa.

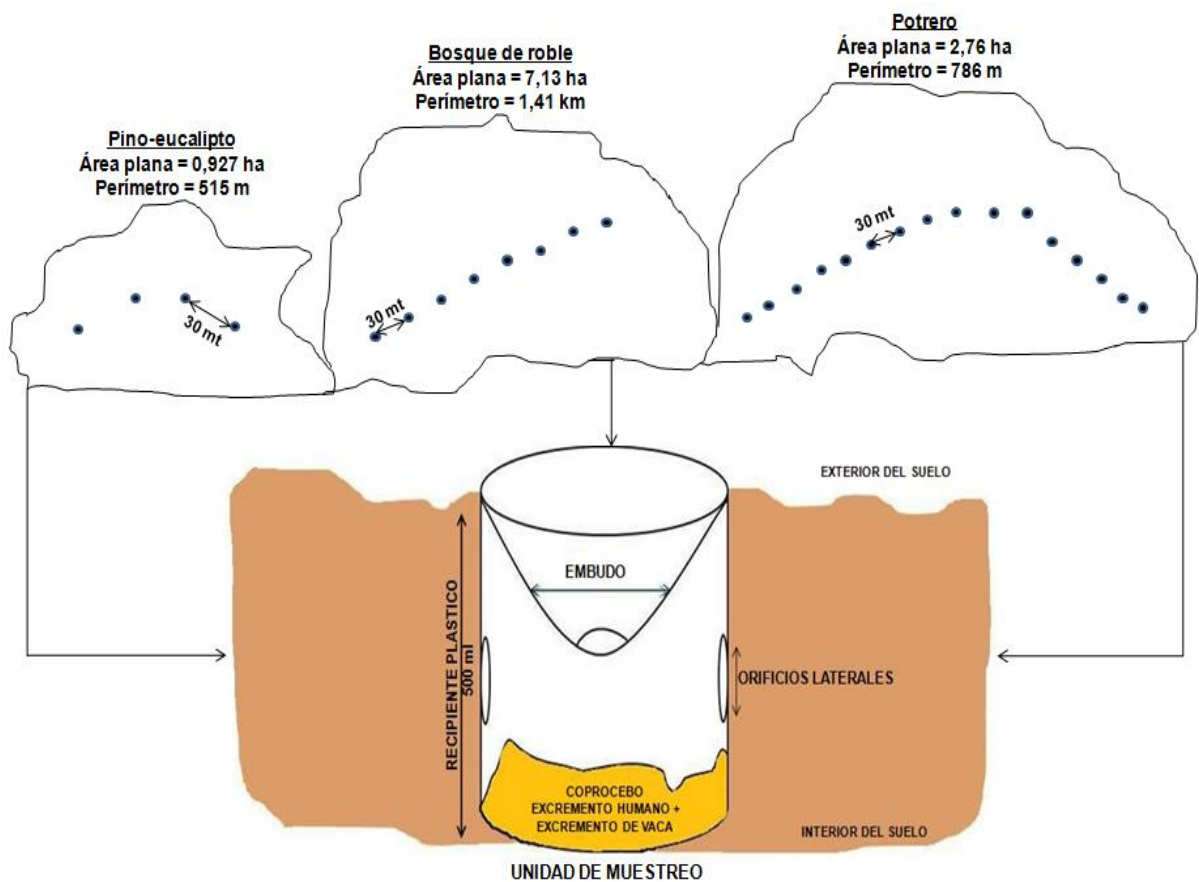


Figura 3. Diseño y distribución de trampas para la colecta de Coleópteros coprófagos.

5.2.2. Método para realizar la evaluación de impacto ambiental.

Según Espinoza (2001), la evaluación de impacto ambiental (EIA) es un análisis sistemático, reproducible e interdisciplinario de los impactos potenciales, tanto de una acción propuesta como de sus alternativas, en los atributos físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos de un área geográfica en particular. Tiene como propósito asegurar que los recursos ambientales de importancia se reconozcan al principio del proceso de decisión y se protejan a través de planeamientos, junto a decisiones pertinentes. Es un proceso de advertencia temprana y de análisis continuo que protege los recursos ambientales contra daños injustificados o no anticipados. La efectividad del proceso de EIA depende del grado de prioridad nacional, regional o local que tenga la calidad ambiental. Sin embargo, ningún método de EIA puede ser considerado el mejor, como tampoco se puede asegurar que existe un método que sirva o sea apropiado para la evaluación de cualquier tipo de proyecto, por ello, la elección de un método debe estar basada en su concepción y en su relación con el tipo de estudio a desarrollar (Figuerola *et al*, 1998).

5.2.2.1. Elaboración de modelos fenomenológicos

Los modelos fenomenológicos son una abstracción del ecosistema, estos modelos son importantes debido a que las interacciones dadas en un sistema son muy complejas y es necesario simplificarlas; para realizar esta abstracción se emplearon las convenciones estandarizadas por Lugo (1982). De esta manera se logra conceptualizar y entender el detalle de la integralidad de los sistemas evaluados, en este caso un cultivo de Pino-Eucalipto, un bosque de Roble y un potrero, permitiendo entender las relaciones que se presentan en dichos ecosistemas, enmarcadas en el flujo de energía entre los distintos componentes de un ecosistema (suelo, agua, aire, vegetación y fauna). Los modelos que se presentan en este trabajo relacionan el ensamble de la comunidad de escarabajos estercoleros y el funcionamiento actual de cada uno de los ecosistemas estudiados. La razón de esta relación se fundamenta en el hecho de que los escarabajos estercoleros son considerados como un grupo importante para la evaluación de los cambios producidos por actividades antropogénicas en ecosistemas

naturales e intervenidos, debido a su sensibilidad a cambios en el ecosistema y a la facilidad para estandarizar los métodos de su recolección (Klein, 1989; Halffter y Matthews, 1996. Citado en Hernández *et al*, 2003).

5.2.2.2. Matriz de FEARO

Para este trabajo se empleó el método de matrices de interacción utilizando la Matriz de FEARO. En esta matriz se relaciona una lista de actividades antrópicas que pueden estar afectando el sistema; al finalizar este proceso, se puede determinar si es necesario realizar un estudio exhaustivo de impacto ambiental, teniendo como ventaja la información reunida, la cual, servirá para definir las áreas que requieren especial atención (Figuroa *et al*, 1998).

5.2.2.3. Fichas de manejo ambiental

Con la información recopilada en las matrices de FEARO, se generan las fichas de manejo ambiental, las cuales contienen las actividades mitigadoras para cada una de las acciones tensoras identificadas en los ecosistemas evaluados. Las fichas tienen la siguiente estructura:

- Nombre de la ficha: corresponde a la acción mitigadora de la actividad tensora del ecosistema.
- Número de la ficha: corresponde al orden de presentación de las fichas de manejo ambiental.
- Referente fotográfico: evidencia la actividad tensora del ecosistema.
- Objetivo: corresponde al fin de cada ficha de manejo ambiental.
- Actividad: corresponde a la actividad tensora identificada con la ayuda de las matrices de FEARO.
- Componente afectas: corresponde al o los componentes directamente influenciados de manera negativa por las actividades tensoras.
- Descripción de la actividad: se realiza un recuento del desarrollo de la actividad tensora en el ecosistema evaluado.

- Efectos adversos: son aquellos daños y perjuicios que se han ocasionado por el desarrollo de la actividad tensora en el ecosistema evaluado.
- Acciones a desarrollar: formulación de estrategias de manejo para las actividades tensoras.
- Seguimiento y monitoreo: se plantea desde el punto de vista comunitario, es decir, se propone este ítem para que quede nota firme que debe ser una comunidad la que realice este proceso, con el fin de generar apropiación, uso y manejo adecuado de los recursos naturales que están siendo afectados por las actividades tensoras identificadas y descritas con anterioridad.
- Costos: se realiza un cuadro de costos general, el cual puede ser modificado y detallado por quien vaya a ejecutar las fichas de manejo ambiental.
- Responsable directo: en caso de ejecutar las fichas esta casilla será para identificar el responsable de dicho proceso.

5.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los datos se exploró la normalidad de los datos con una prueba de bondad de ajuste (SPSS 11.5.1., 2002). Se realizaron curvas de acumulación de especies y se utilizaron estimadores de riqueza ACE y CHAO para determinar la eficiencia de muestreo, mediante el programa EstimateS (Colwell, 1997). Los valores de riqueza y abundancia encontrados fueron organizados en una base de datos en el programa Excel (Microsoft office 2007) y se realizaron gráficos que agrupan la información general de los ecosistemas estudiados. Se calculó el índice de diversidad de Shannon (H'), el índice de dominancia de Simpson, el índice de complementariedad y el índice de similitud de Jaccard (Villareal *et al.*, 2004; Moreno, 2001). Posteriormente, se calculó una Anova anidada para determinar diferencias entre la riqueza de la comunidad de coleópteros coprófagos en los ecosistemas. Finalmente se realizó una correlación de las variables habitacionales medidas con la riqueza y la abundancia de escarabajos estercoleros en el programa Excel (Microsoft office 2007), para determinar si hay una relación directa o indirectamente proporcional entre las mismas.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES Y ESTIMADORES DE RIQUEZA

La curva de acumulación de especies se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Esta curva muestra cómo el número de especies se va acumulando en función del número de muestras colectadas, de esta manera, se estima el esfuerzo de muestreo realizado. La figura 4, permite observar la obtención de una muestra significativa de coleópteros coprófagos para cada una de las áreas muestreadas. Los estimadores de riqueza ACE y CHAO exponen que los valores de la riqueza observada generan una curva asintótica muy cercana a estos. Así mismo, al calcular con base en los estimadores, la eficiencia de muestreo, se registran valores entre el 80% para el Potrero y de 89,02% para el robledal, sugiriéndose de esta manera un muestreo eficiente en cada uno de los ecosistemas evaluados, además de la confiabilidad de los datos obtenidos (Tabla 1).

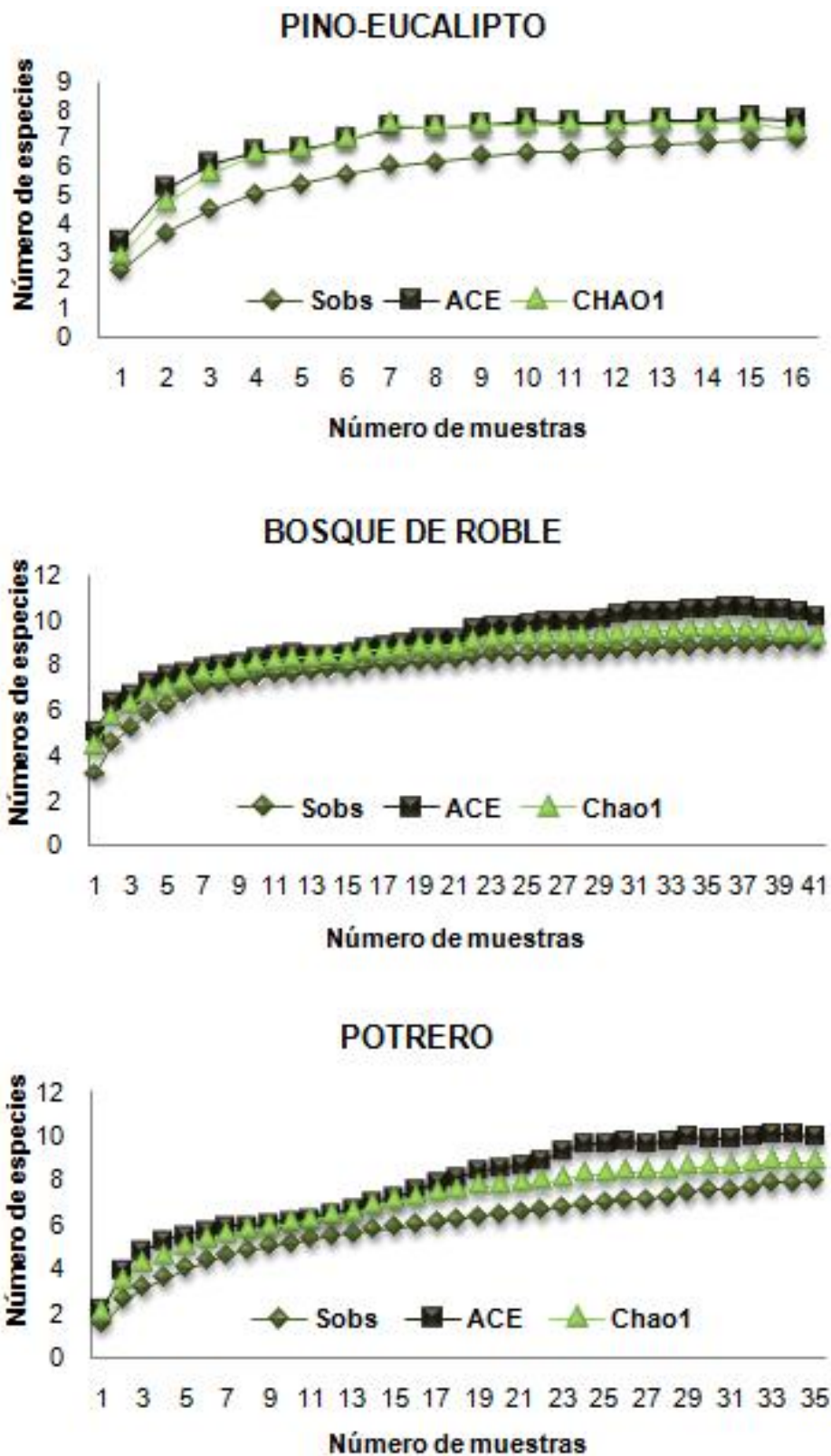


Figura 4. Curvas de acumulación de especies para cada uno de los ecosistemas.

6.2. RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD DE COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS

Se colectó un total de 1.075 individuos, distribuidos taxonómicamente en ocho (8) géneros y diez (10) especies (Tabla 2), siendo el ecosistema de Roble el que presentó la mayor riqueza con nueve (9) especies. Una evaluación realizada en el Parque Nacional Natural Farallones de Cali por Pardo *et al.* (1995b), en un rango altitudinal entre 1450 y 2400 msnm, registró un total de 1154 individuos pertenecientes a nueve (9) géneros. Al comparar esta abundancia con los datos obtenidos, se encuentra que los géneros *Dichotomius*, *Ontherus*, *Onthophagus*, *Eurysternus* y *Oxysternon* se reportaron en ambos estudios. El autor indica que la importante dinámica y diversidad representativa de estos grupos llama la atención sobre la necesidad de profundizar en la investigación y conservación de los mismos como componente valioso de estos ecosistemas.

Tabla 1. Riqueza y abundancia de Coleópteros coprófagos colectados en cada ecosistema

ESPECIES	PINO-EUCALIPTO	ROBLE	POTRERO
<i>Canthidium aurifex</i> Bates.	-	79	1
<i>Deltochilum (Deltohyboma) parile</i> Bater.	-	2	-
<i>Dichotomius belus</i> Har.	5	-	18
<i>Eurysternus marmoreus</i> Castelnau.	7	25	2
<i>Ontherus lunicollis</i> Genier.	112	364	86
<i>Onthophagus curvicornis</i> Latreille.	14	17	18
<i>Onthophagus aff. steinheli</i> .	-	8	-
<i>Oxysternon conspicillatum</i> Weber.	2	1	1
<i>Uroxys aff. caucanus</i> Arrow.	24	234	16
<i>Uroxys cf. depressiprons</i> .	1	36	2
Riqueza	7 sp	9 sp	8 sp

Estudios realizados en la Vereda Cataluña, área de amortiguación del santuario de fauna y flora Otún Quimbaya, ubicado en el flanco occidental de la cordillera central entre los 1800 y 2600 m. por Torres *et al.* 2006, reportan un total 3.476 individuos colectados, representados en diez (10) géneros y 17 especies, siendo el bosque natural

el que presentó, igualmente, la mayor riqueza con 17 especies. Similares resultados obtuvo Cultid (2007) en un estudio realizado en el corregimiento La Florida, vereda la Suiza entre los 1800 y 2300 m, ubicado sobre la misma vertiente de la cordillera central, departamento de Risaralda, donde registró un total de 8.962 individuos pertenecientes a 14 especies y nueve (9) géneros de Scarabaeinae.

Estudios realizados por varios autores en diferentes ecosistemas con diversos usos y manejos (Medina, 1997; Pardo, 1995b; Pardo *et al.*, 2000; Cultid, 2007; Torres *et al.* 2006), sugieren que estas prácticas pueden estar afectando la diversidad biológica de las comunidades de coprófagos, pues afectan directamente la estructura del ecosistema y de manera indirecta la abundancia y tipo de heces.

Al realizar una prueba de bondad de ajuste (SPSS 11.5.1, 2002), se encontró normalidad en los datos ($Z: 3,686$; $p: 0,001$). Al calcular una Anova anidada se establecieron diferencias significativas en la riqueza de especies entre los ecosistemas muestreados ($F_2 = 30,537$; $p = 0,0001$), los meses de muestreo ($F_5 = 7,876$; $p = 0,0001$) y la interacción ecosistema - mes ($F_{10} = 2,307$; $p = 0,015$). Con la Postanova se encontraron diferencias significativas en la riqueza de especies entre Pino-Eucalipto y Roble ($p: 0,001$), entre Bosque y Potrero ($p: 0,0001$), pero no entre Pino-Eucalipto y Potrero ($p: 0,133$).

Con respecto a la abundancia total registrada de Coleópteros coprófagos, se tiene que en el ecosistema de Roble se colectó la mayor abundancia y la menor en potrero (Figura 6). Similares resultados obtuvo Cultid (2007), en un trabajo realizado en la vereda la Suiza, departamento de Risaralda, en un bosque de Roble y un pastizal, registrando la mayor abundancia en el bosque (60.20%) y en el pastizal la más baja tasa de captura de individuos (2.34%).

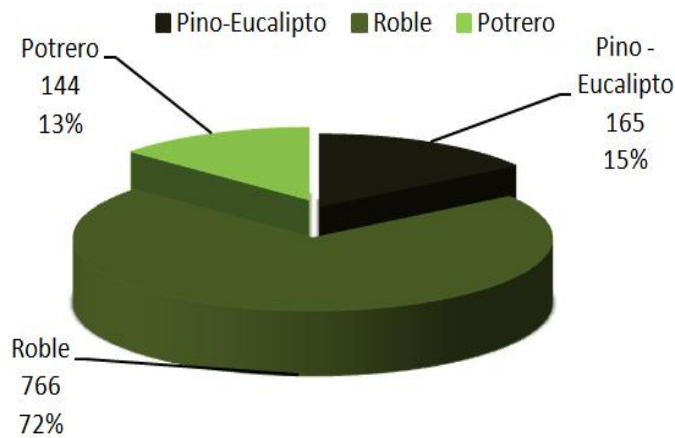


Figura 5. Abundancia de coleópteros coprófagos en los tres ecosistemas

Para los géneros registrados, se tiene que la mayor abundancia la presentó *Ontherus lunicollis* en cada ecosistema, seguido por la especie *Uroxys aff. caucanus* (Figura 7).

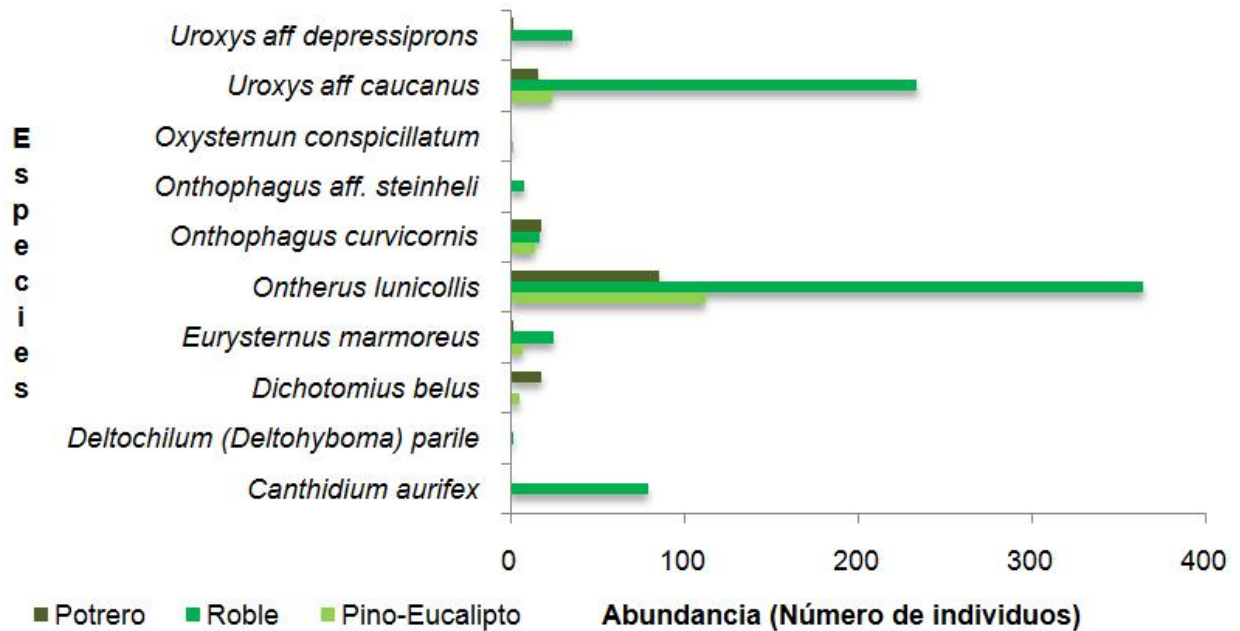


Figura 6. Abundancia de especies en cada ecosistema.

Estos resultados se relacionan con estudios realizados por Castro y Fagua (2000), en zonas boscosas y abiertas, en la serranía de los Farallones, donde se encontraron un total de 1.606 individuos, distribuidos en 22 especies. Los autores determinaron diferencias en la composición de especies de coprófagos entre las áreas boscosas y abiertas, reflejando la influencia que ejerce la vegetación en la abundancia de esta comunidad. Lo anterior concuerda con los resultados obtenidos en la actual investigación, donde se marca una diferencia en la abundancia de coprófagos entre los ecosistemas de Pino-Eucalipto, Roble y Potrero teniendo en cuenta que los sistemas actualmente evaluados se encuentran sometidos a distintas presiones ejercidas por las actividades humanas como la tala, quema, remoción del suelo, ganadería y construcción de caminos alternos para el desplazamiento comunitario.

Escobar (2007) plantea que la sustitución de los bosques por áreas para ganadería y cultivo modifican la riqueza, abundancia y composición de especies, expone que se tienen datos similares en bosques secos, bosques lluviosos de la región pacífica y de la Amazonía. Además, el mismo autor afirma que los escarabajos estercoleros responden negativamente a modificaciones drásticas tales como la fragmentación y transformación de los hábitats naturales y que la mayoría de las especies de interiores de bosque son intolerantes a las condiciones imperantes en zonas deforestadas, a causa de los cambios en las condiciones microclimáticas y oferta del recurso.

Noriega *et al.* (2007), afirman que los bosques andinos se encuentran sometidos fuertemente a perturbaciones para adecuar áreas de cultivos y pastizales. En otro estudio realizado por los mismo autores, en cafetales, pastizales y relictos de bosque en Tarso, Antioquia, se obtuvieron un total de 779 individuos, distribuidos en siete (7) géneros y 13 especies, registrándose una mayor abundancia en el cafetal seguido del bosque y finalmente el Potrero. Al comparar estos datos con los obtenidos, se puede sugerir que la diversidad de coprófagos está directamente relacionada con el nivel de antropización de cada uno de los sistemas evaluados, en este caso, el bosque de Roble

y el Pino-Eucalipto presentaron las mayores abundancias y las menores en el potrero o pastizal.

6.3. ÍNDICES DE DIVERSIDAD, DOMINANCIA, COMPLEMENTARIEDAD, SIMILARIDAD Y ESPECIES EXCLUSIVAS.

6.3.1. Índice de diversidad de Shannon-Weiner

Teniendo en cuenta que el índice de Shannon adquiere valores entre cero (0) cuando hay muy baja diversidad y cinco (5) cuando hay alta diversidad, tenemos que de acuerdo a los valores dados por este índice en cada uno de los ecosistemas estudiados, el robledal registra el mayor valor con 1,36 y el menor se presenta en Potrero con 1,06 (Tabla 1). Este índice tiene una buena habilidad discriminatoria entre sitios similares, se influencia moderadamente por el tamaño de la muestra, es sensible a los cambios en la riqueza de especies (Hall *et al.*, 2001).

Tabla 2. Índice de diversidad y estimadores de riqueza para cada ecosistema.

HABITAT	Estimadores de Riqueza			Eficiencia de muestreo (%)	Diversidad (Shannon-Weiner)	Dominancia (Simpson)	Índice de Complementariedad
	Sobs	ACE	CHAO				
Pino – Eucalipto	7	7,61	7,59	87,5	1,06	0,5	
Roble	9	10,11	9,71	89,02	1,36	0,6	
Potrero	8	10	14,12	80	1,26	0,6	
Diversidad total					1,4		
Pino-Eucalipto vs Potrero							0,33
Pino-Eucalipto vs Roble							0,40
Roble vs Potrero							0,30

Los valores obtenidos en la actual investigación, van en igual sentido a los registrados por Torres *et al.* (2006), donde reportan un valor de 2,09 para el bosque, 1,19 para el Eucalipto y un menor valor de 0,29 para el Potrero.

6.3.2. Índice de dominancia de Simpson

Este índice está fuertemente influenciado por la o las especies que dominan en un ecosistema. De esta manera el valor que registró este índice para cada ecosistema estudiado (Tabla 1), muestra la dominancia de la especie *Ontherus lunicollis* con la particularidad que es mucho mayor su abundancia en el robledal, seguida de Pino-Eucalipto y finalmente Potrero; lo que permite sugerir que su abundancia va en sentido directo al grado de antropización, es decir, en la medida que el ecosistema es menos estructurado y más intervenido, su abundancia decrece. Además, en el Robledal se presenta la especie *Uroxys aff. caucanus* como la segunda de mayor abundancia.

6.3.3. Índice de complementariedad

El índice de complementariedad permite determinar si dos hábitats se complementan entre sí. Este índice presenta un intervalo de valores que va de cero (0) cuando ambos sitios son idénticos hasta uno (1) cuando los dos sitios son totalmente distintos (Moreno, 2001; Villareal *et al.*, 2004). De acuerdo con los índices calculados (Tabla 1) los ecosistemas Pino-Eucalipto y Roble son los más disímiles y se complementan en un 40%. Esto puede deberse a que prácticas como la remoción, la quema, la labranza del suelo, la tala de Roble, llevadas a cabo en el cultivo de Pino-Eucalipto y el Roble, para la implementación de nuevas alternativas de desarrollo y subsistencia, han generando condiciones ambientales y ecológicas determinantes en la estructura del ecosistema modificando las condiciones microclimáticas y edáficas, propiciando el establecimiento de fauna resistente o adaptable a este tipo de condiciones.

6.3.4. Índice de similitud de Jaccard

Los índices de similitud/disimilitud expresan el grado de semejanza o diferencia en la composición de especies y sus abundancias en dos muestras o comunidades. Este índice da igual peso a todas las especies sin importar su abundancia y por ende da importancia incluso a las especies más raras. El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies (Villareal *et al.*, 2004). Al realizar el cluster, se evidencia que los

ecosistemas de Potrero y Roble comparten mayor número de especies (0,9), Figura 5. Este resultado puede estar influenciado por la proximidad que tiene el bosque de Roble al potrero, además, el potrero cuenta con un tratamiento de cercas vivas con árboles de Roble, facilitando el desplazamiento de la fauna de coprófagos entre los dos sistemas.

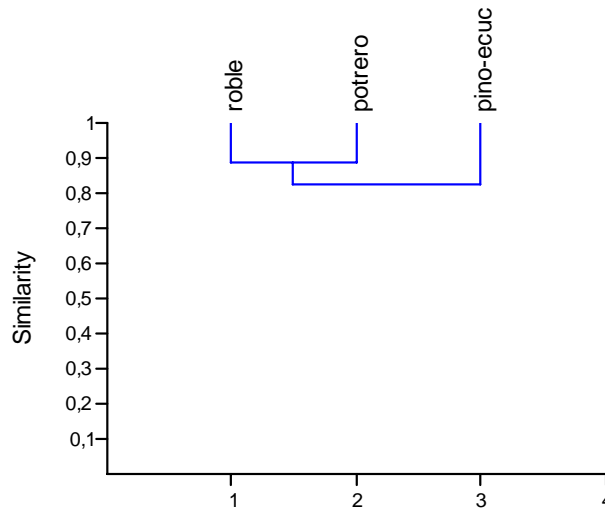


Figura 7. Análisis cluster para los tres ecosistemas.

6.3.5. Especies exclusivas

Las especies *Detochilum (Deltohyboma) parile* y *Onthophagus aff. steinheli* sólo se registraron en el robledal. La especie *Dichotomius belus* no se presentó en robledal pero si en Pino-Eucalipto y Potrero. Medina *et al.* (2001) y Escobar (2000a) afirman, que en los sistemas montañosos de Colombia existe un bajo número de especies, ya que la franja altitudinal entre los 1000 y 2000 m de los Andes colombianos se encuentra altamente deforestada y transformada en un paisaje con predominio de cultivos, potreros y con pocos parches de bosque en regeneración. Por esta razón, este rango altitudinal se encuentra dominado por especies típicas de áreas abiertas, las cuales no requieren de grandes extensiones de bosque para su subsistencia. Así mismo, las especies colectadas se encuentran registradas en esta revisión y concuerdan con los rangos altitudinales sobre el cual se realizó el presente estudio. Al comparar los

registros con la evaluación realizada por Montes *et al.* (2007) en tres zonas protegidas del municipio de Caldas, Manizales, en donde se colectaron 10 especies en el Ecoparque los Alcázares (1850 m), se encuentra una relación positiva de acuerdo a la altitud, en donde la mayoría de las especies colectadas se relacionan al fragmento de bosque. Montes *et al.* (2007), además reporta que la especie *Eurysternus marmoreus* solo se colectó en áreas abiertas. Los autores afirman que sus observaciones indican la preferencia de algunas especies por determinados rangos altitudinales, haciendo referencia a la especie *Oxysternum conspicillatum* encontrado a 1850 m.

6.4. VARIABLES AMBIENTALES Vs ABUNDANCIA Y RIQUEZA DE COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS

Se calcularon coeficientes de correlación entre la abundancia, riqueza de coprófagos y las variables ambientales medidas (relacionadas en la metodología), con el fin de determinar si existe una relación directa o indirecta entre el ensamble de Coleópteros coprófagos y estas variables.

6.4.1. Cobertura vegetal

La Figura 8A, muestra la relación directa entre el porcentaje de cobertura vegetal y la abundancia de Coleópteros coprófagos. El valor del coeficiente de correlación 0,7 permite sugerir que al aumentar la cobertura vegetal se presenta un aumento proporcional de la abundancia de las comunidades de coprófagos. Sin embargo al realizar la misma comparación pero empleando la riqueza, el valor del coeficiente de correlación 0,2 no muestra la misma tendencia; esto se puede deber a la mínima diferencia en la riqueza que presenta cada uno de los sitios muestreados, debido al alto grado de antropización.

6.4.2. Temperatura ambiente promedio

El rango de la temperatura ambiente promedio durante los seis meses de muestreo para los ecosistemas evaluados se encuentra entre 28,4°C – 29,7°C. De acuerdo con el coeficiente de correlación calculado -0,9 para riqueza y -0,8 para abundancia, se

observó que el aumento o reducción en la abundancia y riqueza de coleópteros coprófagos presenta una relación inversa con esta variable ambiental, es decir, en la medida que la temperatura aumenta, bajo esas condiciones altitudinales, disminuye la riqueza y abundancia de la comunidad de coprófagos (Figura 8B). Por lo tanto, la tendencia es a una disminución de la temperatura en el área del bosque y a un aumento en la abundancia de la comunidad.

6.4.3. Humedad relativa

El rango de humedad relativa de los ecosistemas evaluados se encuentra entre 38 y 46%. El coeficiente de correlación calculado tanto para la abundancia 0,98 como para la riqueza 0,91, sugieren que esta variable puede estar influenciando directamente la riqueza y abundancia de coprófagos (Figura 8C).

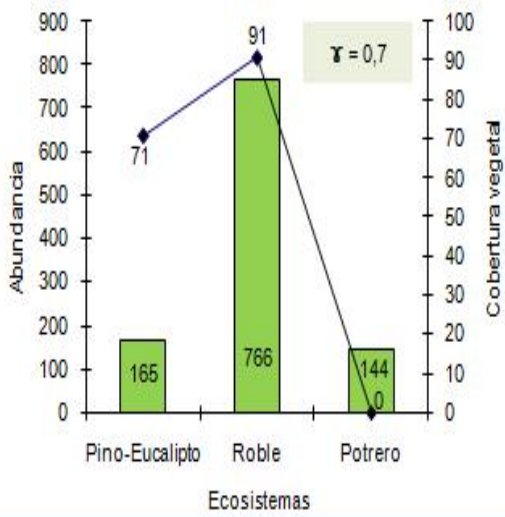


Figura 8A

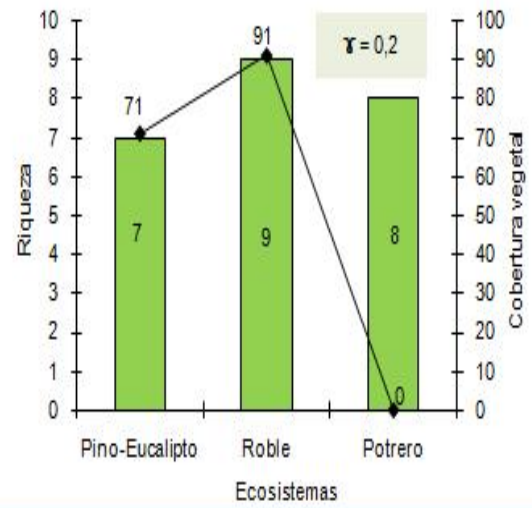


Figura 8B

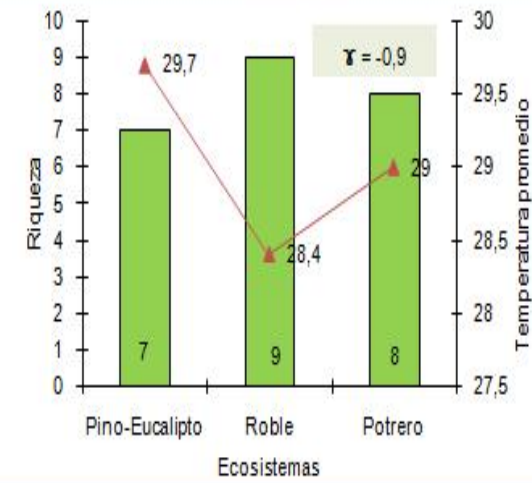
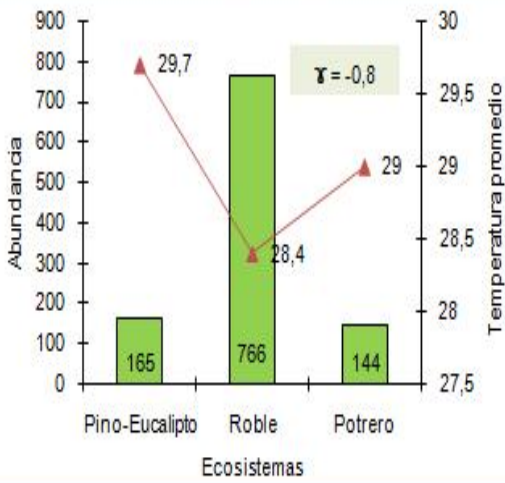


Figura 8C

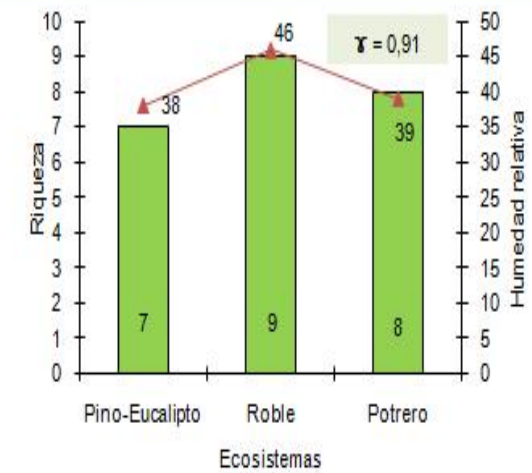
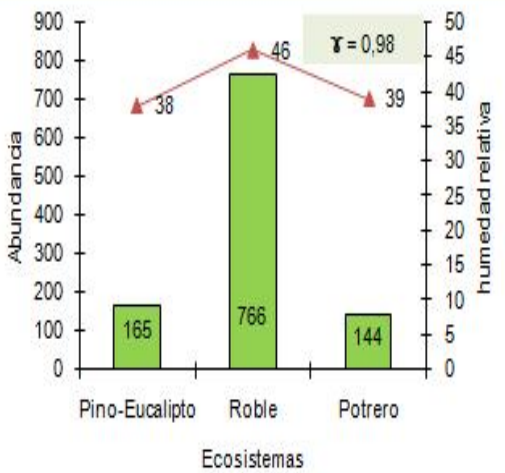


Figura 8. Comparaciones entre abundancia y riqueza de coleópteros coprófagos vs porcentaje de cobertura vegetal, temperatura ambiente promedio y humedad relativa.

Algunos de los factores determinantes en la composición de las comunidades de coprófagos son la pérdida de humedad y la descomposición progresiva del excremento. De esta manera, la descomposición del excremento y cómo es usado este recurso por los escarabajos estercoleros, genera modelos sucesionales particulares. Así mismo, Romero y Ávila (2000) afirman que los modelos y grados de descomposición del excremento y la colonización potencial de escarabajos dependen en gran medida de las características como el hábitat, clima, temperatura, lluvia, humedad del suelo o tipo del suelo; los autores concluyen que los diferentes modelos que tienen los miembros de un mismo gremio de escarabajos estercoleros, en la selección del hábitat probablemente refleja la importancia que mantener la heterogeneidad del paisaje, con el fin de cuidar la diversidad de estos insectos.

Varios estudios locales en diferentes ecosistemas del país, muestran que tanto los patrones de diversidad de escarabajos del estiércol como la distribución de las especies están determinados por las características del suelo, la estructura de la vegetación y la oferta de alimento (Escobar, 2000b).

Los datos obtenidos en la riqueza específica y abundancia de cada uno de los ecosistemas muestreados, evidencian que el bosque de Roble se encuentra en un mejor estado de conservación y que los ecosistemas de Pino-Eucalipto y potrero son áreas menos conservadas. Esto se puede deber a los efectos adversos generados por actividades como la remoción de cobertura vegetal, desbroce y raleo que han ocasionado que el suelo este más expuesto a la radiación solar, de manera tal que la pérdida de humedad sea excesiva y se genere un incremento en la temperatura ambiente. Esta pérdida de humedad y aumento en la temperatura, puede conllevar a la compactación del suelo, haciendo que la nidificación y mantenimiento de las progenies de coprófagos se vea afectada, generando el desplazamiento de este tipo de fauna.

6.5. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

6.5.1. Modelos fenomenológicos

6.5.1.1. Modelo fenomenológico ecosistema de Pino-Eucalipto

Para entender cómo se relaciona la comunidad de escarabajos estercoleros con un sistema cultivado de Pino-Eucalipto, se realiza la abstracción del funcionamiento del mismo en un modelo fenomenológico (Figura 9), en el cual se observa que la transformación gradual de bosques a tierras cultivadas ha tenido profundos impactos en los sistemas ecológicos naturales al reducir la disponibilidad de hábitats y alimento para estos organismos, además, interrumpe la conectividad del paisaje y perturba las funciones del ecosistema. Como la alteración de los ecosistemas naturales no siempre es total, con frecuencia el resultado es un mosaico compuesto por remanentes del hábitat original en medio de una matriz de ambientes antropogénicos, donde aún persisten algunas especies propias de áreas conservadas. Muchos de estos paisajes mantienen alguna cobertura arbórea (fragmentos de bosque, árboles dispersos, cercas vivas, etc.), la cual puede servir como refugio para una buena porción de la flora y fauna, albergando una muestra de la biodiversidad original (Daily *et al.* 2001, Harvey *et al.* 2004. Citado en: Hernández *et al.*, 2003).

Aunque generalmente se ha asumido que estos paisajes cultivados tienen poco valor de conservación, estudios recientes indican que una proporción considerable de la biodiversidad original puede persistir dentro de dichos paisajes, si estos retienen una cantidad suficiente de cobertura arbórea y el paisaje mantiene un cierto grado de conectividad (Daily *et al.* 2001, Harvey *et al.* 2004. Citado en: Hernández *et al.*, 2003). Sin embargo, hay relativamente poca información sobre cuáles organismos permanecen en los paisajes cultivados y de qué manera contribuyen los distintos tipos de cobertura arbórea a la conservación de la biodiversidad. Rojas (1997), indica que la actuación negativa sobre el medio ambiente que ha caracterizado a los sistemas productivos, se ha ejercido desde diferentes niveles, por ejemplo: sobreutilización de recursos naturales no renovables, emisión de residuos no degradables al ambiente, destrucción de espacios naturales, desplazamiento y pérdida acelerada de especies

animales y vegetales. En la vereda Clarete actividades como la tala (T), la quema (Q), la ganadería (GA) y la construcción de caminos alternos (CA), ha presionado a las comunidades de escarabajos estercoleros a desplazarse a otros ecosistemas. Esto se ocasiona cuando se mantiene un solo cultivo en un mismo lugar, lo cual propicia la aparición de "enfermedades", "plagas" y "malezas", y empeora al querer combatir las mediante agroquímicos. De esta manera se tiene que los nichos que no son ocupados con plantas cultivadas, la naturaleza los ocupa, estas especies ayudan a optimizar las condiciones de vida del lugar. Bajo condiciones naturales, normalmente no existen lugares donde el suelo este descubierto cuando ya hay un desequilibrio, en muchos casos, son justamente las "malezas" (las gramíneas y otras hierbas) las que ocupan estos espacios. En el momento que se interviene el cultivo, realizando deshierbes para controlar las "malezas", el suelo queda más pobre; es decir, cuando aparecen las "malezas" en nuestros cultivos, quiere decir que no hemos aprovechado bien el espacio, que no hemos ocupado todos los nichos que el sistema ofrece (<http://www.infororganic.com>, 2006).

Respecto a lo anterior, la comunidad de la vereda Clarete se ha visto comprometida con el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales, reflejándose en el interés de aprovechar espacios abiertos dedicados a la ganadería, para cultivar especies maderables de rápido crecimiento, con el fin de conservar los relictos de bosque natural de Roble que se encuentra en la vereda. Además, es necesario reconocer la importancia que tienen los agroecosistemas en el ciclo global del carbono. Sin embargo, es necesario comprender que el uso indiscriminado de los agrosistemas pueden ser significativos emisores de gases invernadero. Algunas de las prácticas que causan estas emisiones son las quemas, la fertilización, las intervenciones frecuentes y la labranza intensiva e inadecuada, por esta razón es necesario incentivar las practicas de agricultura orgánica, ya que la labranza reducida, la incorporación de residuos de cultivos, la aplicación de abono verde y cieno (sedimentos) en el campo y rotaciones utilizando cultivos de cobertura o cultivos leguminosos, ayudan a la retención de

carbono de los suelos por décadas, incluso por siglos
(<http://200.13.202.26:90/pronatta/proyectos/pdf/public/201763439car3.pdf>, 2006).

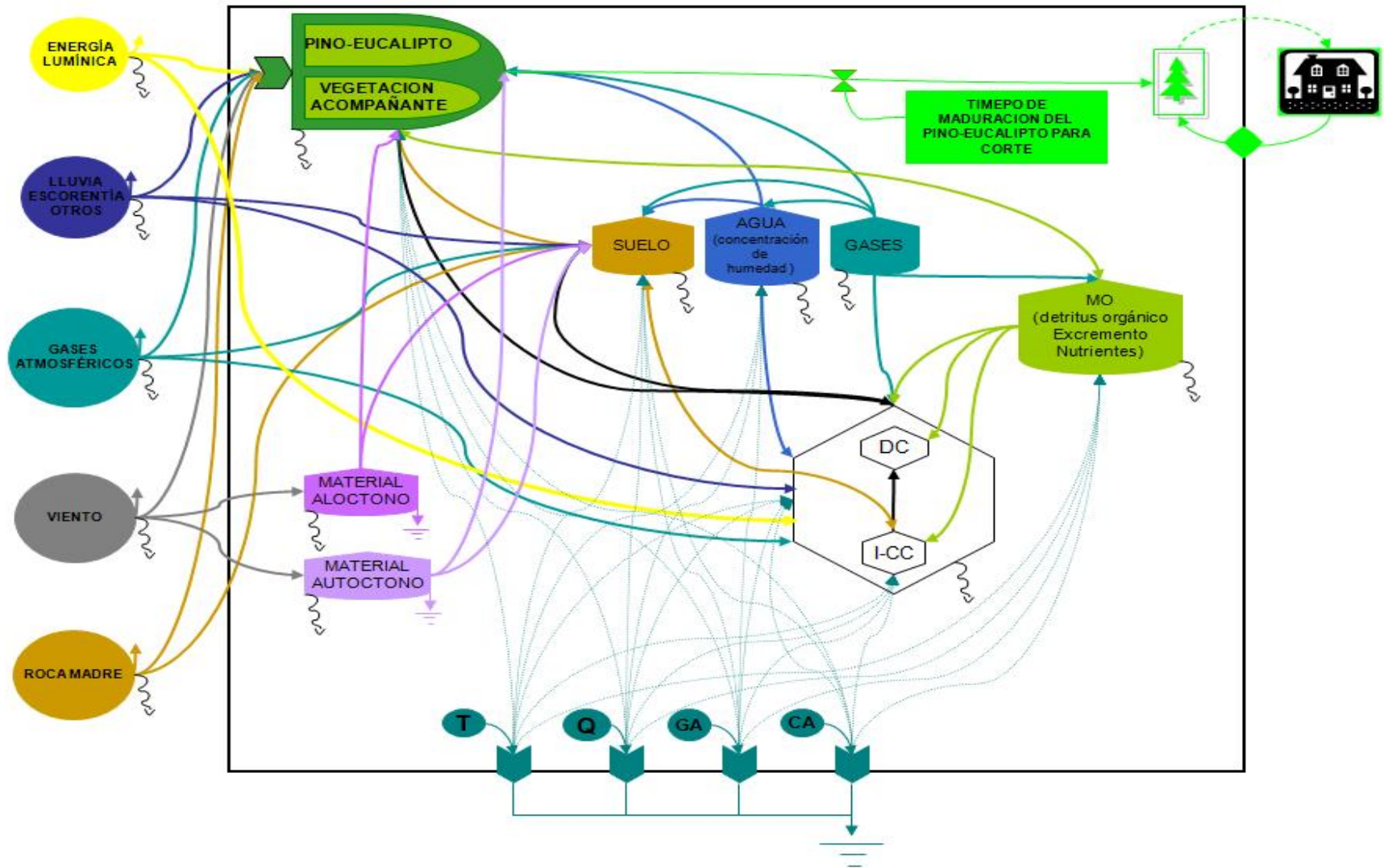


Figura 9. Modelo fenomenológico ecosistema Pino-Eucalipto

6.5.1.2. Modelo fenomenológico ecosistema de bosque de Roble

Un efecto de la fragmentación de bosques nativos es la modificación de algunos procesos ecosistémicos tales como la descomposición de materia orgánica. La disminución de los escarabajos estercoleros producto de la fragmentación en el bosques, significa una disminución en las descomposición de las heces, lo cual se traduce a su vez en reducción de nutrientes en el suelo. Es decir, los efectos ecológicos de la fragmentación de los bosques se enfatiza en los efectos sobre las condiciones microclimáticas de los fragmentos, efectos sobre la abundancia de algunas especies y efectos sobre las interacciones biológicas, todos los efectos van a afectar en última instancia la biodiversidad existente en los bosques, tal y como se muestra en la figura 10 (Bustamante y Grez, 1995).

En la figura 11 se muestra que actividades como la tala (T) y la adecuación de caminos alternos (CA) para el desplazamiento tensiona de manera negativa cada uno de los componentes del ecosistema (agua, suelo, vegetación y fauna), incrementa la remoción de porciones de áreas boscosas, generando la modificación de la estructura de la vegetación y de las comunidades de escarabajos estercoleros. De igual forma, al fragmentar ambientes naturales nativos con acciones humanas el establecimiento de cultivos, potreros y construcción de caminos generan cambios notables en el paisaje, contribuyendo a la discontinuidad en los ambientes naturales, lo cual genera efectos adversos como alteraciones en los procesos ecológicos y en las interacciones entre especies nativas, modificando su futuro evolutivo en la medida en que se lleva a cabo la fragmentación (Primack, 1993).

El fragmento de bosque de Roble difiere del ambiente natural en dos aspectos, los fragmentos presentan una gran cantidad de borde por área de fragmento y el centro del fragmento estará más cerca del borde. Esto provoca que los ambientes naturales nativos fragmentados amenacen la existencia de las especies debido a que la fragmentación puede limitar la dispersión y colonización, al no permitir que los organismos lleguen a otro fragmento a través del ambiente destruido o transformado.

Por esta razón muchas especies nativas no pueden recolonizar los fragmentos aislados, lo cual a corto, mediano y largo plazo modifica la riqueza y diversidad de especies nativas, es decir, que una consecuencia directa de la fragmentación de bosques son los cambios en la composición de especies, por una parte la reducción y aislamiento del bosque remanente puede llevar a una reducción en los números poblacionales de las especies que habitan los fragmentos, ya sea por un aumento de la mortalidad o por un aumento en la emigraciones de los individuos (Primack, 1993).

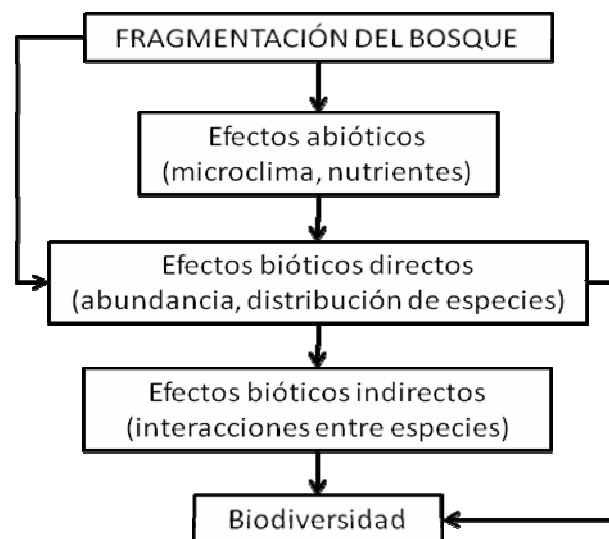


Figura 10. Efectos ecológicos de la fragmentación (Bustamante y Grez, 1995)

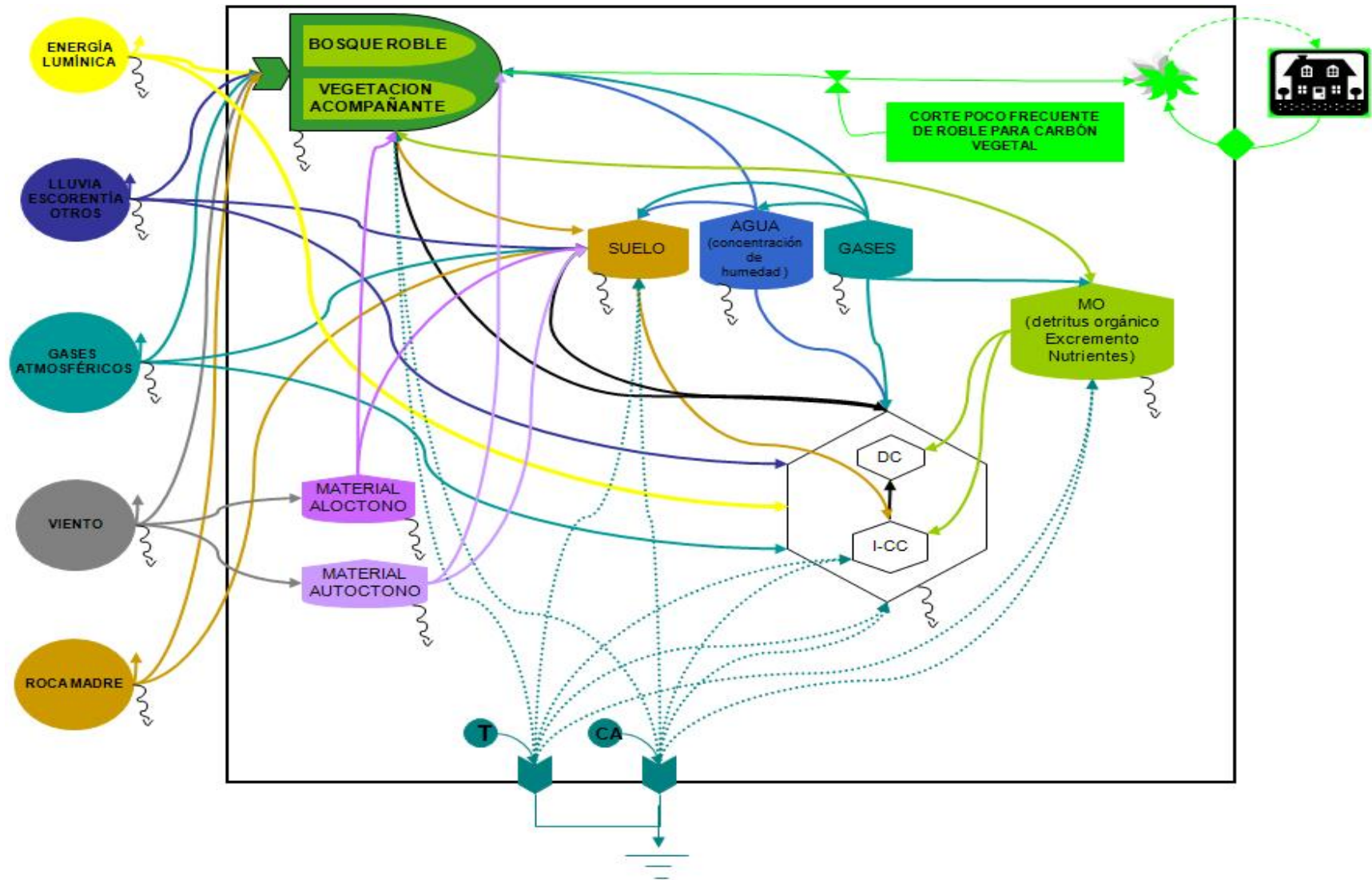


Figura 11. Modelo fenomenológico ecosistema bosque de Roble

6.5.1.3. Modelo fenomenológico ecosistema de potrero

La presencia masiva del ganado doméstico, así como su introducción en determinadas regiones geográficas donde no era usual la explotación ganadera por parte del hombre, son causa de la acumulación progresiva de heces en los potreros; esta acumulación de excremento se debe al desequilibrio en una intrincada red de factores, en la que participan en gran medida toda una serie de organismos, como los escarabajos coprófagos que ayudan a la reducción de las heces de los grandes herbívoros. La acumulación de excrementos provoca, así mismo, el auge de diversos parásitos del ganado, los cuales al desarrollar buena parte de su ciclo vital en el excremento, incrementan en número debido a la ausencia de competidores y/o depredadores, por lo tanto, en nuestras latitudes los escarabajos estercoleros son considerados un grupo animal que presenta un gran impacto e importancia en la biocenosis coprófila. Por sus notables adaptaciones, así como por los beneficios derivados de su actividad enterradora, son considerados la fauna coprófaga por excelencia, lo que les ha hecho merecedores de un sinnúmero de estudios en ambos sentidos (Lobo y Veiga, 1990).

Los escarabajos estercoleros son agentes primordiales en la regulación de los ciclos de la materia y energía en los biomas herbáceos pastoreados, sin embargo el aumento de las cabezas de ganado por unidad de área ha generado el aumento de excremento, permaneciendo gran cantidad de tiempo sobre el suelo sin ser reciclado e incorporado al suelo, debido a que la fauna coprófaga no ha aumentado de la misma forma que lo ha hecho el ganado doméstico. La dificultad en el aumento de la fauna coprófaga se ha generado por el uso indiscriminado de insecticidas, herbicidas, fungicidas, etc., que quedan acumulados en el excremento (Lobo y Veiga, 1990).

Gran parte del impacto negativo refiere al posible efecto que puedan tener los parasitocidas sobre la fauna benéfica asociada con las praderas, o muy específicamente con el metabolismo de la plasta de materia fecal bovina. La reducción de poblaciones de escarabajos estercoleros, por ejemplo, implica mayor posibilidad de reproducción de la mosca de los cuernos, que utiliza la materia fecal para su reproducción, por la menor

competencia encontrada y la mayor persistencia de las heces en las praderas (Benavides, 2006).

Referente a lo anterior, un buen uso y manejo de estos ecosistemas, permite que los coleópteros coprófagos generen beneficios ecológicos y ambientales como el rápido enterramiento de los excrementos, con el consiguiente reciclaje de nutrientes y retención del nitrógeno, disminución de la polución de praderas y un mayor aprovechamiento de la cantidad disponible de pasto, aumento de la permeabilidad, capacidad de retención de agua por el suelo, control sobre los estadios infestivos de los parásitos gastrointestinales del ganado doméstico, control sobre determinadas especies de dípteros que por su carácter hematófago son frecuentes vectores de enfermedades del ganado (Figura 12).

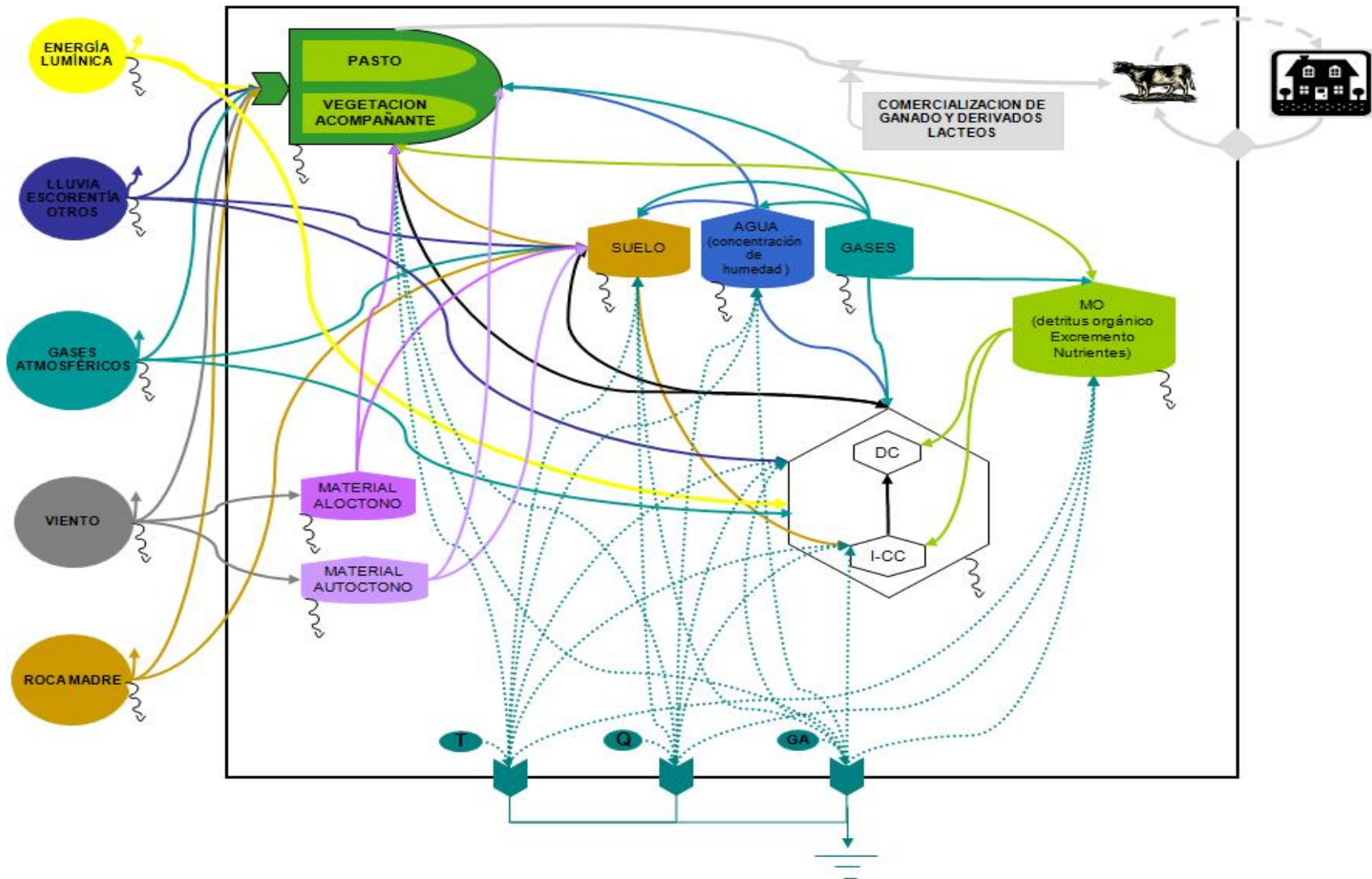


Figura 12. Modelo fenomenológico ecosistema potrero

La comparación de los modelos fenomenológicos refleja la presencia de actividades tensoras para la comunidad de escarabajos estercoleros presentes en cada uno de los ecosistemas evaluados. Estas acciones hacen referencia a la tala de la cobertura vegetal nativa, la quema de Roble para la comercialización artesanal de carbón vegetal, la adecuación de caminos alternos para el rápido desplazamiento y la ganadería. Estas actividades aceleran el desplazamiento de vertebrados, los cuales son productores de las heces que sirven como fuente alimenticia y hospedero para el desarrollo de los coprófagos. Sin embargo, la comunidad de la vereda Clarete, ha iniciado la ejecución de esfuerzos de conservación de sus áreas boscosas naturales y la formulación de alternativas encaminadas al ordenamiento de sus áreas productivas, para así lograr eficiencia de la producción y persistencia de su diversidad biológica.

6.5.2. Matrices de FEARO para la identificación de actividades impactantes en el ensamble de coleópteros coprófagos.

6.5.2.1. Matriz de FEARO para el sistema de Pino-Eucalipto

La industrialización de la agricultura originó la construcción de sistemas forestales se caracteriza por el empleo de combustibles procesados como fuentes auxiliares de energía, por la maximización del rendimiento de un producto específico, la selección artificial de una especie vegetal dominante y por la manera de controlar externamente el sistema. Como la meta primaria de los sistemas forestales, no es mantener la productividad a largo plazo, sino generar ingresos a corto plazo, entran en un círculo vicioso arruinante y empobrecedor del suelo (Feijoo *et al.*, 2001).

En la tabla 3 se presentan los componente afectados directamente por las actividades humanas en el ecosistema de Pino-Eucalipto, las cuales son representativas para la determinación de estrategias que mitiguen su impacto, de este modo se confrontan las actividades versus los efectos tensionantes del ecosistema, identificando en primera instancia el componente más afectado. Se determina que dentro de los componentes abiótico y biótico, los subcomponentes más afectados por la práctica de actividades como la remoción de coberturas, la quema y la tala, las cuales se identificaron como

impactos significativamente adversos y adversos son la cobertura vegetal, la fauna y el suelo.

Las actividades mencionadas tensionan e impactan el ecosistema de manera conjunta, generando pérdida de la vegetación y por ende la reducción de las comunidades faunísticas asociadas a este tipo de ecosistemas productivos, además de aumentar la exposición lumínica debido a la remoción indiscriminada de cobertura vegetal, en relación a lo anterior uno de los grupos de organismos afectados son los escarabajos estercoleros, los cuales dependen de la disponibilidad de heces de vertebrados y a su vez, este elemento está asociado a una mayor estructura del ecosistema

La identificación de las actividades tensoras y sus respectivos efectos adversos en los diferentes componentes del ecosistema, permite involucrar a la fauna coprófaga como indicadores de la calidad ambiental, ya que juega un papel vital en la descomposición de la materia orgánica del suelo y en la circulación de nutrientes; además, su diversidad, número y funciones son sensibles al estrés y al cambio en las propiedades naturales del suelo, estos cambios están asociados con actividades perturbadoras del sistemas como la labranza, aplicaciones de fertilizantes, plaguicidas, quema, tala, ejecutadas en las prácticas de cultivo (Feijoo *et al.*, 2001). Además, con la integración de procesos, dinámicas y propiedades de un ecosistema es posible identificar señales tempranas de los procesos de degradación y así poder generar estrategias de recuperación.

Tabla 3. Matriz de FEARO ecosistema de Pino-Eucalipto.

		ACTIVIDAD	ACTIVIDADES DE APROVECHAMIENTO AGROFORESTAL								
NO HAY IMPACTO		Procesos	Tala	Remoción de coberturas y/o quemas	Expansión de áreas productivas	Arreglo de terrenos	Tráfico y transporte	Accesibilidad (caminos alternos)	Establecimientos de viviendas	Incremento actividades económicas	
FALTA INFORMACIÓN	I										
EFFECTO SIGNIFICATIVO ADVERSO											
EFFECTO ADVERSO											
EFFECTO SIGNIFICATIVO BENÉFICO	+										
EFFECTO BENÉFICO	*										
SUBSISTEMAS	FACTORES	SUBFACTORES O POSIBLES IMPACTOS									
ABIOTICO	AIRE	Ruido									I
		Emisión de gases (CO2)									I
		Incremento en la velocidad del viento									I
	AGUA	Cambios en escorrentías, percolación (Alteración recarga acuíferos)									I
		Incremento en el aporte de material de arrastre									I
		Modificación de las características Físicas, químicas y biológicas									I
		Pérdida de ecotonos (Zonas riparianas, cordones riparios)									I
	SUELO	variación en las dinámicas tróficas (perdida nichos)									I
		Alteración de las comunidades acuáticas (Flora y Fauna)									I
		Pérdida de la protección superficial									I
		Alteración de los Horizontes del suelo									I
	BIÓTICO	FLORA	Aumento de los procesos erosivos								
Modificación de las características Físicas, químicas y biológicas											I
Pérdida de nutrientes / Pérdida capacidad productiva											I
Transformación y/o remoción de la cobertura vegetal											I
Perdida de Hábitat y nichos (Fragmentación / homogenización)											I
FAUNA		Cambios en la evapotranspiración / Humedad relativa									I
		Alteración del proceso sucesional									I
		Modificación en la diversidad vegetal									I
		Desplazamiento de especies									I
		Pérdida de Hábitat y nichos									I
PERCEPTUAL	PAISAJE	Modificación de relaciones interespecíficas									I
		Cambio en las comunidades / aparición de especies Oportunistas									I
POBLACIÓN Y ACTIVIDADES	POBLACIÓN	Pérdida de especies nativas y/o endémicas									I
		Alteración del Patrón visual (Parches según usos)									I
		Pérdida de la calidad escénica (Cambio en el uso del suelo)									I
	ECONOMÍA	Incremento en la Apropiación del recurso	*	*	+	*	*	*	*	*	*
		Empleo ó posibilidad laboral (auto sostenimiento)	*	*	+	*	*	*	*	*	*
INFRAESTRUCTURA Y ASENTAMIENTOS HUMANOS	ASENT. HUMANOS	Mejora de ingresos	+	*	+	*	*	*	*	*	
		Mayor producción	+	*	+	*	*	*	*	*	
		Potenciamiento de la comercialización	*		+	*	*	*	*	*	*
		Demanda de Servicios	I	I	+	*	*	*	*	*	I
ASSENT. HUMANOS	Contaminación									I	
	Ocupación de áreas sin planificación.									I	
	Nuevas vías e infraestructura	I	I	I	I	I	I	I	I	I	

6.5.2.2. Matriz de FEARO para el sistema de bosque de Roble

En la vereda Clarete se desarrollan diversas actividades como la adecuación de caminos alternos para el desplazamiento rápido y la expansión de las áreas productivas que tensionan e impactan negativamente el ecosistema de bosque de Roble. Las tensiones se caracterizan por la remoción de cobertura vegetal nativa y natural, para la implementación de áreas de monocultivos, acentuando los procesos de fragmentación, desplazamiento y pérdida de las comunidades de fauna propias de un área (Tabla 4). La reducción de las áreas boscosas en la vereda de Clarete es preocupante ya que reduce el número de posibilidades de conservación de la vegetación endémica y de la fauna de Coleópteros coprófagos de la zona.

Los escarabajos estercoleros son particularmente vulnerables a los procesos de fragmentación, cambios en los hábitats y la fauna en general, de manera tal que hace que estos organismos se utilicen como indicadores de la salud de los ecosistemas, pues contribuyen al reciclaje de nutrientes, aireación del suelo, dispersión de semillas, movimiento de la tierra, disminuyendo considerablemente la proliferación de insectos plaga, su composición se ha visto afectada por los disturbios y por los cambios en condiciones climáticas como temperatura y humedad, además de características del suelo y la reducción de la fauna de mamíferos (Vulinec, 2000).

Estos organismos tienen efectos positivos en la conservación de la estructura del suelo y por ende del sistema, actúan sobre el microclima, la humedad, la aireación y pueden activar o inhibir la función de microorganismos, están involucrados en el ciclaje de nutrientes y conservación del sistema. Por otra parte la comunidad de macroinvertebrados es altamente sensible a perturbaciones y los cambios que experimentan pueden afectar profundamente su rol en el funcionamiento. La alta sensibilidad de muchos macroinvertebrados edáficos, como los Scarabaeinae, a perturbaciones, los convierte en buenos indicadores del impacto de las actividades antrópicas sobre el ambiente (Morales y Sarmiento, 2002).

Tabla 4. Matriz de FEARO ecosistema bosque de Roble.

		ACTIVIDAD	EXPANSIÓN DE FRONTERA AGRÍCOLA Y PECUARIA						
NO HAY IMPACTO		Procesos	Tala	Remoción de coberturas y/o quemas	Expansión de áreas productivas	Extracción de fauna y flora	Tráfico y transporte	Accesibilidad (caminos alternos)	Incremento actividades económicas
FALTA INFORMACIÓN	I								
EFFECTO SIGNIFICATIVO ADVERSO									
EFFECTO ADVERSO									
EFFECTO SIGNIFICATIVO BENÉFICO	+								
EFFECTO BENÉFICO	*								
SUBSISTEMAS	FACTORES	SUBFACTORES O POSIBLES IMPACTOS							
ABIOTICO	AIRE	Ruido							
		Emisión de gases (CO2)							
		Incremento en la velocidad del viento							
	AGUA	Cambios en escorrentías, percolación (Alteración recarga acuíferos)							
		Incremento en el aporte de material de arrastre							
		Modificación de las características Físicas, químicas y biológicas							
		Pérdida de ecotonos (Zonas riparianas, cordones riparios)							
		variación en las dinámicas tróficas (perdida nichos)							
	SUELO	Alteración de las comunidades acuáticas (Flora y Fauna)							
		Pérdida de la protección superficial							
		Alteración de los Horizontes del suelo							
		Aumento de los procesos erosivos							
		Modificación de las características Físicas, químicas y biológicas							
	BIÓTICO	FLORA	Pérdida de nutrientes / Pérdida capacidad productiva						
Transformación y/o remoción de la cobertura vegetal									
Pérdida de Hábitat y nichos (Fragmentación / homogenización)									
Cambios en la evapotranspiración / Humedad relativa									
Alteración del proceso sucesional									
FAUNA		Modificación en la diversidad vegetal							
		Desplazamiento de especies							
		Pérdida de Hábitat y nichos							
		Modificación de relaciones interespecíficas							
		Cambio en las comunidades / aparición de especies Oportunistas							
PERCEPTUAL	PAISAJE	Pérdida de especies nativas y/o endémicas							
		Alteración del Patrón visual (Parches según usos)							
POBLACIÓN Y ACTIVIDADES	POBLACIÓN	Pérdida de la calidad escénica (Cambio en el uso del suelo)							
		Incremento en la Apropiación del recurso	*	+	*				
		Empleo ó posibilidad laboral (auto sostenimiento)		*	*				
	ECONOMÍA	Mejora de ingresos	*	*	*			*	*
		Mayor producción	*	*	*			*	*
INFRAESTRUCTURA Y ASENTAMIENTOS HUMANOS	ASENT. HUMANOS	Potenciamiento de la comercialización					*	*	*
		Demanda de Servicios						*	
		Contaminación							
		Ocupación de áreas sin planificación.							
		Nuevas vías e infraestructura							

6.5.2.3. Matriz de FEARO para el sistema de potrero

En Colombia se han realizado algunos trabajos sobre los efectos de la actividad humana en la diversidad de Scarabaeidos (Escobar, 2000b, Escobar *et al*, 2007, Sadeghian *et al*, 2006). Los resultados de estos trabajos, muestran que las sustituciones de bosques por áreas de ganadería modifican la riqueza, abundancia y composición de especies. Estas investigaciones demuestran que los escarabajos estercoleros responden de forma negativa a las modificaciones drásticas del ecosistemas, como la fragmentación y transformación de los sistemas naturales, pues la mayoría de las especies del interior de los bosques son intolerantes a las condiciones imperantes en zonas deforestadas, a causa de los cambios en las condiciones microclimáticas y de oferta de alimento

De acuerdo a lo anterior, en la tabla 5, se observa que actividades como la remoción de cobertura vegetal acompañante, afecta la comunidad de escarabajos estercoleros; debido a que la ganadería ha venido aumentando de forma indiscriminada los procesos de erosión y compactación del suelo, impidiendo que la fauna coprófila cumpla su papel ecológico como removedores del suelo, dispersores secundarios de semillas, entre otros. Lumaret y Martínez (2005), sostienen que el pisoteo del ganado genera compactación del suelo, modificando la dinámica natural, afectando ciertos eslabones sensibles de la red de organismos degradadores, que involucra en particular la fauna de coprófagos, pues su eliminación parcial, aunque sea por un lapso de tiempo corto, puede conducir a duplicar el tiempo de desaparición de las boñigas de la superficie.

Tabla 5. Matriz de FEARO ecosistema de potrero.

		ACTIVIDAD	ACTIVIDADES DE LA GANADERIA								
NO HAY IMPACTO		Procesos	Desbroce, Raleo	Remoción de coberturas y/o quemas	Expansión de áreas productivas	Arreglo de terrenos	Tráfico y transporte	Accesibilidad (caminos alternos)	Establecimientos de Viviendas	Incremento actividades económicas	
FALTA INFORMACIÓN	I										
EFFECTO SIGNIFICATIVO ADVERSO											
EFFECTO ADVERSO											
EFFECTO SIGNIFICATIVO BENÉFICO	+										
EFFECTO BENÉFICO	*										
SUBSISTEMAS	FACTORES	SUBFACTORES O POSIBLES IMPACTOS									
ABIOTICO	AIRE	Ruido									I
		Emisión de gases (CO2)									I
		Incremento en la velocidad del viento									I
	AGUA	Cambios en escorrentías, percolación (Alteración recarga acuíferos)									I
		Incremento en el aporte de material de arrastre									I
		Modificación de las características Físicas, químicas y biológicas									I
		Pérdida de ecotonos (Zonas riparianas, cordones riparios)									I
		variación en las dinámicas tróficas (perdida nichos)									I
	SUELO	Alteración de las comunidades acuáticas (Flora y Fauna)									I
		Pérdida de la protección superficial									I
		Alteración de los Horizontes del suelo									I
		Aumento de los procesos erosivos									I
BIÓTICO	FLORA	Modificación de las características Físicas, químicas y biológicas									I
		Pérdida de nutrientes / Pérdida capacidad productiva									I
		Transformación y/o remoción de la cobertura vegetal									I
		Perdida de Hábitat y nichos (Fragmentación / homogenización)									I
		Cambios en la evapotranspiración / Humedad relativa									I
	FAUNA	Alteración del proceso sucesional									I
		Modificación en la diversidad vegetal									I
		Desplazamiento de especies									I
		Pérdida de Hábitat y nichos									I
		Modificación de relaciones interespecíficas									I
PERCEPTUAL	PAISAJE	Cambio en las comunidades / aparición de especies Oportunistas									I
		Pérdida de especies nativas y/o endémicas									I
POBLACIÓN Y ACTIVIDADES	POBLACIÓN	Alteración del Patrón visual (Parches según usos)									I
		Pérdida de la calidad escénica (Cambio en el uso del suelo)									I
		Incremento en la Apropiación del recurso	*	*	*	+	*	*	*	*	*
	ECONOMÍA	Empleo ó posibilidad laboral (auto sostenimiento)	*	*	*	+	*	*	*	*	*
Mejora de ingresos		*	*	+	+	*	*	*	*	*	
INFRAESTRUCTURA Y ASENTAMIENTOS HUMANOS	ASENT. HUMANOS	Mayor producción	I	I	+	+	*	*	*	*	
		Potenciamiento de la comercialización			*	+	*	*	*	*	
		Demanda de Servicios	I	I	*	+	I	*	*	*	
		Contaminación									I
		Ocupación de áreas sin planificación.								I	
		Nuevas vías e infraestructura	I	I	I	I	I	I	I	I	

6.5.3. Fichas de manejo ambiental algunas actividades impactantes en el ensamble de coleópteros coprófagos.

Para la formulación de las fichas de manejo ambiental, en donde se realiza la formulación de estrategias de mitigación y el planteamiento de espacios de conservación y educación ambiental en las áreas evaluadas, se tuvo en cuenta los resultados obtenidos en las matrices de FEARO, de las cuales se escogieron las actividades con impactos significativamente adversos e impactos adversos. De esta manera para cada área afectada se identificaron las siguientes actividades:

- a. Ecosistema cultivo de Pino-Eucalipto: se identificó la remoción de coberturas, quemas y la tala como actividades de impacto significativamente adverso.

- b. Ecosistema bosque de Roble: la expansión de la frontera agrícola y la accesibilidad (caminos alternos) se identificaron como actividades de impacto significativamente adverso.

- c. Ecosistema de potrero: el desbroce, raleo y remoción de cobertura vegetal se identificaron como actividades de impacto significativamente adverso.

6.5.3.1. Ficha de manejo ambiental, ecosistema de Pino-Eucalipto

Nombre de la Ficha: MANEJO DEL APROVECHAMIENTO DE LA COBERTURA DE PINO-EUCALIPTO		Número de Ficha: 001	
REFERENTE FOTOGRÁFICO			
			
Objetivo: Orientar a la comunidad en el uso y manejo adecuado de la vegetación dedicada al aprovechamiento forestal.			
Actividades: REMOCIÓN DE LA COBERTURA AGROFORESTAL, QUEMAS Y TALA.		Componente Afectado: biótico, abiótico. Subcomponente: vegetación y fauna.	
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD			
Estas actividades se fundamentan en la satisfacción de necesidades básicas como la alimentación, vivienda y estudio de los miembros de la comunidad de la vereda Clarete. Esta actividad se representa por la siembra de árboles de Pino-Eucalipto, los cuales se dejan madurar, para, finalmente talarlos y comercializar la madera, generando pérdida y/o desplazamiento de fauna asociada a este tipo de sistemas forestales y en especial de coleópteros coprófagos.			
EFFECTOS ADVERSOS		ACCIONES A DESARROLLAR	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pérdida de la calidad del suelo 2. Pérdida y/o desplazamiento de las comunidades de coleópteros coprófagos 3. Degradación del paisaje y de la cuenca visual 4. Pérdida de lugares de recreación sana y turismo. 5. Pérdida de cobertura arbórea nativa por la introducción de cultivos de pancoger. 6. Pérdida y solapamiento de nichos 7. Disminución de las áreas de bosque nativo. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Capacitación ambiental y gestión local de riesgos 2. Mejoramiento del paisaje con actividades de revegetalización <ul style="list-style-type: none"> - Cobertura arbórea nativa - Corredores ornamentales nativos 3. capacitación en agroecología <ul style="list-style-type: none"> - Agricultura orgánica - Alternativas de mejoramiento agrícola. 	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO			
Los planes de manejo ambiental deben ser participativos, de esta manera, en el momento que las acciones a desarrollar completen su fase, la comunidad deberá realizar el seguimiento y monitoreo de sus actividades de mejoramiento, uso y manejo adecuado de los recursos naturales.			
COSTOS			
ITEM	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (jornada de 5 horas)	VALOR TOTAL
Capacitación ambiental y gestión local de riesgo	2 personas	300.000	600.000
Capacitación en agroecología: - Agricultura orgánica - Alternativas de mejoramiento forestal.	2 personas	300.000	600.000
Papelería y divulgación	3 resmas de papel	9.000	27.000
TOTAL			1.227.000
RESPONSABLE DIRECTO: Clara Milena Concha Lozada			

6.5.3.2. Fichas de manejo ambiental, ecosistema de Roble

Nombre de la Ficha: SENDEROS ECOLOGICOS		Número de Ficha: 002	
REFERENTE FOTOGRÁFICO			
			
Objetivo: asesorar a la comunidad Claretense en la adecuación de caminos alternos como senderos ecológicos			
Actividad: TALA, QUEMA Y ACCESIBILIDAD (ADECUACIÓN DE CAMINOS ALTERNOS)		Componente Afectado: biótico y abiótico Subcomponente: Suelo, fauna y flora	
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD			
La adecuación, indiscriminada, de caminos para la accesibilidad o desplazamiento rápido a los lugares de trabajo o vivienda se ha caracterizado por la tala de vegetación nativa, incluso de pequeñas cantidades de Roble, acentuando de esta forma la emigración de la fauna de coleópteros coprófagos.			
EFEKTOS ADVERSOS - cambio en las características físicas del suelo. - Alteración de la red trófica - Emigración fauna nativa - Pérdida y solapamiento de nichos - Degradación del paisaje - Alteración de la diversidad vegetal		ACCIONES A DESARROLLAR 1. Capacitación ambiental y gestión local de riesgos 2. Programas de educación ambiental. 3. Adecuación de caminos alternos como senderos ecológicos. 4. Conformación grupos juveniles de promotores ambientales.	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO			
Los planes de manejo ambiental deben ser participativos, de esta manera, en el momento que las acciones a desarrollar completen su fase, la comunidad deberá realizar el seguimiento y monitoreo de sus actividades de mejoramiento, uso y manejo adecuado de los recursos naturales.			
COSTOS			
ITEM	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (jornada de 5 horas)	VALOR TOTAL
Capacitación ambiental y gestión local de riesgos	2 personas	300.000	600.000
Capacitación: - Adecuación de senderos ecológicos - Ecoturismo - Capacitación para la conformación de promotores ambientales	4 personas	300.000	1.200.000
Papelería y divulgación	3 resmas de papel	9.000	27.000
TOTAL			1.827.000
RESPONSABLE DIRECTO: Clara Milena Concha Lozada			

6.5.3.3. Fichas de manejo ambiental, ecosistema de potrero

Nombre de la Ficha: MANEJO DE LAS ACTIVIDADES DE LIMPIEZA DEL SUELO		Número de Ficha: 003	
REFERENTE FOTOGRÁFICO			
			
Objetivo: Capacitación a la comunidad en alternativas amigables con el suelo para la limpieza de terrenos.		Componente Afectado: biótico y abiótico	
Actividad: DESBROCE Y RALEO.		Subcomponente afectado: suelo y fauna	
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD			
<p>El desbroce y raleo es una actividad ancestral y frecuente en los sistemas forestales, agrícolas y pecuarios de la vereda Clarete. Esta es la fase inicial de la adecuación de terrenos para la siembra y actividades pecuarias. Sin embargo estos métodos dejan al descubierto el suelo, haciendo que el mismo pierda propiedades físicas, químicas y biológicas importantes para el mantenimiento de la dinámica estable de los sistemas, de esta forma la diversidad biológica, especialmente de las comunidades de escarabajos estercoleros se ha visto afectada, generando desplazamiento de estos individuos ha sistemas menos intervenidos.</p>			
EFFECTOS ADVERSOS		ACCIONES A DESARROLLAR	
<ul style="list-style-type: none"> - Cambio en las características físicas del suelo. - Alteración de la red trófica - Emigración fauna nativa - Perdida y solapamiento de nichos - Alteración de la diversidad vegetal 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Capacitación y gestión local del riesgo 2. Programas de educación ambiental. 3. Adecuación de caminos alternos como senderos ecológicos. 4. Conformación grupos juveniles de promotores ambientales 5. Asesorías en programas de manejo de plantas arbencas 6. Ecoturismo 	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO			
<p>Los planes de manejo ambiental deben ser participativos, de esta manera, en el momento que las acciones a desarrollar completen su fase, la comunidad deberá realizar el seguimiento y monitoreo de sus actividades de mejoramiento, uso y manejo adecuado de los recursos naturales.</p>			
COSTOS			
ITEM	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (jornada de 5 horas)	VALOR TOTAL
Capacitación ambiental y gestión local del riesgo	2 personas	300.000	600.000
Educación ambiental Capacitación : - Adecuación de senderos ecológicos - Ecoturismo - Para la conformación de promotores ambientales	4 personas	300.000	1.200.000
Papelería y divulgación	3 resmas de papel	9.000	27.000
TOTAL			1.827.000
RESPONSABLE DIRECTO: Clara Milena Concha Lozada			

Nombre de la Ficha: MANEJO DE LA ÁREAS DEDICADAS A LA GANADERIA **Número de Ficha:** 004

REFERENTE FOTOGRÁFICO



Objetivo: Orientar a la comunidad en el manejo adecuado de las áreas ganaderas como zonas de conservación y aprovechamiento económico.

Actividad: REMOCIÓN DE COBERTURA VEGETAL ACOMPAÑANTE. **Componente Afectado:** biótico y abiótico
Subcomponente afectado: suelo, fauna y flora

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Las zonas pecuarias y agrícolas representan otro modo de sostenimiento para la comunidad Claretense, además involucran un proceso de cambio de la ganadería extensiva o una ganadería de rotación. Las áreas ganaderas rodean los relictos de bosque natural de Roble, tensionando el ensamble de coleópteros coprófagos por actividades como la tala y la quema.

EFFECTOS ADVERSOS

- Pérdida de la diversidad de coleópteros coprófagos.
- Aumento de la exposición solar en el suelo
- Pérdida de nichos y hábitats por compactación del suelo.
- Aceleración de los procesos erosivos.

ACCIONES A DESARROLLAR

1. Jornadas de promoción y prevención en riesgos
 - Asesoramiento técnico en ganadería de rotación.
 - Jornadas de salud ocupacional y desarrollo comunitario.
2. Prevención de desastres

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Los planes de manejo ambiental deben ser participativos, de esta manera, en el momento que las acciones a desarrollar completen su fase, la comunidad deberá realizar el seguimiento y monitoreo de sus actividades de mejoramiento, uso y manejo adecuado de los recursos naturales.

COSTOS

ITEM	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (jornada de 5 horas)	VALOR TOTAL
Capacitación ambiental y gestión local del riesgo	2 personas	300.000	600.000
Capacitación en: - Alternativas de mejoramiento pecuario.	2 personas	300.000	600.000
Papelería y divulgación	3 resmas de papel	9.000	27.000
		TOTAL	1.227.000

RESPONSABLE DIRECTO: Clara Milena Concha Lozada

7. CONCLUSIONES

La presencia en el robledal de especies como *Uroxys aff. caucanus* Arrow, *Canthidium aurifex* Bates, *Deltochilum (Deltohyboma) parile* Bater y *Onthophagus aff. steinheli* que han sido reportadas como especies propias de ecosistemas mas conservados o menos intervenidos, permite sugerir que este ecosistema presenta una estructura mas compleja reflejada , además, en una mayor riqueza y abundancia de Coleópteros coprófagos.

En los ecosistemas Pino-Eucalipto y potrero se registró la presencia de la especie *Dichotomius belus* Har, que no se encontró en el robledal, y que ha sido reportada en otros estudios por preferir áreas abiertas e intervenidas.

Aunque la especie *Ontherus lunicollis* Genier, se encontró en los tres ecosistemas, es de resaltar que su abundancia disminuye, desde áreas más conservadas hacia áreas más intervenidas, en este caso desde el robledal hasta el potrero.

El análisis ambiental realizado a cada uno de los ecosistemas evaluados, muestra que el bosque natural de Roble presenta el mejor estado de conservación, por lo tanto, se logra evidenciar como el uso y manejo de cada ecosistema, genera unas condiciones variables que de alguna manera influyen sobre la dinámica poblacional de los coprófagos.

Aunque se encontró que las diferentes actividades llevadas a cabo en cada ecosistema, generan impactos significativamente adversos, se evidencia un interés comunitario por la conservación de los sistemas naturales de Roble, sin dejar a un lado que los ecosistemas forestales y pecuarios representan las actividades con mayor importancia en cuanto a supervivencia se trata. En este sentido la comunidad de la vereda Clarete

se encuentra interesada en la generación de estrategias y alternativas agrícolas y pecuarias amigables con el medio ambiente.

8. RECOMENDACIONES

Es conveniente realizar un plan de seguimiento del comportamiento de las comunidades de Coleópteros coprófagos en una escala espacio-temporal mayor que permita conocer y entender la distribución espacial y temporal de estas comunidades, así como advertir que tipo de estrategias poseen los diversos grupos funcionales para responder a los cambios que provocan en el suelo las actividades humanas.

Es necesario establecer un plan de manejo ambiental para las áreas productivas y fragmentos de bosque natural en la vereda de Clarete, esto permitirá un ordenamiento ecológico de las áreas dedicadas a la producción y a la conservación. Estos planes pueden generar apropiación, optimización y eficiencia en la utilización adecuada de los recursos naturales de la vereda, además, el uso y manejo adecuado de los recursos genera mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRESEN, E... 2005. Interacción entre Primates, semillas y Escarabajos Coprófagos en Bosques Húmedos Tropicales: Un Caso de Diplocoria. En: Universidad y Ciencia. Número especial II. Pág. 73-84.
- BOONROTPONG, S., SOTTHIBANDHU, S. y PHOLPUNTHIN, C... 2004. Species Composition of Dung Beetles in the Primary and Secondary Forests at Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary. In: Science Asia Vol. 30. Pág. 59-65.
- BUSTAMANTE, R. y GREZ, A. A... 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. En: ambiente y desarrollo. Col. XI, No. 2.. ISSN: 0716-1476. Pág. 58 – 63.
- CASTRO, J. M. y FAGUA, G... 2000. Resúmenes del XXVII congreso. Sociedad colombiana de entomología - SOCOLEN. Medellín. Julio 26-28. Pág. 103.
- COLEMAN, D. C. and CROSSLEY, D. A. Jr... 1996. Fundamentals of soil ecology. Institute of Ecology. Editorial, Academic Press, INC.. Pág. 205.
- COLWELL, R. K.. 1997. "Estimates". Statistical estimation of species richness and shared species from simples. En: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2004. Manual de Métodos para el Desarrollo de inventarios de Biodiversidad. Ramos López Editorial. Bogotá, Colombia. Julio. Pág. 235.
- CULTID MEDINA, C. A... 2007. Ritmos de actividad diaria de vuelo en una comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un paisaje andino,

Risaralda, Colombia. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Biólogo con mención en Entomología. Universidad del Valle. Santiago de Cali. Pág. 89.

DE LA FUENTE FREYRE, J. A. 1994. Zoología de Artrópodos. Editorial Interamericana McGraw-Hill. Pág. 805.

ESCOBAR, F., HALFFTER, G. y ARELLANO, L... 2007. From forest to pasture: an evaluation of the influence of environment and biogeography on the structure of dung beetle (Scarabaeinae) assemblages along three altitudinal gradients in the Neotropical region. En: *Ecography*. Numero 30. Pág. 193 – 208.

_____, F... 2000a. Diversidad y distribución de los escarabajos del estiércol (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto Humboldt. Sociedad entomología aragonesa – SEA. Vol. 1. Pág. 197 – 210.

_____, F... 2000b. Diversidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un mosaico de hábitats en la reserva natural Nukak, Guaviare, Colombia. En: *Acta zoológica mexicana (n.s.)* 79. Pág. 103 – 121.

_____, F. y MEDINA, C.A. 1996. Coleópteros Coprófagos (Scarabaeidae) de Colombia: Estado actual de su conocimiento. En *Insectos de Colombia, trabajos escogidos*. Amat, G., G. Andrade y F. Fernández (eds.) Pontificia Universidad Javeriana, Santa Fe de Bogotá. Pág. 23-112.

ESPINOZA, G... 2001. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo–BID y Centro de Estudios para el desarrollo–CED. Santiago–Chile. Pág.183.

- ESPIÑOZA, G... 2002. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo–BID y Centro de Estudios para el desarrollo–CED. Santiago–Chile. Pág. 246.
- ESTRADA, A., ANZURES, D., Y COATES-ESTRADA, R.. 1999. Tropical rain Forest Fragmentation, Howler Monkeys (*Alouatta palliata*), and Dung Beetles at Tuxtlas, Mexico. In: American Journal of Primatology. Vol. 48. Pág. 53–261.
- FEIJOO M., A., BRONSON KNAPP, E. y QUINTERO V., H... 2001. Los macroinvertebrados del suelo como indicadores de calidad y salud agrosistémica.
- FIGUEROA, C. A., CONTRERAS, R. R., SÁNCHEZ, D. J... 1998. Evaluación de Impacto Ambiental, un Instrumento para el Desarrollo. En: La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Centro de Estudios Ambientales para el Desarrollo Regional. Cali – Colombia. Pág. 54 – 57.
- GONZALES, B. F... 1981. Ecología y Paisaje. Madrid: H. Blume. Pág. 51.
- HALFFTER, G. and MATTHEWS, E. G... 1966. The Natural History of Dung Beetles of the Subfamily Scarabaeinae (Coleóptera, Scarabaeidae). Folia Entomol. Mex., No. 12-14. Pág. 312.
- HALL, S... 2001. Conservación de la Biodiversidad en Agroecosistemas: Comparación de la Diversidad de Escarabajos de Superficie en Diversos Sistemas de Producción de Café de Sombra en Costa Rica. Coloquio Internacional “Desarrollo Sustentable, Participación Comunitaria y Conservación de la Biodiversidad en México y América Latina”. 7- 9 de Noviembre, San Luis Potosí, México.
- HEINRICH, B. y BARTHOLOMEW, G. A... 1995. Ecología de los Escarabajos Estercoleros Africanos. En Revista de Investigación y Ciencia. Pág. 70-78.

- HERNÁNDEZ, B., MAES, J. M., HARVEY, C. A., VÍLCHEZ, S., MEDINA, A., SÁNCHEZ, D... 2003. Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. Avances de investigación. Agroforestería en las Américas. Vol. 10, Nº 39 - 40. Pág. 10.
- IDEAM. 2006. Datos climatológicos. Estación meteorológica Guillermo León Valencia. Popayán, Cauca, Colombia.
- IDEAM. 2007. Datos climatológicos. Estación meteorológica Guillermo León Valencia. Popayán, Cauca, Colombia.
- KLAUSNITZER, B... 1983. Beetles. Exeter Books. Pág. 213.
- LEMUEL, V., FONSECA, A., PAIZ, Y., BROWN, M. y SECAIRA, F... 2001. Evaluaciones Ecológicas Rápidas – EER -. Herramienta de Manejo Costero Integrado para el planificador. Grupos taxonómicos – descripción de fauna y flora – evaluación de sitios ecológicos. Guatemala: PROARCA / COSTAS. Pág. 84.
- LOBO, J. M. y VEIGA, C. M... 1990. Interés ecológico y económico de la fauna coprófaga en pastos de uso ganadero. En: ecología No. 4. Pág. 313 – 331.
- LUGO, A... 1982. Los Sistemas Ecológicos y la humanidad. Evaluación V. Chesneau Editora. Washington D.C... Pág. 35.
- LUDWIG, J. y REYNOLDS, J... 1988. Statistical ecology Canada.
- LUMARET, J. P. y MARTINEZ M., I... 2005. El impacto de productos veterinarios sobre insectos coprófagos: consecuencias sobre la degradación del estiércol en pastizales. En: Acta zoológica mexicana (nueva serie) año/vol. 21, número 003. Pág. 137-148.

MEDINA, C. A., LOPERA-TORO, Alejandro, VITOLO, Adriana y GILL, Bruce. 2000. Clave Ilustrada para la Identificación de Géneros de Escarabajos Coprófagos (Coleóptera: Scarabaeinae) de Colombia. En: *Caldasia* Vol. 22, No. 2. 299-315 pp.

_____, LOPERA-TORO, A., VITOLO, A. y GILL, B... 2001. Escarabajos Coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. En *Biota Colombiana* Vol. 2, No. 2. Pág. 131-144.

_____, 1997. Estructura de la comunidad de Coleópteros Coprófagos Scarabaeidae de la Reserva Forestal Bosque de Yotoco. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), Informe final.

MICROSOFT OFFICE 2007.

MONTES, J. M., ARANGO, L., RIVERA A., C. y NORIEGA, J. A... 2007. Escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae) del municipio de Manizales Caldas (Colombia). XXXIV congreso de entomología. Sociedad colombiana de entomología – SOCOLEN. Julio 25, 26 y 27. Cartagena de Indias. Pág. 31.

MORALES, J. y SARMIENTO, L... 2002. Dinámica de los macroinvertebrados edáficos y su relación con la vegetación en una sucesión secundaria en el paramo venezolano. *Ecotropicos*. Vol. 15, No. 1. Pág. 99 – 110.

MORENO, C. E... 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe y Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). Volumen 1. Pág. 86.

MORÓN RÍOS, M. Á... 1984. Escarabajos: 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología. Instituto de Ecología. Museo de Historia Natural de la Ciudad de México. Pág. 132.

_____, M. Á... 2004. Escarabajos: 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología A.C. y Sociedad entomológica Aragonesa. Zaragoza, España. Pág. 204.

NORIEGA, J. A., PALACIO, J. y VALENCIA, E... 2007. Estudio de tres diferentes usos del suelo y su efecto en la estructura del ensamblaje de escarabajos coprófagos (Coleóptera: Scarabaeidae) en Antioquia – Colombia. XXXIV congreso de entomología. Sociedad colombiana de entomología – SOCOLEN. Julio 25, 26 y 27. Cartagena de Indias. Pág. 94.

_____. 2000. Comportamiento de captura de los escarabajos coprófagos en tres parcelas en Lloró, Choco. Resúmenes XXVII congreso sociedad colombiana de entomología – SOCOLEN. Pág. 24.

PARDO LOCARNO, L. C., GALEANO, P. E. y RUBIANO M... 1995a. Estudio preliminar de los escarabajos (Coleóptera: Scarabaeoidea) del municipio de Ibagé, Tolima (Passalidae, Lucanidae y Scarabaeidae). Resúmenes. XXVII congreso sociedad colombiana de entomología – SOCOLEN. Pág. 26.

_____, L. C., REYES USUGA, L. C., FRANCO RUIZ, M. P... 1995b. Estudio exploratorio de los escarabajos (Insecta: Coleóptera) de la cuenca alta del río Pánce (Farallones de Cali: Valle) I Lucanidae, Passalidae y Scarabaeidae. Resúmenes XXVII congreso sociedad colombiana de entomología – SOCOLEN. Pág. 24.

PRIMACK. 1993. Essential of conservation biology. Sinauer associates, Inc. Sunderland, Massachusetts, U.S.A...

PULIDO HERRERA, L. A., MEDINA, C. A. y RIVEROS, R. A... 2007. Nuevos registros de escarabajos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) para la región andina de Colombia. Parte I. Revista de la academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales. Vol. XXXI, No. 119. Pg. 305 – 310.

_____, L. A., RIVEROS CAÑAS, R. A., GAST HARDERS, F. y von HILDEBRAND, P... 2003. Escarabajos Coprófagos (Coleóptera: Scarabaeinae) del Parque Nacional Natural “Serranía de Chiribiquete”, Caquetá, Colombia (Parte I). En: Sociedad Entomológica Aragonesa, vol. 3. Zaragoza. Pg. 51-58.

RAMIREZ, VELASQUEZ, A. y ORTIZ RAMIREZ, G... 1999. Uso y manejo de los suelos de la Meseta de Popayán. Informe Corporación Autónoma Regional del Cauca – CRC.

ROMERO-ALCARAZ, E. y ÁVILA, J. M... 2000. Effect of elevation and type of hábitat on the abundance and diversity of Scarabaeoid dung beetle (Scarabaeoidea) assemblages in a Mediterranean area from Southern Iberian Peninsula. Zoological studies, Vol. 39, No. 4. Pág. 351-359.

ROMERO RUIZ, M. H. y SUA TUNJANO, S. M... 2002. Metodología para la Definición de Ecosistemas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Sistema de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en la Amazonia Colombiana (2001). Bogotá. Pág. 50.

SAYRE, R., E., Roca, G., Sedaghatkish, B., Young, S., Keel, R., Roca and S., Sheppard. 2000. Nature in focus: Rapid Ecological Assessment. The Nature Conservancy (TNC) – Island Press. Washington D. C... Pg. 182.

SPSS para Windows. 2002. Versión 11.5.1.

TORRES, C. A... 2006. Riqueza y abundancia de los escarabajos copronecrófilos (Col: Scarabaeoidea, Scarabaeinae) en tres circunstancias ambientales en el bosque muy húmedo montano bajo, (bmhmb) de la vereda Cataluña Pereira, Risaralda, Colombia. Trabajo de grado.

VILLÁREAL, H., ÁLVAREZ, M., ESCOBAR, F., FAGUA, G., GAST, F., MENDOZA, H., OSPINA, M., UMAÑA, A. M., CÓRDOBA, S... 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos. Alexander Von Humboldt. Bogotá. Colombia. Pág. 236.

VULINEC, K... 2000. Dung beetles (Coleóptera: Scarabaeidae), monkeys, and conservation in Amazonia. En: Florida entomologist, Vol. 83, No. 3. Pág. 229 – 241.

ZAR, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall. Tercera Edición.

En Internet:

BENAVIDES O., E... 2006. En: <http://www.gobant.gov.co/organismos/sagricultura>

ROJAS, Cristian. 1997. Impacto ambiental. En: monografias.com

SADEGHIAN S., MURGUEITIO E. y RIVERA J. M... 2006. Características de Suelos en Sistemas Agropecuarios y Forestales para el Ordenamiento Territorial en el Departamento del Quindío (Colombia). En: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Siavosh.htm>.

2006. <http://200.13.202.26:90/pronatta/proyectos/pdf/public/201763439car3.pdf>

2006. <http://www.infororganic.com>

ANEXO 1. PRUEBA DE NORMALIDAD

	RIQUEZA
Roble	
Z de Kolmogorov-Smirnov	1,588
Sig.	0,013
Pino-Eucalipto	
Z de Kolmogorov-Smirnov	1,615
Sig.	0,011
Potrero	
Z de Kolmogorov-Smirnov	3,928
Sig.	0,000

ANEXO 2. FOTOS ESPECIES DE COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS



Canthidium aurifex



Deltochilum (Deltohyboma) parile



Dichotomius belus



Eurysternus marmoreus



Ontherus lunicollis



Onthophagus curvicornis



Onthophagus aff. steinheli



Oxysternon conspicillatum



Uroxys aff. caucanus



Uroxys cf. depressiprons