

**EVALUACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS DEL SUELO EN MÁRGENES  
HÍDRICAS AISLADAS EN LA VEREDA MONCLART DEL MUNICIPIO DE  
MOCOA-PUTUMAYO**

**INGRID VANNESA LOPEZ BACCA  
MERY JOHANA CORDOBA BASTIDAS**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL  
MOCOA  
2016**

**EVALUACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS DEL SUELO EN MÁRGENES  
HÍDRICAS AISLADAS EN LA VEREDA MONCLART DEL MUNICIPIO DE  
MOCOA-PUTUMAYO**

**INGRID VANNESA LOPEZ BACCA  
MERY JOHANA CORDOBA BASTIDAS**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL  
MOCOA**

**2016**

**NOTA:**

Los conceptos, afirmaciones y opiniones contenidas en el presente trabajo son responsabilidad única y exclusiva de sus autores, y no comprometen al Instituto Tecnológico del Putumayo. (Lineamiento CIECYT).

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

**Presidente del Jurado**

  
\_\_\_\_\_  
Jurado  
\_\_\_\_\_  
Jurado

**Mocoa, 20 de Enero de 2016**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios por regalarme la vida, por darme tranquilidad y serenidad en cada momento de esta etapa de mi vida que esta próxima a culminar en mi formación profesional.

A mis padres, Betty Carmen Morales, Victor Lopez Revelo, no hay un día en el que no le agradezca a Dios el haberme colocado entre ustedes y la fortuna más grande de tenerlos a mi lado.

A mi hermano Julio Andres Lopez Bacca, mi tesoro más valioso, quien me enseñó desde pequeña a luchar para alcanzar mis metas convirtiéndose en la base fundamental para lograr este sueño, gracias por servir de guía y por acompañarme siempre.

**INGRID VANNESA LOPEZ BACCA**

Quiero dedicar y agradecer de manera especial a Dios y a la Virgen, quien me dio la sabiduría de asumir un nuevo reto en mi vida y que con sus bendiciones ha permitido que llegue al éxito de mi carrera.

A mi madre y padre porque ellos son mi inspiración para seguir adelante porque han confiado en mí y con el orgullo de verme realizada, estuvieron siempre pendiente de todos mis pasos. También se lo dedico a mis hermanos y mi novio quienes siempre me apoyaron de alguna u otra manera fueron incondicionales conmigo, pero en especial a mi hermano José Erlinto Córdoba quien estuvo siempre a mi lado y aunque hoy no se encuentre con nosotros sé que desde el cielo mira cada uno de mis pasos.

**MERY JOHANA CORDOBA BASTIDAS**

## **AGRADECIMIENTOS**

Las investigadoras, expresan sus agradecimientos por el apoyo recibido durante la ejecución del trabajo de investigación a nuestro asesor Emel John Burbano Ijaji, ingeniero agrónomo y al ingeniero Amilcar Muñoz por guiarnos y apoyarnos con su experiencia y conocimiento para sacar adelante esta investigación, al Instituto Tecnológico del Putumayo con sus virtudes y sus enseñanzas haciendo de nosotras unas personas integra y profesionales.

Y a todas las personas que de una u otra manera, contribuyeron en este proceso investigativo.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	16
1. TITULO.....	18
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	18
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	20
1.4 OBJETIVOS .....	22
1.4.1 Objetivo General .....	22
1.4.2 Objetivos específicos .....	22
1.5 MARCO REFERENCIAL .....	23
1.5.1 Estado Del Arte .....	23
1.5.2 Marco Teórico .....	26
1.5.3 Marco Legal .....	33
1.5.4 Marco Contextual.....	36
1.5.5 Marco conceptual.....	37
1.6 DISEÑO METODOLOGICO .....	38
1.6.1 Tipo de investigación .....	38
1.6.2 Universo.....	39
1.6.3 Muestra.....	39
1.6.4 Diseño.....	39
2. RESULTADOS Y DISCUSION DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN .....	45
CONCLUSIONES.....	98
RECOMENDACIONES.....	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	100
BIBLIOGRAFIA.....	103

## LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. <i>Aproximación a la zona de estudio</i> .....	37
Figura 2. Especímenes de la familia Formicidae (Feno 16).....	49
Figura 3. Geometridae (Adulto). .....	52
Figura 4. Formicidae (Feno 16) .....	52
Figura 5. Especímenes (feno 20) de la familia Formicidae.....	54
Figura 7. Familia Miciopezidae .....	68
Figura 6. Familia Grillidae (ninfa).....	68
Figura 8. Familia Gryllidae .....	93
Figura 9. Familia Formicidae .....	93
Figura 10. Mapa de ubicación de las especies en los sistemas .....	96

## LISTA DE GRAFICAS

	pág.
Gráfica 1. <i>Clasificación de la Biota del suelo según tamaño, tiempo y hábitat</i>	30
Gráfica 2. Esquema de muestreo Swift y Bignell (2001)	40
Gráfica 3. Esquema del monolito utilizado para la extracción de macrofauna	41
Gráfica 4. Medición, estructura del monolito y trampa de caída	41
Gráfica 5. Clasificación de la variable abundancia de individuos por sistema evaluados en trampa de caída de la Vereda Monclart	58
Gráfica 6. Índice de Simpson de macroinvertebrados evaluados en trampa de caída	64
Gráfica 7. Índice de Shanon de macroinvertebrados evaluados en trampa de caída	66
Gráfica 8. Clasificación de la variable riqueza de familias por sistema evaluados en trampa de caída de la Vereda Monclart	75
Gráfica 9. Clasificación de la variable abundancia de familias por sistema evaluados en monolito de la Vereda Monclart	82
Gráfica 10. Índice de Simpson de macroinvertebrados evaluados en monolito	86
Gráfica 11. Índice de Shannon (H) de macroinvertebrados evaluados en monolito	88
Gráfica 12. Clasificación de la variable riqueza de familias por sistema evaluados en monolito de la Vereda Monclart	92

## LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Principios empleados de acuerdo a la normatividad legal .....	33
Tabla 2. Ubicación espacial de los sitios de muestreo .....	45
Tabla 3. Clasificación del Orden, familias del sistema aislado evaluados con trampa de caída.....	47
Tabla 4. Orden, familias en individuos del cultivo de caña evaluados con trampa de caída.....	50
Tabla 5. Orden, familias en individuos del sistema rastrojo evaluados con trampa de caída.....	53
Tabla 6. Abundancia de familias macroinvertebrados en los sistemas evaluados con trampa de caída.....	55
Tabla 7. Análisis de varianza para la variable Abundancia de individuos de macroinvertebrados en trampa de caída Vereda Monclart.....	59
Tabla 8. Prueba comparativa de Tukey de la variable abundancia para las familias de macroinvertebrados en trampa de caída Vereda Monclart.....	60
Tabla 9. Indicadores de diversidad en los sistemas evaluados con trampa de caída .....	62
Tabla 10. Análisis de varianza para la variable Simpson de especies de macroinvertebrados en trampas de caída .....	63
Tabla 11. Prueba comparativa de Tukey del índice de Simpson para las especies de macroinvertebrados en trampa de caída Vereda Monclart.....	63
Tabla 12. Análisis de varianza para la variable Shannon de especies de macroinvertebrados en trampas de caída .....	65
Tabla 13. Prueba comparativa de Tukey del índice de Shannon (H) para las especies de macroinvertebrados en trampa de caída Vereda Monclart.....	65

Tabla 14. Riqueza de familias de macroinvertebrados en el sistema aislado evaluado con trampa de caída .....	66
Tabla 15. Riqueza de familias de macroinvertebrados en el cultivo evaluado con trampa de caída.....	69
Tabla 16. Riqueza de familias de macroinvertebrados en el sistema de rastrojo evaluado con trampa de caída .....	71
Tabla 17. Riqueza de familias macroinvertebrados en los sistemas evaluados con trampa de caída.....	73
Tabla 18. Análisis de varianza para la variable Riqueza de familias de macroinvertebrados en trampa de caída Vereda Monclart.....	75
Tabla 19. Prueba comparativa de Tukey de la variable riqueza para las familias de macroinvertebrados en trampa de caída Vereda Monclart.....	76
Tabla 20. Abundancia de individuos de macroinvertebrados en el Aislamiento evaluado con monocultivo .....	77
Tabla 21. Abundancia de individuos de macroinvertebrados en el Cultivo evaluado con monocultivo.....	78
Tabla 22. Abundancia de individuos de macroinvertebrados en el Rastrojo evaluado con monocultivo .....	79
Tabla 23. Abundancia de familias macroinvertebrados en los sistemas evaluados con monolito .....	80
Tabla 24. Análisis de varianza para la variable Abundancia de individuos de macroinvertebrados en monolito Vereda Monclart .....	83
Tabla 25. Prueba comparativa de Tukey de la variable abundancia para las familias de macroinvertebrados en monolito Vereda Monclart .....	84
Tabla 26. Indicadores de diversidad en los sistemas evaluados con monolito.....	85
Tabla 27. Análisis de varianza para la variable Simpson de especies de macroinvertebrados en monolitos.....	85
Tabla 28. Prueba comparativa de Tukey del índice Simpson para las familias de macroinvertebrados en monolito Vereda Monclart .....	86

Tabla 29. Análisis de varianza para el Índice de Shannon (H) de especies de macroinvertebrados en monolitos.....	87
Tabla 30. Prueba comparativa de Tukey del Índice Shannon (H) para las familias de macroinvertebrados en monolito Vereda Monclart .....	87
Tabla 31. Riqueza de familias de macroinvertebrados en el sistema aislado evaluado con monolito.....	89
Tabla 32. . Riqueza de familias de macroinvertebrados en el cultivo evaluado con monolito.....	90
Tabla 33. Riqueza de familias de macroinvertebrados en el rastrojo evaluado con monolito.....	91
Tabla 34. Riqueza de familias de macroinvertebrados en los sistemas evaluado con monolito .....	91
Tabla 35. Análisis de varianza para la variable riqueza de familias de macroinvertebrados en monolito Vereda Monclart .....	93
Tabla 36. Prueba comparativa de Tukey de la variable riqueza para las familias de macroinvertebrados en monolito Vereda Monclart .....	94

## RESUMEN

La ordenación de los espacios de interés ambiental por parte de comunidades y de instituciones se constituye como instrumento fundamental para garantizar la protección hacia los ecosistemas, basado en lo anterior se toma como partida las zonas consideradas como dominio hídrico que muchas veces no se les ha prestado el interés suficiente, considerando estos aspectos Corpoamazonia en cumplimiento de su misión y de principios universales los cuales procuran garantizar términos de desarrollo sostenible, aísla franjas en zona rural de la vereda Monclart de interés hídrico en sistemas donde la actividad antrópica es cada vez más agresiva.

La necesidad de conocer como la biota del suelo cumple un papel importante en la función de sistemas establecidos de regeneración natural se desarrolla este trabajo que fue realizado bajo la metodología recomendada por el Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF), en el cual se tomaron tres ocupaciones del suelo para lograr la aproximaciones, (Aislado, Cultivo y Rastrojo), en cada componente se establecieron los transectos de identificación para el montaje de los monolitos y las trampas de caída con el propósito de evaluar las variables de abundancia, riqueza y diversidad.

Los resultados encontrados en los sistemas fueron cultivo con 180 ind/m<sup>2</sup> y 9 familias, seguido del aislamiento con 87 ind/m<sup>2</sup> y 12 familias y finalmente el rastrojo familias 44 ind/m<sup>2</sup> y 7 familias, por tanto se puede mencionar que en el corto tiempo de ser establecidos estos espacios se comienzan a ver tendencias positivas sobre la distribución de las especies, ocasionados posiblemente por la regeneración natural del ecosistema aislado.

Para el logro del estudio se plantearon 3 objetivos cimentados hacia el desarrollo de la metodología propuesta.

## ABSTRACT

The arrangement of the spaces of environmental interest from communities and institutions is a fundamental instrument for ensuring protection to ecosystems, based on the above is taken as the starting domain areas considered water that often has not been given to them enough interest, considering these aspects Corpoamazonia in fulfilling its mission and universal principles which seek to ensure terms of sustainable development, stripes isolated rural area of the village of water Monclart interest in systems where human activity is increasingly aggressive.

The need to know as soil biota plays an important role in the function of established natural regeneration systems this work was done under the recommended by the Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF) methodology is developed, in which they were taken three occupations soil to achieve approximations (Isolated, Culture and stubble), in each transect identification component for mounting monoliths and pitfall traps in order to evaluate the variables of abundance, richness and diversity were established .

The results were cultivation systems with 180 ind / m<sup>2</sup> and 9 families, followed by isolation with 87 ind / m<sup>2</sup> and 12 families and 44 families finally stubble ind / m<sup>2</sup> and 7 families, therefore it can be mentioned that in the short time to be established these spaces are beginning to see positive trends in the distribution of species, possibly caused by natural regeneration of isolated ecosystem.

To achieve three objectives grounded study towards the development of the proposed methodology were raised.

## INTRODUCCIÓN

Los invertebrados presentes en el recurso suelo son los responsables de la mayor parte de procesos físicos y biológicos que sufren los suelos en formación y son indispensables para que se preserven algunas de las características físicas de estos mediante procesos edáficos. La fauna edáfica comprende a organismos con tamaños y estrategias adaptativas diferentes. Los de menor tamaño constituyen la microfauna (ancho del cuerpo menor a 2 mm), y su importancia se ve reflejada en propiedades físicas como la porosidad y la estructura del suelo, mientras los de mayor tamaño, constituyen la macrofauna (ancho del cuerpo mayor a 2 mm), que se destaca porque directa o indirectamente afectan las propiedades del suelo. Las comunidades de invertebrados presentes en un suelo son el resultado de las prácticas de manejo que se le hayan realizan, por lo que la presencia o ausencia de invertebrados en el suelo es un indicador biológico muy importante (Castro , Burbano , & Bonilla , 2007).

Es probable que la degradación física y química del suelo, este íntimamente relacionada con la disminución de las poblaciones o la perdida de invertebrados que regulan el ciclo de la materia orgánica y la producción de estructuras físicas, es por ello que estudiar la composición de la macrofauna es distintos sistemas productivos es un importante punto de partida para entender sus efectos potenciales en el medio edáfico y en la productividad vegetal (Bravo, 2008)

A medida que la población aumenta y esta tiende a depender de la agricultura, el suelo es sometido a mayor uso del que puede soportar y se degrada, perdiendo la capacidad para cumplir con sus funciones innatas, como son las de ofrecer el medio para el crecimiento de las plantas, regular el régimen hídrico y actuar como filtro ambiental. No obstante, en el modelo de agricultura convencional el suelo se considera simplemente como soporte inerte y fuente de nutrientes, cor

tecnologías que aplican agroquímicos, sin ningún tipo de consideración ambiental (García, 2011)

Con la presente investigación se pretende evaluar los macroinvertebrados presentes en el suelo de márgenes hídricas aisladas; como indicadores que los suelos cuando sufren un proceso prolongado de descanso tienden a aumentar el número de estos individuos de gran forma y con ello mejorando algunas de sus propiedades físicas; además de evidenciar la influencia que pueden tener los macroinvertebrados en el suelo al hacer comparativos entre las zonas con cultivo, aislamiento y rastrojo.

Dada la importancia del conocimiento de la biología del suelo, el objeto de esta investigación fue evaluar la abundancia, riqueza y diversidad de los macroinvertebrados presentes en el suelo de márgenes hídricas aisladas; empleando para ello indicadores como: el índice de Shannon, el índice de Simpson, la abundancia y la riqueza de especies presentes en la en la vereda Monclart del municipio de Mocoa-Putumayo.

## **1. TITULO**

**EVALUACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS DEL SUELO EN MÁRGENES HÍDRICAS AISLADAS EN LA VEREDA MONCLART DEL MUNICIPIO DE MOCOA-PUTUMAYO.**

### **1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿La abundancia, riqueza y diversidad de macroinvertebrados del suelo se afectan cuando se aíslan márgenes hídricas en la vereda Monclart del municipio de Mocoa - Putumayo?

### **1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La ocupación de los suelos al implementar cultivos con propósitos de sostenibilidad ha provocado el desequilibrio de los recursos naturales entre ellos el suelo, cuya degradación es un problema ambiental y significa la alteración de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, estas acciones de agricultura implementadas de forma tradicional genera situaciones complejas en zonas de importancia ambiental amazónica convirtiéndose en los principales tensionantes de estos ecosistemas.

Los sistemas de producción en el zona rural del municipio de Mocoa se han enfocado principalmente en la ganadería extensiva y la explotación agrícola, manejados con tecnologías convencionales, ocasionando posibles impactos

negativos sobre los recursos naturales, entre ellos la alteración de las cuencas hídricas por su desprotección de las márgenes y con ello la alteración de la macrofauna del suelo, tal como lo menciona (al, 1998) al mencionar que los microorganismos y los invertebrados se consideran como indicadores de la calidad del suelo porque juegan un papel clave en la descomposición de la materia orgánica y en la circulación de los nutrientes; y que su diversidad, número y funciones están sujetas al estrés y cambio ambiental en sus propiedades siendo la labranza y la tala las actividades con mayor perturbación, consecuencias que conlleva a cambios en las propiedades biológicas en las cuales se involucra la dinámica de la vida de este recurso.

En este escenario, Corpoamazonía en el año 2012 aísla 5 kilómetros de márgenes hídricas en la vereda Monclart del municipio de Mocoa, con el propósito de provocar la regeneración natural de los ecosistemas, y con ello contribuir de alguna forma a la recuperación de la macrofauna del suelo, ya que (Marcos, 2011) manifiesta la relación entre conservación, biodiversidad y restauración ecológica es cada día más evidente. El funcionamiento de los ecosistemas solo se puede mantener en tiempo y espacio con altos valores de biodiversidad y la restauración ecológica solo es posible si se conservan grandes extensiones de ecosistemas originales en donde se expresa todo el potencial de especies a escala local y regional.

Por lo expuesto, el presente estudio pretende evaluar la abundancia, riqueza y diversidad de macrofauna del suelo en márgenes hídricas aisladas en la vereda Monclart, con el propósito de determinar si los aislamientos contribuyen a la recuperación de la biota del suelo, y de esa forma validar el sistema, que conlleve a la generación de conciencia ambiental.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

La Serranía de los Churumbelos es un ecosistema estratégico que ofrece una gran variedad de paisajes, diversidad cultural, faunística y florística, y la riqueza en el recurso hídrico que generan considerables beneficios ambientales y socioculturales, esto ha conllevando a que cada día se presione más estos ecosistemas lo cual puede llegar a ser irreversible y tener consecuencias sociales, económicas, ecológicas y políticas.

De acuerdo a La ley 99 de 1993 en el título I "Fundamentos de la Política Ambiental Colombiana" Artículo 1, numeral 2 se menciona que la biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.

Para tal fin, se debe realizar trabajos de investigación que arroje información acertada sobre los efectos de las diferentes acciones que se están implementando como es el caso de los aislamientos de los márgenes hídricos, que buscan provocar la regeneración natural y con ello la afectación positiva sobre macroinvertebrados del suelo.

En este escenario, el presente trabajo pretende evaluar la abundancia, riqueza y diversidad de la situación actual de macroinvertebrados del suelo, como mecanismo de acción participativa que genera conocimiento sobre estos impactos positivos, que a la vez pueden ser divulgados buscando crear conciencia ambiental sobre los benéficos eco sistemáticos que se pueden lograr con la implementación de acciones conservacionistas, y de esa forma contribuir a la mitigación de alteración de los ecosistemas, ya que muchos sistemas de

producción ejercer procesos degradativos continuos sin ser percibidos por los agricultores, pero que en determinados momentos manifiestan sus efectos negativos sobre el potencial del suelo, tal como lo menciona (Amezquita, 2004)

### ➤ **Impacto ambiental**

Una de las causas principales de los impactos negativos que se está generando sobre el ambiente es la falta de conocimiento sobre el tema. Por lo anterior, se puede deducir que la generación de conocimiento en la valoración de los recursos naturales debe involucrar la participación de varios actores que facilite la divulgación de los resultados y con ello la búsqueda de conciencia de conservación. Cuando se logre determinar que hay acciones que de alguna manera mitigan los impactos negativos que se está causando con las actividades que realizamos, podemos tomar medidas correctivas y sanciones si el caso lo amerita. Es así que se desarrolla la investigación en márgenes hídricos aislados buscando obtener datos precisos que serán divulgados a la comunidad o entidades encargadas de la protección del medio ambiente, y en conjunto trabajar por la creación de planes y programas de conservación para los recursos agua y suelo de gran importancia para la zona de estudio y de sus alrededores. En este contexto podemos mencionar que si los resultados son positivos, se espera que las márgenes hídricas en su mayor proporción sean aisladas para garantizar una mayor generación de impactos que beneficien los ecosistemas y la comunidad en general.

## ➤ **Impacto ético**

Se espera que las comunidades asentadas en estas zonas asimilen conciencia integra hacia los espacios de vulnerabilidad, puesto que el impacto ético esta correlacionado a la importancia que se debe tener en cuenta de los macro invertebrados tomen un lugar afectivo como los demás recursos tangibles.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar los macroinvertebrados del suelo en márgenes hídricas aisladas en la vereda Monclart del municipio de Mocoa – Putumayo.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- ❖ Identificar los macroinvertebrados presentes en los diferentes sitios de muestreo a nivel de orden y familia.
- ❖ Determinar indicadores de abundancia, riqueza y diversidad en las diferentes zonas a evaluar (aislado-cultivo).
- ❖ Establecer las áreas de mayor presencia de especies relacionadas al uso del suelo.

## **1.5 MARCO REFERENCIAL**

**1.5.1 Estado Del Arte.** La siguiente información se basó en recopilar información secundaria para orientar la investigación de manera adecuada. De tal forma la selección de los textos inicia con los estudios realizados en Uruguay Por Zerbino (2005), en la Evaluación de la macro fauna del suelo en rotaciones cultivos-pasturas con laboreo convencional. El suelo es un recurso natural esencial que proporciona servicios ecosistémicos en los cuales algunos invertebrados están involucrados. En el perfil del suelo se alojan comunidades diversas de animales que están organizadas en niveles de acuerdo al tamaño y cada componente tiene un rol determinado en su nicho específico, que difícilmente puede ser reemplazado por otros presentes en el sistema. Las comunidades presentes son la consecuencia de las prácticas de manejo de suelo que se realizan, por lo que tienen gran potencial de uso como indicadores y su número de individuos varía de acuerdo a la intensidad de los usos del suelo (Lavelle et al. 2006).

Así Mismo María Stella Zerbino (2011) en el documento sobre efecto de rotaciones cultivo-pasturas en siembra directa, con pastoreo, sobre comunidades de Oligochaeta Oxaca México. Los procesos que ocurren en el suelo son mediados por los organismos que lo habitan condicionados en aspectos como: el clima, el tipo de suelo, la topografía, la vegetación y las prácticas de manejo, además determinan la composición de las comunidades. Las lombrices, que representan una gran proporción de la biomasa de la biota edáfica, cumplen importantes funciones agroecológicas. En sistemas agrícolas, las comunidades presentes están determinadas por la intensidad del cambio inducido respecto al ecosistema natural y por la habilidad de las distintas especies de adaptarse a los cambios (Brussaard et al., 2007).

Por el contrario, en siembra directa, la falta de movimiento del suelo y la presencia de rastrojo en superficie, benefician a los organismos edáficos, las fluctuaciones de la temperatura y la humedad son menores, aumenta el contenido de materia orgánica y mejora la estructura del suelo.

En la investigación abundancia de la macrofauna edáfica de Y. García, Wendy Ramírez y Saray Sánchez (2014) en Uruguay sostiene que el efecto de diferentes usos de la tierra en la composición y la abundancia de la macrofauna edáfica, en la provincia de Matanzas. Demuestran que los mayores valores de densidad y biomasa se obtuvieron en los sistemas menos perturbados, siguiendo el gradiente: silvopastoril-pastizal-fincas agropecuarias-cultivos varios. La densidad solo fue sensible en los sistemas donde hubo un contraste en cuanto a la diversidad y los estratos de vegetación. La biomasa reflejó los cambios en los diferentes usos y en el manejo de los suelos. Se demostró que los distintos usos de la tierra, así como el grado de perturbación e intensidad del manejo, influyeron en la composición y la abundancia de la macrofauna edáfica. Varios estudios han sugerido que la mesofauna edáfica puede ser considerada como un indicador temprano y sensible a los efectos del manejo del suelo (Govaerts et al., 2006).

En el trópico, la macrofauna es una de las más representativas dentro del suelo; esta contiene invertebrados con un diámetro mayor de 2 mm y fácilmente visibles en la superficie o en el interior, los cuales desempeñan un papel imprescindible en la productividad del suelo debido a su capacidad de alterar el ambiente superficial y edáfico en que se desarrollan las plantas (Lavelle et al., 2006).

Basándose en el estudio Efecto de *Pinus radiata* sobre las características químico-nutritivas del suelo mineral superficial Valdivia, Chile. De Juan E. Schlatter, Luis

Otero (1995). Quienes señalan que los puntos más críticos del efecto del cultivo sobre el medio físico y biológico, son los siguientes: el balance hídrico, la diversidad biológica de la flora y fauna, la estructura y las características químico-nutritivas del suelo. La conducta agresiva de una especie es probablemente adecuada para la colonización y habilitación de suelos recientes o erosionados; sin embargo, en otros suelos su efecto debe ser neutralizado con medidas silviculturales y de mejoramiento del suelo para mantener su fertilidad a mediano y largo plazo.

De otra parte Ignacio Fernández et al., (2010). En su estudio Restauración Ecológica Para Ecosistemas Nativos Afectados Por Incendios Forestales. Chile. Menciona que los ecosistemas han estado permanentemente influenciados por agentes perturbadores de origen natural, sin embargo en la actualidad el principal agente perturbador es el ser humano. Muchos ecosistemas están dominados directamente por el hombre, y no existe ningún ecosistema en la tierra que esté libre de la penetrante influencia humana, lo que ha llevado a que alrededor de un tercio de los hábitats naturales del planeta hayan sido severamente degradados. Los ecosistemas brindan importantes servicios para el ser humano (regulación del clima, purificación del agua, descontaminación del aire, control de inundaciones, recreación, paisaje, etc.), sin embargo la constante presión antrópica sobre los hábitats naturales ha provocado que éstos sean incapaces de suministrar los servicios al mismo nivel que en el pasado, poniendo en riesgo actividades económicas, la salud humana y por ende repercutiendo negativamente en el bienestar humano.

En el contexto nacional Omar A. Melo Cruz Rafael Vargas Ríos, (2003). En su estudio Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos Corporación Autónoma Regional del Tolima. Plantean que en muchas ocasiones los factores

climatológicos y ecológicos generales que caracterizan una determinada zona o región boscosa, a pesar de expresar de alguna manera la composición, las estructuras y algunos tipos de vegetación, no son suficientes como base para la planificación silvicultural local, ni para la formulación y ejecución de planes locales de desarrollo, tales como los referidos al Ordenamiento Territorial (POT), que involucran el manejo de los recursos naturales. Por tal razón se necesita recolectar información más exacta sobre la diversidad y riqueza de especies a nivel local, su proporción y distribución, así como el estado de las masas en pie, las estrategias de repoblación, la dinámica y el crecimiento o desarrollo del bosque.

En este sentido Jajoy S & Quintero L (2013). En el estudio Evaluación del efecto del uso de agroquímico sobre la población de macroinvertebrados del suelo en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en el municipio de Sibundoy - Putumayo. Determinando valores más altos de biomasa para macroinvertebrados se obtienen en tratamientos Bosque Secundario (195,848 g.p.f. /m<sup>2</sup>) y Chagra Tradicional (175,99g.p.f./m<sup>2</sup>) por ser sistemas donde no se manejan agroquímicos y el suelo presenta menores perturbaciones antrópicas.

## **1.5.2 Marco Teórico**

**1.5.2.2. Recurso Hídrico en el Churumbelo.** Colombia es uno de los países con mayor potencial hídrico del mundo, pero más de la mitad de sus habitantes está en peligro de quedarse sin agua. Efectos como el cambio climático, el incremento poblacional, y la contaminación de los recursos naturales están originando una rápida degradación y la merma de las fuentes hídricas (El Tiempo, 2009).

La serranía de Churumbelo, ubicada al este de la ciudad de Mocoa, tiene una extensión aproximada de 12000 hectáreas, la alta intervención en las inmediaciones cercanas genera cambios en la forma del uso del suelo que eviten la degradación y la pérdida de la biodiversidad (PBOT Mocoa, 2011).

**Márgenes Hídricas:** Las márgenes y riberas de los cauces se constituyen por el criterio ambiental y paisajístico en la totalidad de su cauce denominado espacio de dominio hídrico Serna (2007). De acuerdo con Morelli, S et al., (2013), la reforestación y cercado de protección es la mejor alternativa para enfrentar la problemática y proteger las márgenes, ya que con esto se establecen límites de protección en cuencas hidrográficas.

Para estos procesos de estabilización y recuperación de márgenes hídricas se utilizan técnicas en las que la re vegetación constituye la actuación fundamental a través de escolleras re vegetadas y plantación de estructuras vivas en base de especies vegetales de rivera en puntos frágiles para la estabilidad de las orillas; reposición de la vegetación de la rivera (Arizpe et al., 2009).

**Aislamiento de Márgenes Hídricas:** Las áreas de preservación hidrológica corresponden a aquellas áreas en donde nacen, descienden y se encuentran cuerpos de agua como lagunas, humedales, nacimientos de fuentes hídricas como ríos, quebradas, zanjones, cañadas y contribuyen al mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas (PBOT Bolívar Cauca, 2010).

Según Saavedra (2009) el manejo, la protección y conservación de las fuentes de agua se refiere a un conjunto de prácticas que las comunidades deben aplicar

para mejorar las condiciones de uso y aprovechamiento del agua y para reducir o eliminar las posibilidades de contaminación.

**1.5.2.2 Regeneración Natural.** Según la revista en línea Verified Carbon Standard (s/f), la regeneración natural es la recuperación de un bosque, después de sufrir una alteración, en ausencia de la intervención humana. Esta acción resulta en el incremento de la funcionalidad del ecosistema, la complejidad y estructura en la diversidad de especies vegetales y la disponibilidad de un hábitat entre otros.

De acuerdo con Contreras (2005) esta práctica consiste en la asociación de árboles y de cultivo para la conservación de humedad en el suelo, protección de áreas limitadas y favorecer el desarrollo de la vegetación, especialmente en zonas donde se ha reducido la cobertura de árboles.

Otro mecanismo de regeneración forestal natural se reproduce mediante la polinización, la dispersión de semillas por animales, el viento u otro vector, y su posterior germinación, iniciándose así un proceso de recuperación.

**1.6.2.3 Impactos Ambientales.** Amazonas es la zona que es más deforestada en el país, y dentro de ella Putumayo que entre 2002 y 2007 deforestó el 14,3% de la totalidad llevándolo a ocupar el segundo lugar, después del Caquetá según la Comisión Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, 2009). De seguir la deforestación, en el 2030 solo existiría el 45% del bosque amazónico, siendo los municipios de Puerto Guzmán (7.197 hectáreas) y Puerto Leguízamo (4.608 hectáreas) que mayor tasa de deforestación presentan (Amazonas 2030). Por otra parte en el municipio de Mocoa la Serranía del Churumbelo, presenta estado crítico debido a la presión de los colonos en busca de oportunidades económicas ocasionando una fragmentación de los ecosistemas, pérdida de la conectividad

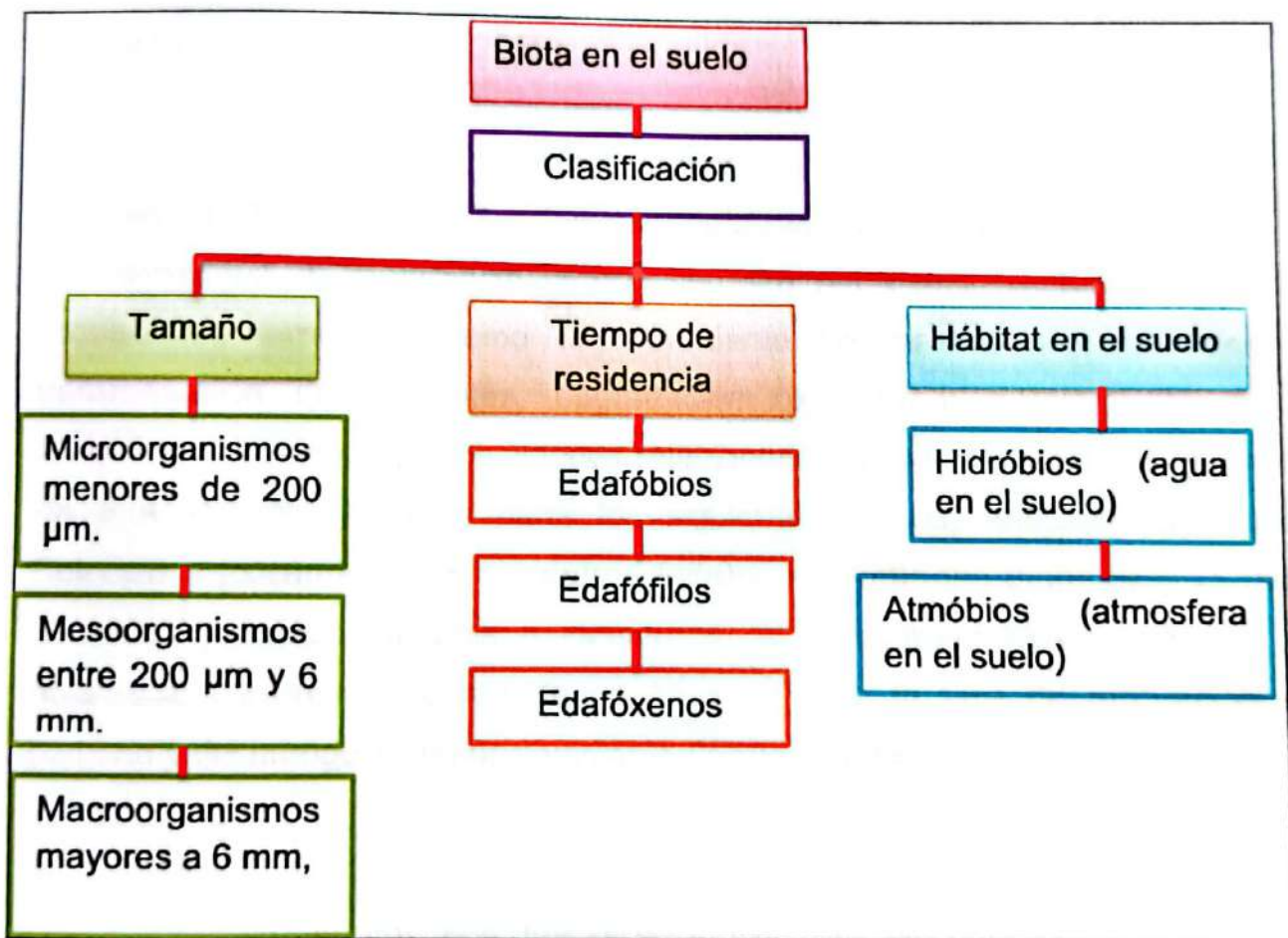
paisajística, expansión de la frontera agropecuaria, reducción de la biodiversidad, productividad de los suelos, del recurso hídrico y degradación de los ambientes (Corpoamazonia 2011).

De acuerdo con J Hernández (2002) quien propuso que una forma de mitigar los impactos producidos por la deforestación es teniendo en cuenta los principios de la restauración de ecosistemas terrestres sujetos a los mismos de la sucesión ecológica. Y según (Vargas et., al) para lograr este término se debe considerar restaurar un área perturbada a su "estado natural", a través de un sistema de restauración ecológica que tenga como objetivo la recuperación de ecosistemas.

**1.6.2.4 Macroinvertebrados.** La importancia de los macro invertebrados en la fertilidad natural de los suelos y la relación con otras comunidades edáficas se ha reconocido y valorado con biomas templados según Lavelle & Spain (2001) citado por Ruiz- Obo, D.H, A. Feijoo & C. Rodriguez (2010). El mismo autor menciona la necesidad de monitorear los cambios que ocurren con la tala y propone caracterizar los macro invertebrados edáficos en diferentes usos del terreno para diferenciar los hábitat de acuerdo con el nivel de intensificación del manejo antrópico.

De acuerdo con Figueroa E (2014) la clasificación de La Biota del suelo está definida como la fauna y flora que viven en el mismo, y que en su mayoría viven en la capa superficial del litter o residuos vegetales frescos. Estos organismos constituyen la parte viva de los suelos, influenciando el desarrollo de estos. Los organismos viven principalmente en el litter, ya que encuentran las condiciones de temperatura, humedad, ventilación, luminosidad y espacio, para satisfacer sus necesidades ver diagrama 1.

La clasificación de los organismos del suelo, puede llevarse a cabo teniendo en cuenta diferentes criterios: Tamaño, tiempo de permanencia y hábitat en el suelo. Los Microorganismos se los puede asociar con la actividad de incorporación del suelo, la remoción y la circulación de agua y nutrientes, además tienen un papel importante en la biología del suelo que puede afirmarse que sin su presencia no es posible la vida de los demás seres Escrivá, M (2011).



Gráfica 1. Clasificación de la Biota del suelo según tamaño, tiempo y hábitat

Fuente: Figueroa E (2014)

Samaniego, D (2012) define a los macro invertebrados como ingenieros del ecosistema al establecer diferentes prácticas de humificación y mineralización de materia orgánica. Convirtiéndose en importantes reguladores de muchos procesos del ecosistema generando efectos positivos en la conservación de la estructura del suelo (Rendón et al., 2011). La composición de las comunidades está relacionada con las propiedades del suelo y los procesos que ocurren en él, la mediación por los organismos que lo habitan se destaca la macrofauna, porque directa o indirectamente afecta la estructura y fertilidad del suelo y su trófica está organizada en diferentes niveles de acuerdo al tamaño de los individuos y se basa fundamentalmente en las relaciones entre los microorganismos y los invertebrados. (Zerbino, M., 2005).

A su vez Sevilla, F et al, (s/f) define a las comunidades que se caracterizan por su alta diversidad e importancia, sobresalen las del papel fundamental en los ecosistemas terrestres, como el movimiento de materia orgánica, ciclo y transformación de nutrientes, degradación biológica y mejoramiento de la estructura del suelo. Las condiciones relacionadas al tamaño promedio va desde los 2 a 20 mm, y hacen parte los siguientes grupos; Anélidos (lombrices), Coleóptera (cucarrones), Himenóptera (avispa), Formicidae (hormigas), Isóptera (termitas) y estados adultos e inmaduros de otros artrópodos comedores de hojarasca; convirtiendo cerca de un 15 y 30% de la tasa de renovación del carbono y del nitrógeno, respectivamente (Wolters, 2000).

Los macroinvertebrados son los organismos más ampliamente usados como bioindicadores en la actualidad por diversas circunstancias (Resh, 2008), determinando que los bioindicadores se utilizan de forma habitual en la vigilancia y seguimiento de la contaminación a nivel de población, comunidad o ecosistema. La relación entre el nivel de organización, los cambios producidos en los

organismos y la utilidad de los bioindicadores se refleja en las estructural o funcional, a nivel individual para conocer el efecto de las perturbaciones sobre los organismos PraT, N et al., (s/f).

De acuerdo con Jajoy S & Quintero L, (2013) para la evaluación de macroinvertebrados se pueden utilizar las variables de abundancia, riqueza, diversidad y biomasa, clasificados citando a Moreno, (2001).

**Abundancia. Número de individuos por familia y por cada área de estudio.**

El término comprende, por tanto, diferentes escalas biológicas: desde la variabilidad en el contenido genético de los individuos y las poblaciones, el conjunto de especies que integran grupos funcionales y comunidades completas, hasta el conjunto de comunidades de un paisaje o región.

**Riqueza específica (S). Número total de especies obtenido por un censo de la comunidad.**

**Índice de Simpson.** Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1 - \lambda$ .

**Índice de Shannon-Wiener.** Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas Por el mismo número de individuos.

**Equidad de Pielou.** Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 0.1, de forma que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

**1.5.3 Marco Legal.** La normatividad vigente en la que se basó esta investigación, se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1. Principios empleados de acuerdo a la normatividad legal

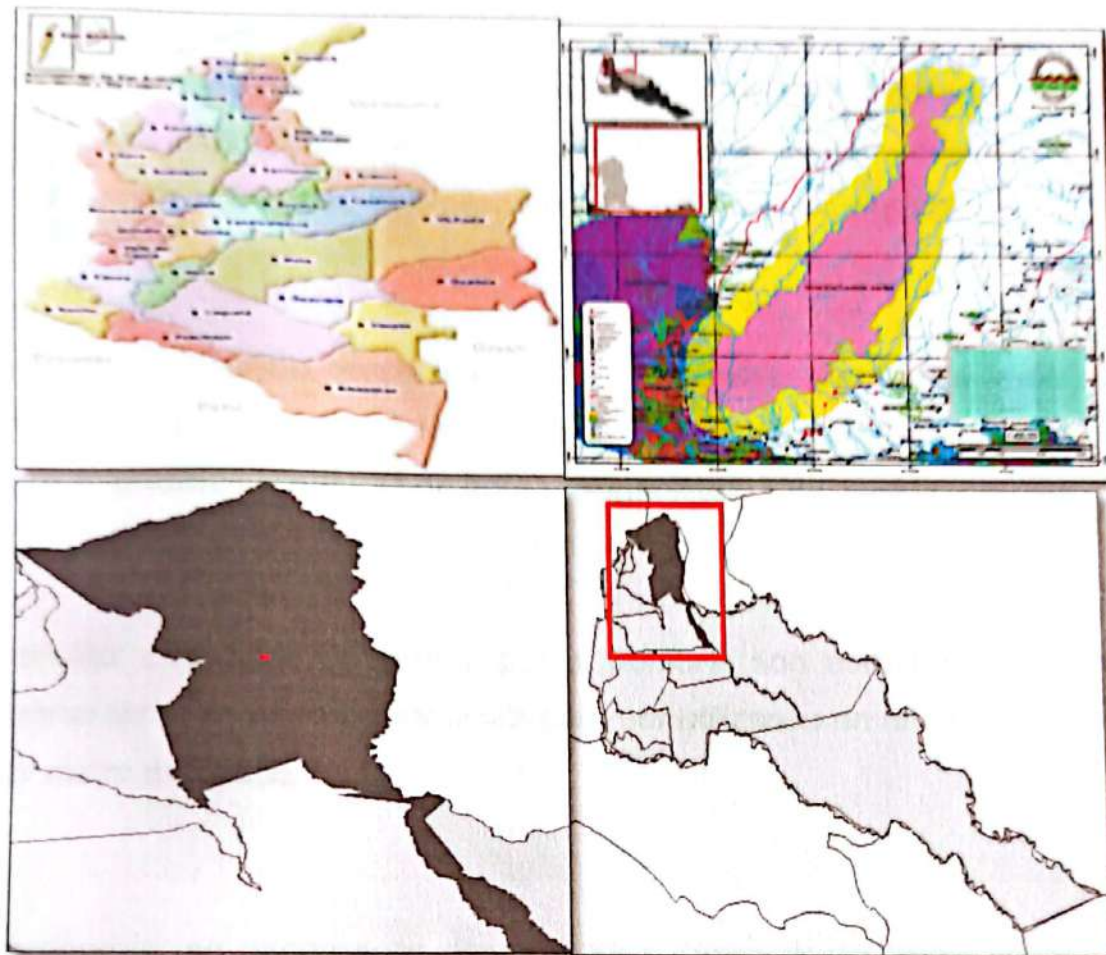
PARÁMETRO	DENOMINACION	DETALLE
GENERAL	La constitución política de 1991	En el capítulo tres habla sobre los derechos colectivos y del medio ambiente. En el artículo 79 declara: "todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano" la ley garantizara la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Artículo 80 declara: "es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones

		legales y exigir la reparación de los daños causados.
	Decreto 2811 de 1974	Reglamenta el uso de los recursos naturales. En su Artículo 1, El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. Objeto del Artículo 2, Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional.
	Ley 99 de 1993	Se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables. Por tanto en su ARTÍCULO 16 relaciona que al Estudiar cuidadosamente el ambiente que será afectado en cada propuesta de tarea, evaluando los impactos ambientales en los ecosistemas involucrados, urbanizados o naturales, incluido el entorno socioeconómico, seleccionando la mejor alternativa para contribuir a un desarrollo ambientalmente sano y sostenible, con el objeto de lograr la mejor calidad de vida para la población.
	Resolución 1935 de 2008 (MAVDT)	El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, profirió la resolución 1023 de 2005 "por la cual se adoptan las guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación", considerando que las guías ambientales son un instrumento de autogestión y autorregulación de los sectores productivos y, de consulta y referencia de carácter conceptual y metodológico tanto para las autoridades ambientales como para el sector regulado, con fin de contar con criterios unificados para la planeación, desarrollo y el control ambiental de proyectos, obras o actividades que se lleven a cabo en el territorio Nacional.

<b>SUELOS</b>	<p>Código Nacional de Recursos Naturales Renovables</p>	<p>Por tanto en el Artículo 3. Literal C. Regula Los demás elementos y factores que conforman el ambiente o influyan en él, denominados en este Código elementos ambientales, como: relacionando que los bienes producidos por el hombre, o cuya producción sea inducida o cultivada por él, en cuanto incidan o puedan incidir sensiblemente en el deterioro ambiental.</p> <p>Artículo 45.- La actividad administrativa en relación con el manejo de los recursos naturales renovables se ajustará a las siguientes reglas como: los planes y programas sobre protección ambiental y manejo de los recursos naturales renovables deberán estar integrados con los planes y programas generales de desarrollo económico y social, de modo que se dé a los problemas correspondientes un enfoque común y se busquen soluciones conjuntas, sujetas a un régimen de prioridades en la aplicación de políticas de manejo ecológico y de utilización de dos o más recursos en competencia, o a la competencia entre diversos usos de un mismo recurso.</p>
	<p>Ley 23 de 1973</p>	<p>Artículo 1. Es objeto de la presente ley prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del territorio nacional.</p> <p>Artículo 2. El medio ambiente es un patrimonio común; or tanto su mejoramiento y conservación son actividades de utilidad pública, en las que deberán participar el Estado y los particulares. Para efectos de la presente ley, se entenderá que el medio ambiente está constituido por la atmósfera y los recursos naturales renovables.</p>

	<p>Carta mundial de los suelos en la resolución VI de la conferencia Mundial de la alimentación en 1974.</p>	<p>La cual tiene como objetos establecer un conjunto de principios que deberán servir como base para un aprovechamiento más racional de los recursos edafológicos mundiales y su presencia y su protección contra la degradación irreversible. La degradación de los suelos afecta directamente a la población al reducir la productividad de las tierras y prosigue a un ritmo que no se puede aceptar, ya que la supervivencia y el bienestar de la humanidad depende del aumento continuo de la productividad de las tierras.</p>
	<p>RESOLUCIÓN 1133 DE 2013</p>	<p>Por la cual se fijan los patrones constitutivos de Unidades Agrícolas Familiares mínima a nivel predial, para los fines propios de la Convocatoria de Incentivo de Asistencia Técnica Rural".</p>

**1.5.4 Marco Contextual.** El presente trabajo se realizó sobre franjas aisladas de márgenes hídricas ubicadas en la vereda Monclar ubicada al noroccidente del Municipio entre las coordenadas 1° 3' 0" N y 76° 40' 16" W; del área de influencia de la Serranía de los Churumbelos del municipio de Mocoa – Putumayo.



**Figura 1. Aproximación a la zona de estudio**

Fuente: Google maps

**1.5.5 Marco conceptual.** Dentro de este marco se presentan algunos conceptos principales para el entendimiento y comprensión del contenido de la presente investigación, los cuales se resaltan a continuación.

**Edáfico:** factores ambientales determinados por las características del suelo y sus condiciones físicas, químicas y biológicas.

**Gradiente:** intensidad de aumento o disminución de una magnitud variable, y curva que lo representa.

Complejidad: se refiere como la característica, índole y cualidad de lo complejo o también se le dice lo complejo, el que se compone de elementos variados y distintos, lo que está complicado, embrollado que es difícil de comprender.

Bióticas: es el medio donde existe vida y, por ende organismos vivos relacionados con ellos. No obstante, el término biótico se relaciona con la palabra biota que hace referencia al conjunto de flora y fauna.

Monolito: estructura construida por el hombre, son normalmente montículos de diverso tamaño que se establecen para ser utilizados en la captación de especies por metro cuadrado.

Taxonomía: se encarga de dar nombre y clasificar los seres vivos. Una de las primeras clasificaciones es que separó animales y vegetales, los animales con sangre y sin sangre, a los que se arrastraban de los que no.

## **1.6 DISEÑO METODOLÓGICO**

En este capítulo se dará la explicación del tipo de diseño metodológico mostrado de forma secuencial y organizada exponiendo como se lograra cada objetivo propuesto reflejando la estructura lógica y el rigor argumentativo del proceso de investigación.

**1.6.1 Tipo de investigación.** En este tipo de investigación se estimaran las relaciones existentes entre tres variables, realizado bajo un tipo de investigación mixto de enfoque Descriptivo.

Línea de investigación. Reordenamiento territorial.

Sub-línea de investigación. Generación y disponibilidad de información básica para políticas de ordenación y planificación territorial.

**1.6.2 Universo.** El objeto de estudio de la presente investigación fue en el bosque aislado de la vereda Monclart Municipio de Mocoa, mediante un recorrido realizado se logró identificar las zonas propicias para el muestreo, en la cual incluye tres tratamientos en las áreas de los sistemas aislados y de bosque, y un cultivo de caña, con cuatro repeticiones en cada sistema.

Las unidades de experimento a tener en cuenta serán:

- **Sistema de bosque.** El cual se obtendrá de información de un sitio en regeneración natural para ser comparado respecto a la variación de la macrofauna en sitios de uso más intenso.
- **Sistema aislado.** Lugares de vegetación transicional donde se apreciara sitios intervenidos y aislados, para determinar las especies con vegetación en una distribución sucesional.
- **Cultivo de caña.** Espacios con uso exclusivo de agricultura sometida de manera tradicional.

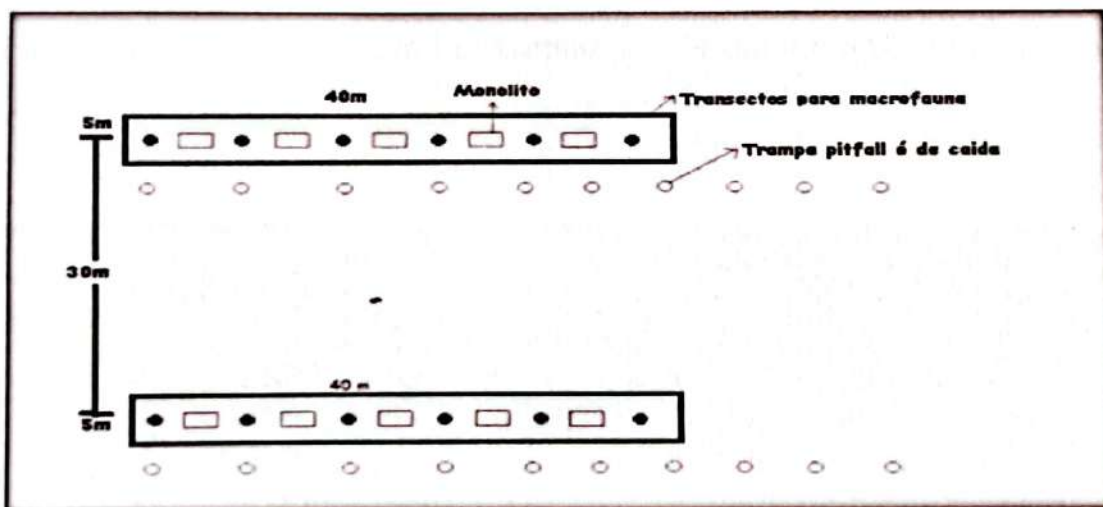
**1.6.3 Muestra.** Corresponde a los tres (3) tratamientos que serán identificados en la presente investigación los cuales serán ponderados de acuerdo a sus sistemas aislados, bosque y sistema productivo en cultivo de caña con cuatro (4) repeticiones, para un equivalente de (12) unidades experimentales.

**1.6.4 Diseño.** La metodología utilizada para el logro de la presente investigación considero los siguientes aspectos.

- ❖ **Identificar los macroinvertebrados presentes en los diferentes sitios de muestreo a nivel de orden y familia.**

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron visitas previas al sector conjunto a una revisión bibliográfica para mayor comprensión del tema, además se tomó como partida de referencia los espacios intervenidos en las zonas aledañas en las cuales ocurre más presión por agricultura.

Los lotes a seleccionar fueron al azar para evitar el efecto de borde, teniendo en cuenta los diferentes puntos de muestreo para cada uno de los tratamientos de estudio. Además se tuvo en cuenta el primer manual conocido para acceder a la fauna del suelo descrito por Anderson e Ingram (1993), consolidados y mejorados por Swift y Bignell (2001). En este último manual se presenta la metodología para coleccionar lombrices, termitas y hormigas, otro tipo de macro fauna.



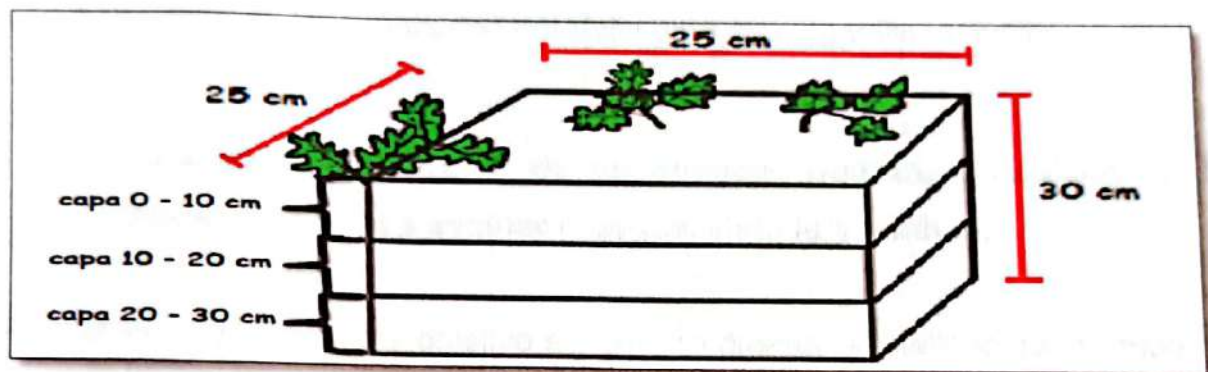
**Gráfica 2. Esquema de muestreo Swift y Bignell (2001)**

Fuente: Jajoy S & Quintero L (2013) citando a Burbano, H & Silva, F (2011)

En cada uno de los sistemas (bosque, rastrojo y cultivo) se establecieron tres transectos o cuadrados de 40 m x 5 m por cada Kilometro para la colecta de

macrofauna. Estos fueron evaluados con monolitos de 25 cm de ancho x 25 cm de largo x 30 cm de profundidad.

- i) Cada monolito fue demarcado por un cuadrante con las dimensiones de ancho y largo posteriormente aislado.
- ii) El monolito se dividió en tres capas: 0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm.



**Gráfica 3. Esquema del monolito utilizado para la extracción de macrofauna**

Fuente: Jajoy S & Quintero Lconceptal (2013) citando a Burbano, H & Silva, F (2011)



**Gráfica 4. Medición, estructura del monolito y trampa de caída**

Fuente: Esta investigación

Una vez colectados todos los individuos de las diferentes muestras se almacenaron en frascos de vidrio con soluciones conservantes de alcohol al 75 % (macroinvertebrados de cuerpo duro) y en una solución de formalina al 4% (invertebrados de cuerpo blando). Para la identificación se trabajó en el laboratorio del Instituto Tecnológico del Putumayo con el acompañamiento de un biólogo con conocimiento en el tema quien realizó la identificación de las muestras con la ayuda de claves taxonómicas y estereoscopios, además se enviaron las muestras a un laboratorio de la Universidad del Valle para su respectivo estudio.

- ❖ **Determinar indicadores de abundancia, riqueza, diversidad en las diferentes zonas a evaluar (bosque, aislado y cultivo).**

Para el logro del presente objetivo se tuvo en cuenta la totalidad de las muestras identificadas previamente en cada uno de las trampas de caída y los monolitos establecidos en los sistemas el cual se determinó:

**La abundancia:** está asociada a la macrofauna de cada tratamiento, calculando el número de individuos por m<sup>2</sup>.

Para el cálculo de los índices de diversidad, se empleó el programa Past versión 2.01 evaluando:

**Índice de Shannon-Wiener (H).** Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (citando a Moreno, 2001).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

**Índice de Simpson.** Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (citando a Moreno, 2001).

$$\lambda = \sum p_i^2$$

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$  ( $p_i = n_i/N$ ), es decir, el número de individuos de la especie,  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

**Equidad de Pielou.** Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 0.1, de forma que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (citando a Moreno, 2001).

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

$H'_{\max} = \ln(S)$ .

$S$  = Número total de especies

**Riqueza específica (S).** Número total de especies obtenido (citando a Moreno, 2001).

Una vez obtenidos todos los datos se realizara un análisis de varianzas pruebas de comparación de medias de Tukey para cada variable, utilizando el programa Stapgrafic.

- **Establecer las áreas de mayor presencia de especies relacionadas al mayor grado de conflicto en el uso del suelo.**

De acuerdo a la presencia de los bioindicadores se propondrá con la ayuda de un biólogo y de un agrónomo las zonas de mayor potencialidad y susceptibilidad de acuerdo a la agrología de los suelos. Además se empleara la Metodología Para Los Cálculos de La Unidades Agrícolas Familiares (UAF) propuesta en la

**Resolución 1133 De 2013 basándose en los siguientes aspectos:**

**La extensión del predio dependerá de la naturaleza de la zona, clase de suelos, y potencialidad del tipo de explotación agropecuaria para el cual sea apto.**

**Ajustando la extensión de la UAF a su estructura dentro de los sistemas productivos, teniendo en cuenta el uso recomendado y por ende la vocación de uso del territorio dentro del área adjudicable.**

## 2. RESULTADOS Y DISCUSION DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

**Uso de la tierra.** Una vez determinados los sitios de muestreo para el montaje de los transectos se obtuvieron resultados los cuales variaron de acuerdo al uso y ocupación de los suelos; la abundancia, riqueza y diversidad de las especies fue relativamente uniforme a través de los tres tipos de uso, los rangos de diferencia se presentaron para el sistema de cultivo en comparación con los sistemas de aislamiento y de rastrojo, comprobando de igual manera en las pruebas estadísticas realizadas que también arrojaron resultados de diferencia significativa.

Tomando como partida la estimación realizada por Tondoh y Lavelle, (2005) quienes mencionan que los porcentajes están entre 57-99% de especímenes en los primeros 20 cm, con gran heterogeneidad en sitios con frecuente humedad.

Tabla 2.Ubicación espacial de los sitios de muestreo

Propietario	Localidad	Uso	N	W
Octavio Cerón	Vereda Monclart	Aislamiento	1°12'44"	76°39'56"
		Cultivo	1°12'48"	76°39'52"
		Rastrojo	1°12'52"	76°39'56"

Fuente: Esta investigación

- ❖ **Determinar indicadores de abundancia, riqueza, diversidad en las diferentes zonas a evaluar (aislado, cultivo y rastrojo).**

El proceso para la determinación de especies se logró mediante la secuencia de organización de los datos de las especies encontradas la cual consistió en

determinar la posición de un espécimen en la clasificación existente, trabajando desde niveles altos como órdenes hasta familia, género y especie. Pero debido a la dificultad en los equipos y de algunos grupos de organismos se logró llegar hasta la clasificación de feno y morfoespecies para las lombrices Subclase Oligochaeta.

De acuerdo a lo expuesto por Bignell et al., (s/f), se debe tener en cuenta que cuando se comparan datos de diferentes hábitats o localidades, es importante utilizar el mismo esfuerzo de identificación y métodos, además es importante que las morfoespecies "A", en el lugar 1, sean las mismas que "A", en el lugar 2, debido a que una taxonomía pobre podría resultar en una baja o sobreestimación de diversidad y similitud de especies y hacernos llegar a establecer conclusiones erróneas.

## **Procedimiento**

Una vez colectadas la totalidad de las muestras se reúnen en el laboratorio del Instituto Tecnológico del Putumayo, las cuales están previamente etiquetadas con el número de trampa de caída, uso del suelo y profundidad de extracción con el monolito los pasos consistieron en:

- Uso de claves de identificación publicadas.
- Comparaciones con descripciones.
- Comparaciones con colecciones de referencia.

Para algunos casos fue necesario el envío de especímenes a un laboratorio con experiencia en taxonomía para su identificación. En la tabla 3 se muestran los organismos capturados con trampa de caída en el sistema aislado, representados por los órdenes Araneae, Coleoptera, Diptera, Dytioptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera y Orthoptera.

**Tabla 3. Clasificación del Orden, familias del sistema aislado evaluados con trampa de caída**

<b>Sistema</b>		<b>Aislamiento</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
Araneae	Salticidae (Feno 1)	3	3,4
	Salticidae (Feno 10)	2	2,3
Coleoptera	Elateridae	1	1,1
	Corculionidae	1	1,1
	Chrysomelidae	1	1,1
	Micropodidae	1	1,1
Diptera	Scarebidae	3	3,4
	Asilidae	1	1,1
	Stratiomyidae	4	4,6
	Muscidae	1	1,1
Diptera	Heleomyzidae	1	1,1
	Sciaridae	1	1,1
	Blaberidae	1	1,1
Hemiptera	Cicadellidae	2	2,3
	Gerridae	1	1,1
	Rhyparochromidae	1	1,1
Formicidae	Formicidae (Feno 1)	2	2,3
	Formicidae (Feno 4)	5	5,7
	Formicidae (Feno 5)	8	9,2

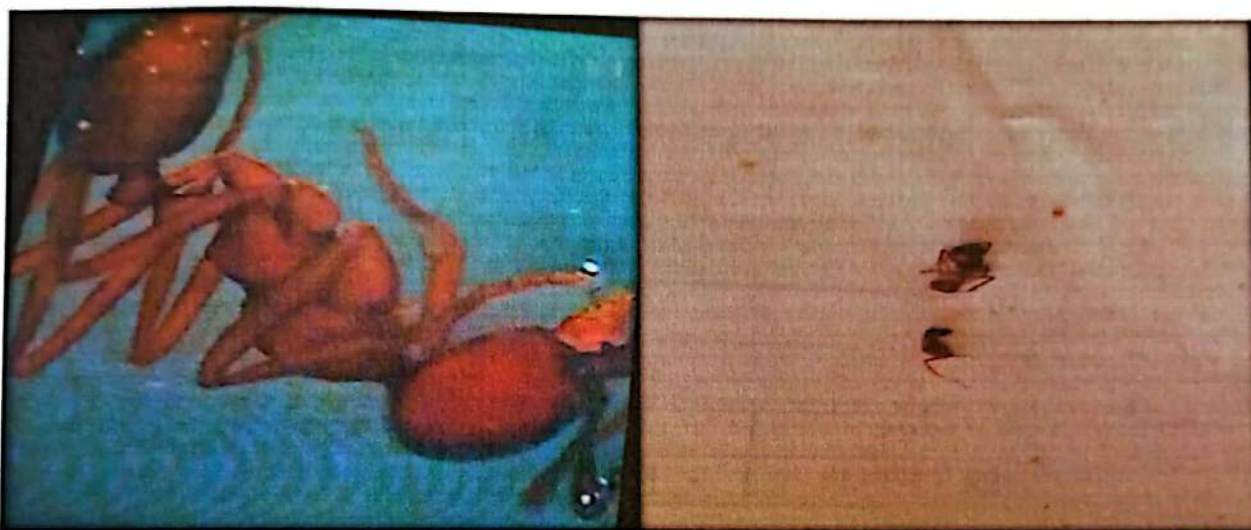
	Formicidae (Feno 6)	1	1,1
	Formicidae (Feno 7)	1	1,1
	Formicidae (Feno 8)	5	5,7
	Formicidae (Feno 16)	17	19,5
Hymenoptera	Formicidae (Feno 17)	1	1,1
	Formicidae (Feno 20)	10	11,5
	Formicidae (Feno 22)	1	1,1
	Formicidae (Feno 23)	2	2,3
<hr/>			
Lepidoptera	Nypiphalidae	1	1,1
	Noctuidae	2	2,3
<hr/>			
Orthoptera	Grillidae (ninfa)	3	3,4
	Tettigoniidae	3	3,4
<hr/>			
	<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>100,0</b>
<hr/>			

Fuente: Esta investigación

Dentro del sistema se realizó el análisis estadístico y descriptivo para saber cuál de las especies presenta mayor incidencia y se determinó que la familia Formicidae (Feno 16) con una totalidad de 17 individuos presento la dominancia (D), y por lo tanto la diversidad gama (1-D) corresponde a la misma especie, infiriendo que este tipo de organismos presenta dominancia hacia las demás debido a que su dinamismo dentro del ecosistema genera su amplio desplazamiento y por pertenecer a un grupo característico de hormigas muchas veces invasoras que se encuentran por todo el componente, a su vez Brown (2004) reporto una mayor diversidad de especies del género Apocephalus Coquillett, las cuales consistía en tres veces mayor el número que las demás

diversidades, Disney (1994) menciona que por ser un orden con abundantes familias presenta variedades de hábitos dentro de las cuales se encuentran especies saprófagas, herbívoras, carroñeras, fungívoras, depredadoras, parásitas, kleptoparásitas y parasitoides citados por Uribe.S., (2013).

Figura 2. Especímenes de la familia Formicidae (Feno 16).



Fuente: Esta investigación

Uribe S., (2013) menciona que la mayor cantidad en número en Sur América por especies para estas familias la presenta países como Brasil y Argentina con una totalidad de nueve especies del género *Atta* y dieciocho para el género *Acromyrmex*, seguidamente Argentina posee cuatro especies del género *Atta* y diecisiete del género *Acromyrmex*. A nivel nacional, se conocen un total de diez especies de hormigas cortadoras de hojas, cuatro corresponden al género *Atta*: A siendo los cephalotes la más frecuente en el país.

En el contexto de manejo para estas especies se tiene que para el control de las hormigas arrieras, existen diferentes tipos de prácticas tales como mecánicas, físicas, culturales, biológicas y químicas, de las cuales ésta última es la más

utilizada y la más dañina para el ambiente, de acuerdo a la implementación de practica se evidencia que estos generan impactos negativos tanto para su control como para su implementación.

Para el sistema de ocupación con cultivo de caña se obtuvieron los siguientes órdenes de Araneae, Coleoptera, Diptera, Dytioptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Orthoptera y Trichoptera tabla 4.

Tabla 4. Orden, familias en individuos del cultivo de caña evaluados con trampa de caída

Sistema		Cultivo	
Orden	Familia	N°	%
Araneae	Salticidae (Feno 3)	3	2,7
	Salticidae (Feno 4)	2	1,8
	Salticidae (Feno 5)	1	0,9
	Salticidae (Feno 8)	2	1,8
	Salticidae (Feno 9)	1	0,9
	Salticidae (Feno 11)	1	0,9
Coleoptera	Tenebrionidae	7	6,3
	Erotylidae	1	0,9
	Heleomyzidae	1	0,9
Diptera	Dolichopodidae	2	1,8
	Dolichopodidae (Feno 1)	1	0,9
	Dolichopodidae (Feno 2)	1	0,9
Dytioptera	Blaberidae	3	2,7
	Aetalionidae	1	0,9
Hemiptera	Cydnidae	1	0,9
	Reduviidae	1	0,9

	Apidae	1	0,9
	Chrysididae	1	0,9
	Figitidae	1	0,9
<hr/>			
	Formicidae (Feno 7)	6	5,4
	Formicidae (Feno 8)	1	0,9
	Formicidae (Feno 10)	6	5,4
	Formicidae (Feno 11)	3	2,7
Hymenoptera	Formicidae (Feno 12)	1	0,9
	Formicidae (Feno 16)	31	27,7
	Formicidae (Feno 18)	1	0,9
	Formicidae (Feno 21)	1	0,9
	Sphecidae	27	24,1
<hr/>			
Lepidoptera	Geometridae	1	0,9
<hr/>			
Orthoptera	Tetrigidae	1	0,9
<hr/>			
Trichoptera	*	1	0,9

\*sin identificar

Fuente: Esta investigación

De la misma manera que el anterior sistema se presentó que la familia Formicidae (Feno 16) reporto la mayor cantidad de individuos de este género, se puede mencionar que en este tipo de medio se presenta vegetación de bajo porte y como lo menciono DISNEY (1994) la gran variedad de hábitos para estos organismos hace que su presencia se conciba dominante.

Con relación al enfoque como conjunto de posibilidades para determinar el incremento de la problemática ambiental se debe basar en ideas con propósitos de que un solo grupo no sería único en la intrepidez como indicador suficiente para controlar la adversidad ambiental en el control de este tipo de organismos.

Por tanto A. Bautista Cruz et al., menciona que sede relacionar indicadores biológicos donde se integren la cantidad de factores que afectan la calidad del suelo como la abundancia y subproductos de micro y macroorganismos, incluidos bacterias, hongos, nemátodos, lombrices, anélidos y artrópodos.

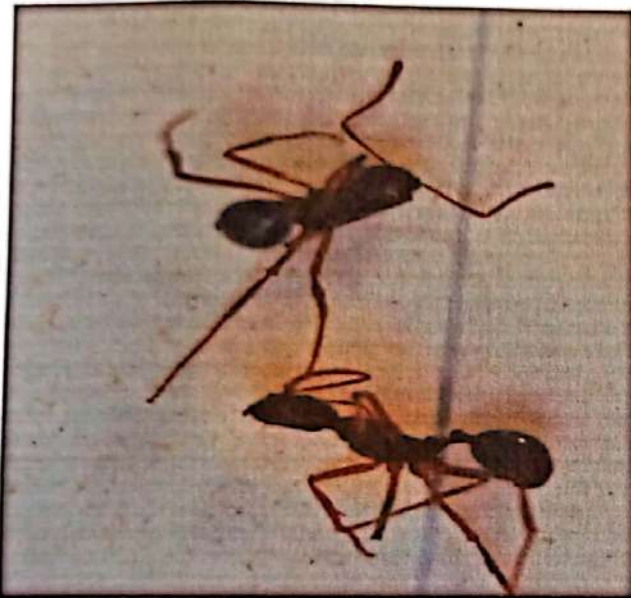


Figura 4. Formicidae (Feno 16)

Fuente: Esta investigación



Figura 3. Geometridae (Adulto).

En la tabla 5 se muestran los resultados de los organismos capturados en el componente de rastrojo representados por los órdenes de Araneae, Coleoptera, Diptera, Dytioptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera y Orthoptera.

Del mismo modo se realizó el análisis dentro del componente encontrándose que el (Feno 20) de la familia Formicidae reporto mayor dominancia (D) y por tanto la mayor diversidad gama (1-D) para este sistema. Basándose en información obtenida por los agricultores quienes mencionan que este tipo de organismos arremeten severamente sobre cultivos y demás especies arbustivas en cualquier

estación del año, por lo tanto la dominancia en estos sistemas está representada por especímenes de esta familia.

**Tabla 5. Orden, familias en individuos del sistema rastrojo evaluados con trampa de caída**

Orden	Sistema	Rastrojo	
	Familia	N°	%
Araneae	Salticidae (Feno 2)	1	2,3
	Salticidae (Feno 6)	1	2,3
	Salticidae (Feno 7)	1	2,3
Coleoptera	Corculioninidae	1	2,3
	Scarebaredae	1	2,3
Diptera	Stratiomyidae	3	6,8
	Tipulidae (Larva)	1	2,3
Dyctioptera	Blatellidae	1	2,3
	Blaberidae	1	2,3
	Cicadellidae	1	2,3
Hemiptera	Cydnidae	1	2,3
	Apidae	1	2,3
Hymenoptera	Formicidae (Feno 1)	1	2,3
	Formicidae (Feno 3)	1	2,3
	Formicidae (Feno 9)	1	2,3
	Formicidae (Feno 10)	1	2,3
	Formicidae (Feno 11)	3	6,8
	Formicidae (Feno 12)	1	2,3
	Formicidae (Feno 19)	3	6,8
	Formicidae (Feno 20)	10	22,7
	Formicidae (Feno 23)	1	2,3
	Sphecidae	1	2,3
Lepidoptera	Arctriidae	1	2,3
	Noctuidae	1	2,3
Orthoptera	Grillidae (ninfa)	4	9,1
	Tettigoniidae	1	2,3

Fuente: Esta investigación

En este contexto, claramente se evidencia la dominancia prevaleciente por las familias Formicidae con altos grado de incidencia hacia a la sostenibilidad productiva, sin embargo, es necesario implementar acciones de monitoreo ambientales con propósitos de control adecuado así como también el cuidado de otros organismos edáficos y de las propiedades del suelo, los cuales proveen alertas tempranas del deterioro (Anderson e Ingram, 1993).

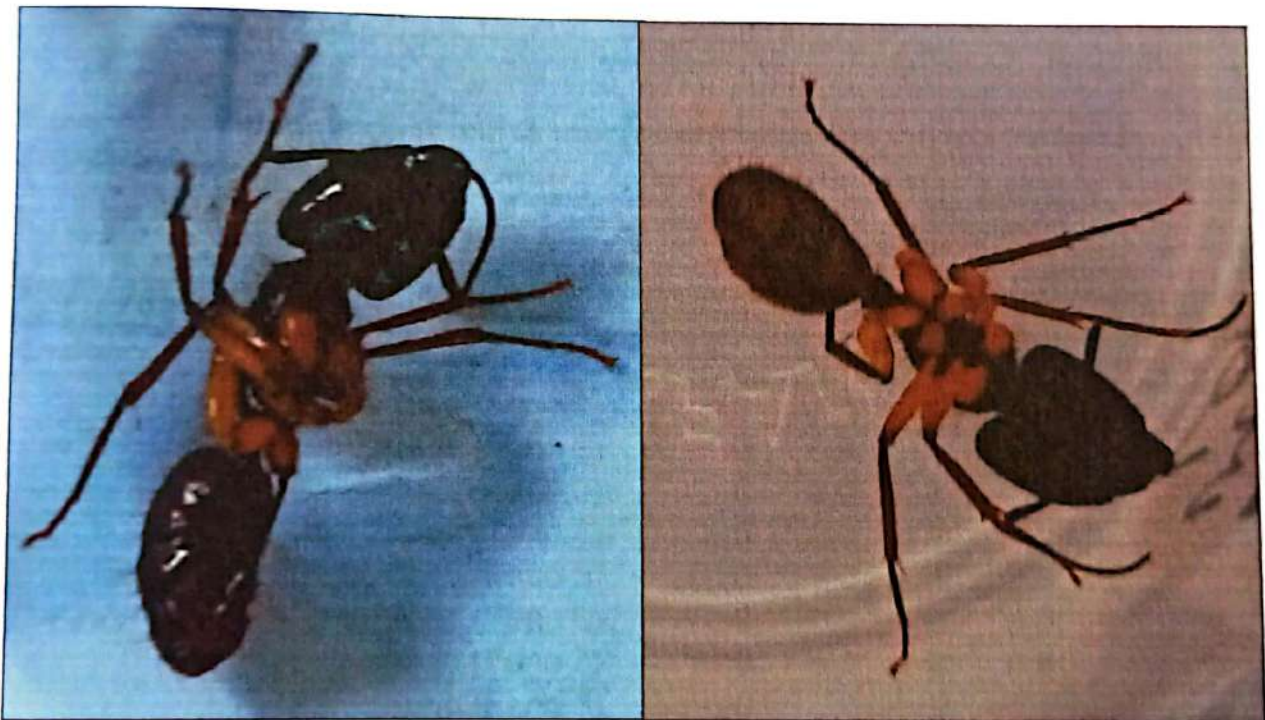


Figura 5. Especímenes (feno 20) de la familia Formicidae

Fuente: Esta investigación

### **Abundancia de macroinvertebrados evaluados con trampa de caída**

La determinación de este parámetro indico los resultados por individuo de cada sistema en la vereda Monclart arrojando una totalidad de 311 ind/m<sup>2</sup> de los cuales el sistema con mayor abundancia correspondió al cultivo de caña con 180

ind/m<sup>2</sup>. para un equivalente de (57,8%) representadas significativamente por las familias Tenebrionidae, Asilidae, Formicidae (Feno 4, 7,16, 19) y Sphecidae, seguido por el sistema aislado que reporto una abundancia de 87 ind/m<sup>2</sup>. para un (27,9%) encontrándose las familias de Stratiomydae, Formicidae (Feno 4, 5, 8, 16 y 20), Grillidae (ninfa) y Tettigoniidae, y finalmente el sistema en ocupación por rastrojo que los datos de abundancia fueron de 44 ind/m<sup>2</sup> equivalente a (14,2%) representado por las familias de Stratiomydae, Formicidae (Feno 11, 19 y 20) y Grillidae (ninfa) respectivamente.

**Tabla 6. Abundancia de familias macroinvertebrados en los sistemas evaluados con trampa de caída**

Orden	Sistema Familia	Aislamiento		Cultivo		Rastrojo	
		N°	%	N°	%	N°	%
Araneae	Salticidae (Feno 1)	3	3,4	0	0,0	0	0,0
	Salticidae (Feno 2)	0	0,0	0	0,0	1	2,3
	Salticidae (Feno 3)	0	0,0	3	1,7	0	0,0
	Salticidae (Feno 4)	0	0,0	2	1,1	0	0,0
	Salticidae (Feno 5)	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Salticidae (Feno 6)	0	0,0	0	0,0	1	2,3
	Salticidae (Feno 7)	0	0,0	0	0,0	1	2,3
	Salticidae (Feno 8)	0	0,0	2	1,1	0	0,0
	Salticidae (Feno 9)	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Salticidae (Feno 10)	2	2,3	0	0,0	0	0,0
	Salticidae (Feno 11)	0	0,0	1	0,6	0	0,0
Coleoptera	Elateridae	1	1,1	1	0,6	0	0,0
	Erotylidae	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Carabidae	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Corculionidae	1	1,1	1	0,6	1	2,3
	Chrysomelidae	1	1,1	1	0,6	0	0,0
	Miciopezidae	1	1,1	0	0,0	0	0,0
	Scarebaredae	3	3,4	2	1,1	1	2,3
	Tenebrionidae	0	0,0	7	3,9	0	0,0
Diptera	Asilidae	1	1,1	8	4,4	0	0,0
	Stratiomyidae	4	4,6	0	0,0	3	6,8

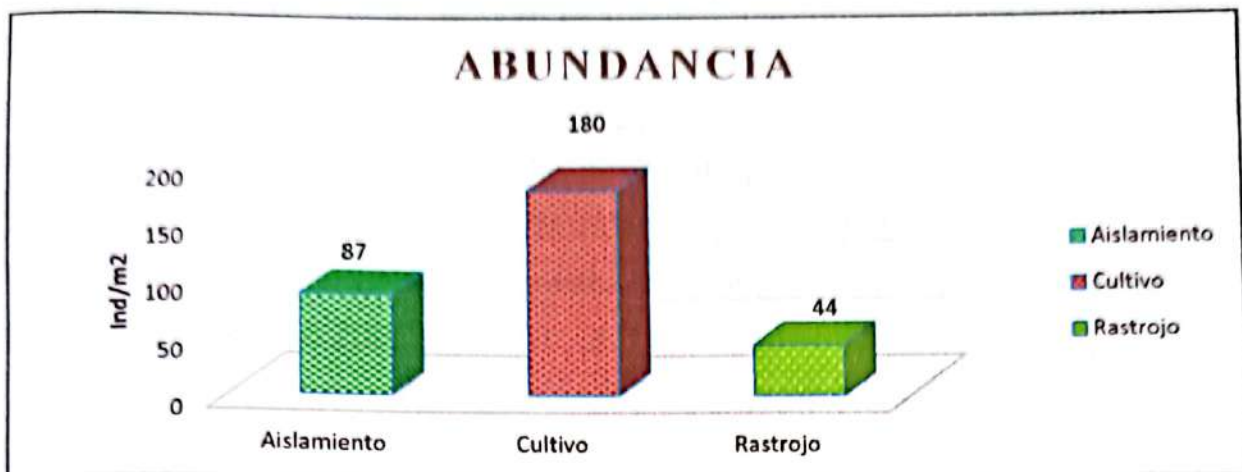
	Tipulidae (Larva)	0	0,0	0	0,0	1	2,3
	Muscidae	1	1,1	0	0,0	0	0,0
	Heleomyzidae	1	1,1	1	0,6	0	0,0
	Dolichopodidae	0	0,0	2	1,1	0	0,0
	Dolichopodidae (Feno 1)	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Dolichopodidae (Feno 2)	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Sciaridae	1	1,1	0	0,0	0	0,0
Dyctioptera	Blatellidae	0	0,0	0	0,0	1	2,3
	Blaberidae	1	1,1	3	1,7	1	2,3
	Aetallionidae	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Cercopidae	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Cicadellidae	2	2,3	1	0,6	1	2,3
Hemiptera	Cydnidae	0	0,0	3	1,7	1	2,3
	Gerridae	1	1,1	0	0,0	0	0,0
	Membracidae	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Reduviidae	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Rhyparochromidae	1	1,1	0	0,0	0	0,0
	Apidae	0	0,0	1	0,6	1	2,3
	Chrysididae	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Figitidae	0	0,0	1	0,6	0	0,0
Hymenoptera	Formicidae (Feno 1)	2	2,3	6	3,3	1	2,3
	Formicidae (Feno 3)	0	0,0	1	0,6	1	2,3
	Formicidae (Feno 4)	5	5,7	7	3,9	0	0,0
	Formicidae (Feno 5)	8	9,2	0	0,0	0	0,0
	Formicidae (Feno 6)	1	1,1	6	3,3	0	0,0
	Formicidae (Feno 7)	1	1,1	8	4,4	0	0,0
	Formicidae (Feno 8)	5	5,7	1	0,6	0	0,0
	Formicidae (Feno 9)	0	0,0	0	0,0	1	2,3
	Formicidae (Feno 10)	0	0,0	1	0,6	1	2,3
	Formicidae (Feno 11)	0	0,0	3	1,7	3	6,8
	Formicidae (Feno 12)	0	0,0	4	2,2	1	2,3
	Formicidae (Feno 16)	17	19,5	35	19,4	0	0,0
	Formicidae (Feno 17)	1	1,1	0	0,0	0	0,0
	Formicidae (Feno 18)	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Formicidae (Feno 19)	0	0,0	11	6,1	3	6,8
	Formicidae (Feno 20)	10	11,5	0	0,0	10	22,7
	Formicidae (Feno 21)	0	0,0	2	1,1	0	0,0
	Formicidae (Feno 22)	1	1,1	0	0,0	0	0,0
	Formicidae (Feno 23)	2	2,3	0	0,0	1	2,3
		Sphecidae	0	0,0	27	15,0	1
Lepidoptera	Arctriidae	0	0,0	0	0,0	1	2,3

	Geometridae	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Nypiphalidae	1	1,1	1	0,6	0	0,0
Orthoptera	Noctuidae	2	2,3	1	0,6	1	2,3
	Acrididae	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Grillidae (ninfa)	3	3,4	5	2,8	4	9,1
	Grillotalpidae	0	0,0	1	0,6	0	0,0
	Tetrigidae	0	0,0	2	1,1	0	0,0
	Tettigoniidae	3	3,4	3	1,7	1	2,3
Trichoptera	*	0	0,0	1	0,6	0	0,0
<b>TOTAL</b>		<b>87</b>	<b>100</b>	<b>180</b>	<b>100</b>	<b>44</b>	<b>100,0</b>

\*sin identificar

Fuente: Esta investigación

De acuerdo a los resultados se evidencio que en cultivo represento la mayor cantidad de abundancia en los sistemas evaluados, esta variable como indicadora puede permitir acercarse a conocer la complejidad del sistema, ya que la gran abundancia puede estar asociada a la variedad de la vegetación del suelo originando características satisfactorias para el desarrollo de la vida de estos organismos y la gran actividad que estos generan.



Gráfica 5. Clasificación de la variable abundancia de individuos por sistema evaluados en trampa de caída de la Vereda Monclart

Fuente: Esta investigación.

La gráfica 5 muestra la diferencia obtenida del cultivo hacia los demás sistemas corroborando a lo manifestado por María, S Zerbino (2005) las comunidades presentes en un ecosistema están determinadas por el manejo que se realiza (perturbaciones físicas, distribución de residuos y vegetación), a su vez Pardo et al (2011) afirma que muchos organismos están asociados con agroecosistemas representativos de regiones cálidas a frías (Caribe, Andes, Pacífico, Orinoquia y Amazonia), cuya composición, estructura y abundancia exhiben particularidades y rasgos distintivos acordes con la biofísica y el manejo de suelos.

Estos resultados indican que la relación existente entre plantas y animales se reflejada en los espacios los cuales conviven, por ser zonas de intervención antrópica en la que se realiza actividades de poda para el control de malezas se genera materia orgánica atrayente para un indicado grupo de organismos promoviendo la presencia de residuos conjuntamente a la diversificación espacial y temporal de especies vegetales alojan comunidades más ricas, diversas y

equitativas, con predominio del grupo funcional detritívoros para este caso los integrantes de la familia Formicidae son insectos sociales, los cuales tiende a ser más abundantes en bosques abiertos y secos y en pasturas no cultivadas y el tamaño de las colonias es variable, desde unas pocas docenas en las especies más primitivas a varios millones considerando las hormigas cortadoras como los herbívoros más importantes de América del Sur (Hölldobler y Wilson, 1990 citado por María, S Zerbino 2005).

Estudios realizados por Burbano y Falconi (2015) en la vereda Condagua reportan datos de abundancia de macroinvertebrados para el aislamiento con 339 ind/m<sup>2</sup>, seguido por el bosque secundario con 239 ind/m<sup>2</sup> y finalmente el de pasturas con 227 ind/m<sup>2</sup>, estos valores reflejan la diferencia entre los sistemas y la ubicación geográfica del mismo, permitiendo inferir que la dominancia de algunas especies por individuo se presenta por todo el piedemonte amazónico.

Para determinar el análisis de varianza de los grupos se planteó una pregunta con 95% de confiabilidad para establecer las diferencias estadísticas para este caso se tomó la probabilidad con valor de ( $P \leq 0,05$ ), estimando que la diferencia se presentó en el sistema de rastrojos (Ver tabla 7).

**Tabla 7. Análisis de varianza para la variable Abundancia de individuos de macroinvertebrados en trampa de caída Vereda Monclart**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	P	Valor para F
Entre grupos	181,33	2	90,66	0,025	3,05
Intra grupos	3626,78	150	24,17		
<b>Total</b>	<b>3808,11</b>	<b>152</b>			

( $P \leq 0,05$ ) existe una diferencia estadísticamente significativa.

Fuente Esta investigación

Una vez realizado este análisis se corrobora con la prueba de Tukey y la prueba honestamente significativa (HSD) considerando el promedio entre los grupos, reportando datos de (3,6) para el sistema aislado, (2,2) en el cultivo y finalmente (1) en el rastreo, reportando diferencia significativa entre las familias del cultivo hacia este sistema (Ver tabla 8).

Tabla 8. Prueba comparativa de Tukey de la variable abundancia para las familias de macroinvertebrados en trampa de caída Vereda Monclart

Sistema	Repeticiones	Promedio	Homogeneidad
Aislado	4	2,2	X
Cultivo	4	3,6	X
Rastrojo	4	1	X'

Existe diferencia honestamente significativa (HSD) entre las columnas de X hacia las columnas de X'.

Fuente: Esta investigación

A diferencia de los sistemas en ocupación por asilamiento y rastreo el cultivo reporto mayor cantidad de individuos asimilando que estos organismos varían considerablemente con la ocupación, específicamente en el cultivo se encontró la familia Erotylidae, considerada como plaga para el cultivo de caña y además el propietario menciona.

*“Este tipo de insecto se presenta en cualquier estación del año, se introduce por el tallo hacia la parte interna de la cavidad tubular haciendo que la caña se atrase en su desarrollo y si no se toman medidas al respecto se puede perder el producto”.....*

En este sentido Molero R (s/f) alude que existen organismos considerados como bioindicadores "centinelas" que pueden servir para ponernos en alerta del empeoramiento de la calidad medioambiental de una zona. Agregando que la comunidad biológica tiene grandes cualidades y expectativas para convertirse en herramienta eficaz de evaluación de la calidad ambiental, debido a que diversifican la capacidad de detección de las alteraciones ambientales relacionada con la estructura de la comunidad edáfica como indicadora de la agresividad de las operaciones agrícolas intensivas.

Como se puede apreciar en los resultados la abundancia fue menor en le rastrojo situación que hace describir que este sistema no sea apto para el albergue de especies puesto que su desarrollo se realiza en estos espacios, la mayor abundancia correspondió al cultivo esta característica puede estar relacionada con el mantenimiento que se le da a estos espacios puesto que la poda realizada atrae individuos de especies herbívoras y la remoción de suelo al desarrollar labranza permite que se generen habitas para especies carnívoras.

#### ❖ **Determinación de Diversidad.**

Para el cálculo de esta variable bajo la determinación de los índices de Simpsom, Shanon-Wiener, y equidad de Pielou.

De acuerdo a los resultados se observan diferencias entre los sistemas (*Ver tabla 9*) siendo mayor el índice de Simpsom (0.084) para el rastrojo, indicando que la comunidad de macroinvertebrados que viven en este suelo sea más abundante, sin embargo el índice de Shanon ( $H=2,91$ ) mostro la menor diversidad debido a

que la distribución de las especies no es equitativa. A su vez el sistema de cultivo reporto > diversidad de especies y < abundancia.

Tabla 9. Indicadores de diversidad en los sistemas evaluados con trampa de caída

Sistema	Simpson	Shanon	E. Pielou	Riqueza
Aislado	0,078	2,97	0,051	23
Cultivo	0,077	3,19	0,029	32
Rastrojo	0,084	2,91	0,086	16

Fuente: Esta investigación

Los macroinvertebrados estimados mostraron variabilidad a partir del número de individuos por sistema, de los cuales se destaca los fenos de la familia Formicidae quienes estuvieron presentes en todos los sistemas, estos acercamientos se identifican como representación de que las comunidades establecen su dominancia a través de su distribución, al respecto FAO (2002) menciona que la poca presencia y pérdida de diversidad tanto en la superficie o interior del suelo se debe al incremento de actividades antrópicas.

**Índice de Simpson.** Para determinar este indicador se tuvo en cuenta la diversidad específica de cada sistema categorizando las repeticiones en las trampas de caída, es decir se tomaron al azar un número conocido en la cual se contabilizaron las especies y se les realizó el procedimiento con la fórmula descrita anteriormente, como se muestra la tabla 10, el análisis de varianza no presenta diferencias ( $P \geq 0,05$ ), registrando valores poco variados entre los sistemas.

**Tabla 10. Análisis de varianza para la variable Simpson de especies de macroinvertebrados en trampas de caída**

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de cuadrados</b>	<b>P</b>	<b>Valor para F</b>
Entre grupos	6,2617E-07	2	3,1306E-07	0,99	3,056366295
Intra grupos	0,0061064	150	4,0880E-05		
<b>Total</b>	<b>0,00613269</b>	<b>152</b>			

( $P \geq 0,05$ ) no existe diferencia significativa  
Fuente Esta investigación

Siguiendo el procedimiento se realizó la prueba de Tukey y la prueba honestamente significativa (HSD), (Ver tabla 11) considerando el promedio entre los grupos, reportando datos de (0,0015, 0,0015 y 0,0016) para aislamiento, cultivo y rastrojo, mostrando homogeneidad entre las especies.

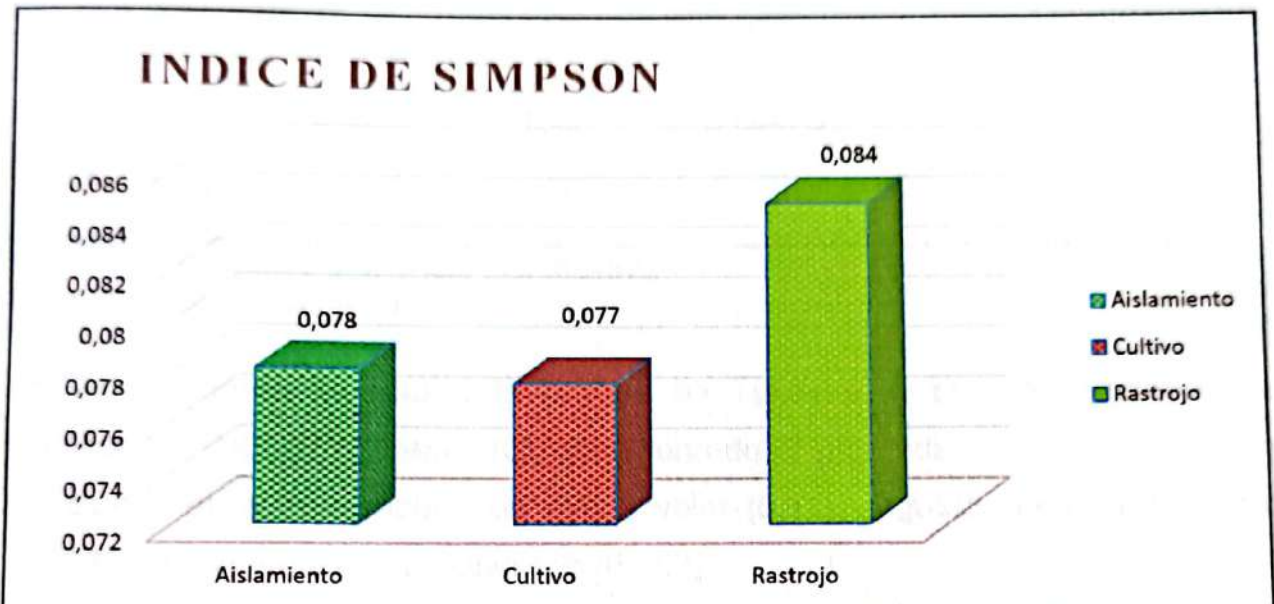
**Tabla 11. Prueba comparativa de Tukey del índice de Simpson para las especies de macroinvertebrados en trampa de caída Vereda Monclart**

<b>Sistema</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Promedio</b>	<b>Homogeneidad</b>
Aislamiento	4	0,00153101	X
Cultivo	4	0,00152021	X
Rastrojo	4	0,00166099	X

Existe diferencia honestamente significativa (HSD) entre las columnas de X hacia las columnas de X'.

Fuente: Esta investigación

Esto indica que las especies encontradas entre los sistemas no varían de acuerdo al Índice de Simpson el cual se manifiesta con la probabilidad de descubrir organismos distribuidos por los usos del suelo.



Gráfica 6. Índice de Simpson de macroinvertebrados evaluados en trampa de caída

Fuente: las autoras año 2015.

Como se aprecia en la gráfica 6 los valores fueron muy similares entre los sistemas deduciendo que en este tipo de ecosistemas muchas especies hacen presencia, situación que hace en la diversidad de macrofauna sean variada entre los componentes.

**Índice de Shannon ( $H$ ).** Para determinar este indicador se tuvo en cuenta las consideraciones del Índice anterior, mostrando como se muestra en la tabla 12 el análisis de varianza no presenta diferencias ( $P \geq 0,05$ ), registrando valores poco variados entre los sistemas.

**Tabla 12. Análisis de varianza para la variable Shannon de especies de macroinvertebrados en trampas de caída**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	P	Valor para F
Entre grupos	0,00085	2	0,00042	0,91	3,056366295
Intra grupos	0,68363	150	0,00455		
<b>Total</b>	<b>0,68448</b>	<b>152</b>			

( $P \geq 0,05$ ) no existe diferencia significativa  
Fuente: Esta investigación

De igual manera se realizó la prueba de Tukey y la prueba honestamente significativa (HSD) (Ver tabla 13), considerando el promedio entre los grupos de los cuales el rastrojo reporto un mayor valor (0,11), seguido por el aislamiento (0,096), y finalmente el de cultivo con (0,062).

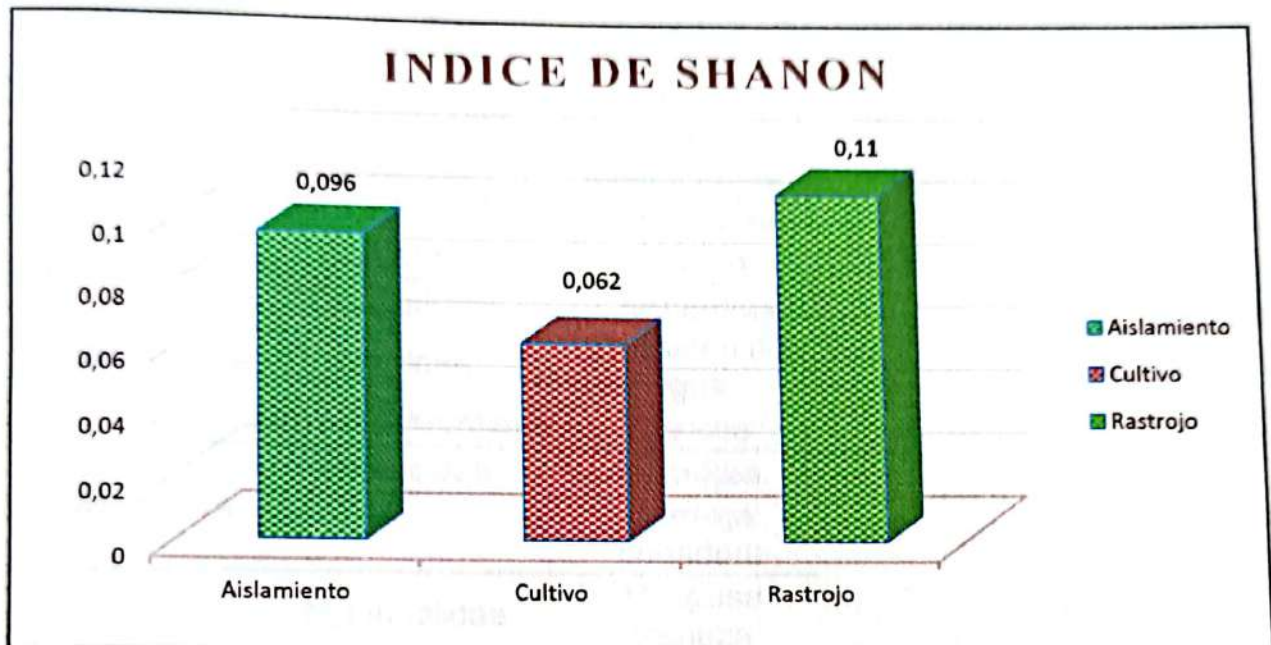
**Tabla 13. Prueba comparativa de Tukey del índice de Shannon (H) para las especies de macroinvertebrados en trampa de caída Vereda Monclart**

Sistema	Repeticiones	Promedio	Homogeneidad
Aislamiento	4	0,096	X
Cultivo	4	0,062	X
Rastrojo	4	0,11	X

Existe diferencia honestamente significativa (HSD) entre las columnas de X hacia las columnas de X'.  
Fuente: Esta investigación

Se puede considerar que la diferencia en estos valores se da por el número en la distribución de las especies capturadas, debido a la incidencia en la posición de

componente, puesto que se encontró mayor cantidad de especies en la misma cantidad de trampas de caída considerando que la espacialidad e intensificación de la producción y uso cambia los patrones de comportamiento de las especies la gráfica 4.



**Gráfica 7. Índice de Shannon de macroinvertebrados evaluados en trampa de caída**

Fuente: Esta investigación

❖ **Riqueza de macroinvertebrados evaluados con trampa de caída**

**Tabla 14. Riqueza de familias de macroinvertebrados en el sistema aislado evaluado con trampa de caída**

Sistema	Aislado	Nombre Común
Orden	Familia	
Araneae	Salticidae	Arañas saltarinas
	Elateridae	Tuco
Coleoptera	Corculioninidae	Gorgojos

	Chrysomeridae	Escarabajo
	Miciopezidae	Mosca de patas largas
	Scarebaredae	Escarabajo
Diptera	Asilidae	Mosca saltadora
	Stratiomyidae	Mosca soldado
	Muscidae	Mosca común
	Heleomyzidae	Suillia variegata
	Sciaridae	Mosca negra
Dyctioptera		Cucarachas gigantes
	Blaberidae	
Hemiptera	Cicadellidae	Chicharritas
	Gerridae	Zancudos de agua
	Rhyparochromidae	Chinche
Hymenoptera	Formicidae	Hormigas
		Hormiga podadora
Lepidoptera	Nypiphalidae	Mariposa lechuza
	Noctuidae	Pirpinto de la yeta
Orthoptera	Grillidae (ninfa)	Chapulín
	Tettigoniidae	Langosta verde
Trichoptera	*	

\*sin identificar

Fuente: Esta investigación

En la tabla 14 se puede apreciar la riqueza taxonómica a nivel de familias fue de (23) mostrando que el número mayor grupo dentro de ellos estuvo compartido por los del orden Coleoptera y Diptera con 5 grupos respectivamente, estos valores se aproximan a los reportados por Jajoy & Quintero (2015) que reportaron 25 familias para áreas ocupadas con este tipo de sistema, sin embargo, las jerarquías

expuestas por las autoras se ve diferenciadas mediante los individuos de los grupos debido a que en las zonas del Alto Putumayo fue mayormente significativa.

Por tanto Callisto, M. & Gonçalves, J (2002) expone que muchas especies o grupos de comunidades biológicas hacen que su presencia, cantidad y distribución reflejen o indiquen la magnitud de impactos ambientales en un ecosistema terrestre o acuático. Se puede decir entonces que en cuanto al número de familias los componentes presentan similitud pero frente a la cifra de individuos se debería prestar un adecuado control. Este tipo de atributo de los ecosistemas puede considerarse bajo una organización desde los genes hasta las poblaciones dominantes en el paisaje Solbrig (1994), caracterizándose por ser comunidades de diversidad específica con alta gama de pluralidad y relación Blondel (1995) citados Por Jiménez Et Al (S/f).

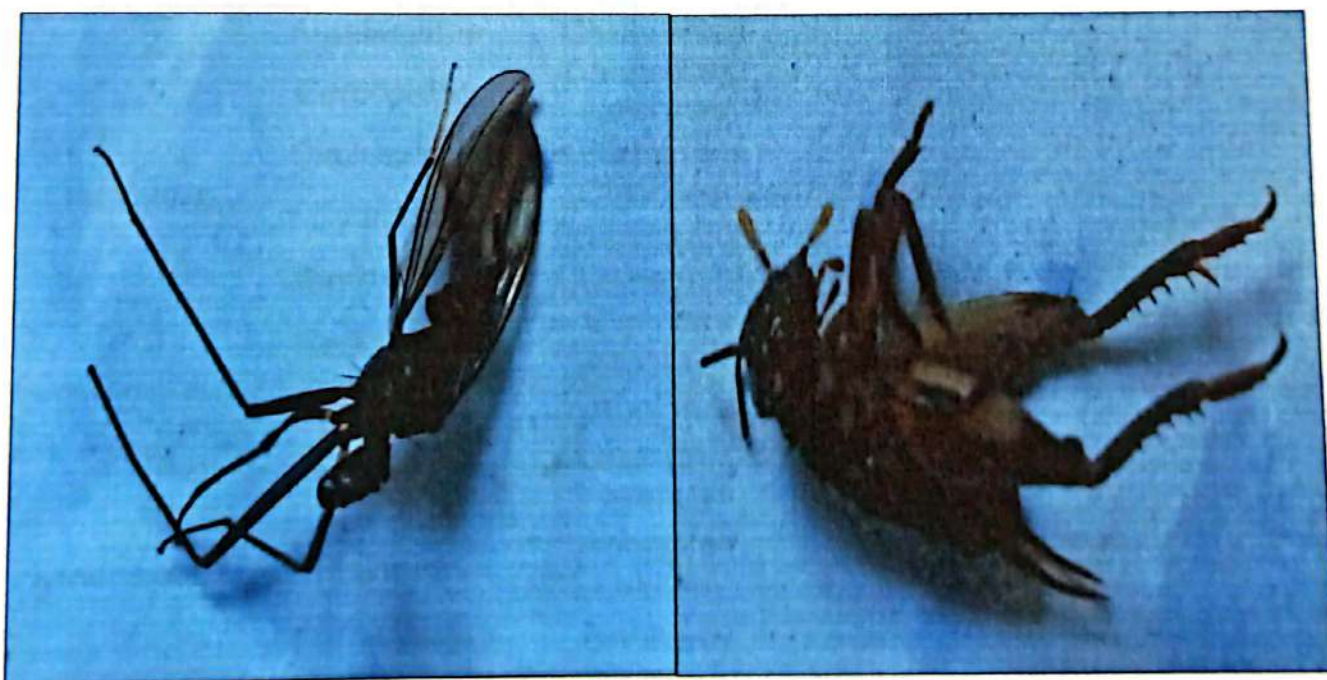


Figura 7. Familia Grillidae (ninfa)

Figura 6. Familia Miciopezidae

Fuente: Esta investigación

**Tabla 15. Riqueza de familias de macroinvertebrados en el cultivo evaluado con trampa de caída**

<b>Sistema</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Nombre Común</b>
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	
Araneae	Salticidae	Arañas saltarinas
Coleoptera	Elateridae	Tuco
	Erotylidae	Mariquita
	Carabidae	Juanita
	Corculionidae	Gorgojos
	Chrysomelidae	Escarabajo
	Scaberridae	Escarabajo
Diptera	Tenebrionidae	Tenebrio
	Asilidae	Mosca saltadora
	Heleomyzidae	Suillia variegata
Dyctioptera	Dolichopodidae	Moscas largas
	Blaberidae	Cucarachas gigantes
Hemiptera	Aetalionidae	Chicharritas
	Cercopidae	Candelillas, salivíticas
	Cicadellidae	Chicharritas
	Cydnidae	Chinches, escarabajos
	Membracidae	Carapachitos
Hymenoptera	Reduviidae	Chinches asesinas
	Apidae	Abejorro
	Chrysididae	Avispa de las arañas
	Figitidae	Abejas de cinturita
	Formicidae	Hormigas
Lepidoptera	Sphecidae	Hormiga podadora
	Geometridae	Gusanos medidores

	Nypiphalidae	Mariposa lechuza
	Noctuidae	Pirpinto de la yeta
Orthoptera	Acrididae	Langostas
	Grillidae (ninfa)	Chapulín
	Grillotalpidae	Grillo topo
	Tetrigidae	Saltamontes pigmeos
	Tettigoniidae	Langosta verde

Fuente: Esta investigación

En la tabla 15 se presentan la riqueza de las familias capturadas para el sistema de cultivo en el cual los datos superiores fueron por 7 grupos representados por (Elateridae, Erotylidae, Carabeidae, Corculionidae, Chrysomelidae, Scarebidae, Tenebrionidae). De esta manera se estimó que en este sistema representado por el cultivo de caña reporto mayor presencia con un total de (32) familias en comparación a un Cultivo Químico y Cultivo Químico – Orgánico en zonas del Alto Putumayo con (23 y 19) familias Jajoy & Quintero (2015).

En este sentido si consideramos las posiciones altitudinales y la variedad de los suelos quedara reflejado que no siempre se considerara sinónimo a la calidad y la salud del suelo como lo sostiene Doran & Parkin (1994), esta afirmación cobra valor si logra interpretarse de acuerdo a la utilidad y al propósito con que sea establecido, debido a las propiedades y dinámicas del suelo constituyen una buena salud y por tanto un una diversidad de organismos (Romig *et al.*, 1995).

De acuerdo con estas ideas, no habría un enfoque único para generar un conjunto de indicadores para cada propósito. Debido a que pueden cambiar con el tiempo, espacio, incremento al entendimiento de los problemas ambientales y conforme

los valores sociales evolucionen A. Bautista Cruz Et al., (2004). Se debería tratar bajo un sistema de presión, estado y respuesta basados en las cualidades humanas las cuales modifican la calidad y cantidad de los recursos naturales, ya que las adaptaciones evolutivas a diferentes condiciones ambientales y límites de tolerancia a una determinada alteración dan las características a ciertos grupos que podrán ser considerados como organismos sensibles, destacando que no solamente la contaminación antrópica influye en la distribución y crecimiento de las especies, por lo que se debe considerar factores climáticos, geográficos y simbióticos que alteran una comunidad Giacometti. J & Bersosa. F (2006).

Para el componente de rastrojo se encontraron un total de (16) familias representados mayormente por los grupos de Apidae, Formicidae y Sphecidae, como se muestran en la siguiente tabla, en comparación con los demás sistemas este fue el que reporto menor cantidad de familias al igual que los individuos indicando que los organismos albergados en este tipo de ecosistema presenta poca diversidad.

Tabla 16. Riqueza de familias de macroinvertebrados en el sistema de rastrojo evaluado con trampa de caída

Sistema	Rastrojo	Nombre Común
Orden	Familia	
Araneae	Salticidae	Arañas saltarinas
Coleoptera	Corculioninidae	Gorgojos
	Scarebaredae	Escarabajo
Diptera	Stratiomyidae	Mosca soldado
	Tipulidae (Larva)	Tipulas, o zancudos
Dyctioptera	Blatellidae	Cucaracha rubia
	Blaberidae	Cucarachas

		gigantes
Hemiptera	Cicadellidae	Chicharritas
	Cydnidae	Chinches, escarabajos
Hymenoptera	Apidae	Abejorro
	Formicidae	Hormigas
	Sphecidae	Hormiga podadora
Lepidoptera	Arctidae	Polillas tigre
	Noctuidae	Pirpinto de la yeta
Orthoptera	Grillidae (ninfa)	Chapulín
	Tettigoniidae	Langosta verde

Fuente Esta investigación

Los valores obtenidos en este sistema hacen prever que la dominancia de las especies fue ampliamente sometida por la distribución de los usos, posiblemente factores como la disponibilidad de recursos alimenticios, condiciones microclimáticas, propiedades químicas y estructura del suelo, así como la vegetación e interacciones bióticas con otros organismos, pueden afectar significativamente el tamaño, la composición y la distribución de las comunidades (Porres M., 2009).

En la tabla 17, se muestran la totalidad de los organismos por cada sistema de las familias evaluadas con estas variable la cual consisto en la determinación de riqueza taxonómica a nivel de familias mostrando que el número mayor de familias por metro cuadrado fue reportado por el cultivo con (32), seguido por el asilamiento con (23) y finalmente el rastrojo con (16).

**Tabla 17. Riqueza de familias macroinvertebrados en los sistemas evaluados con trampa de caída.**

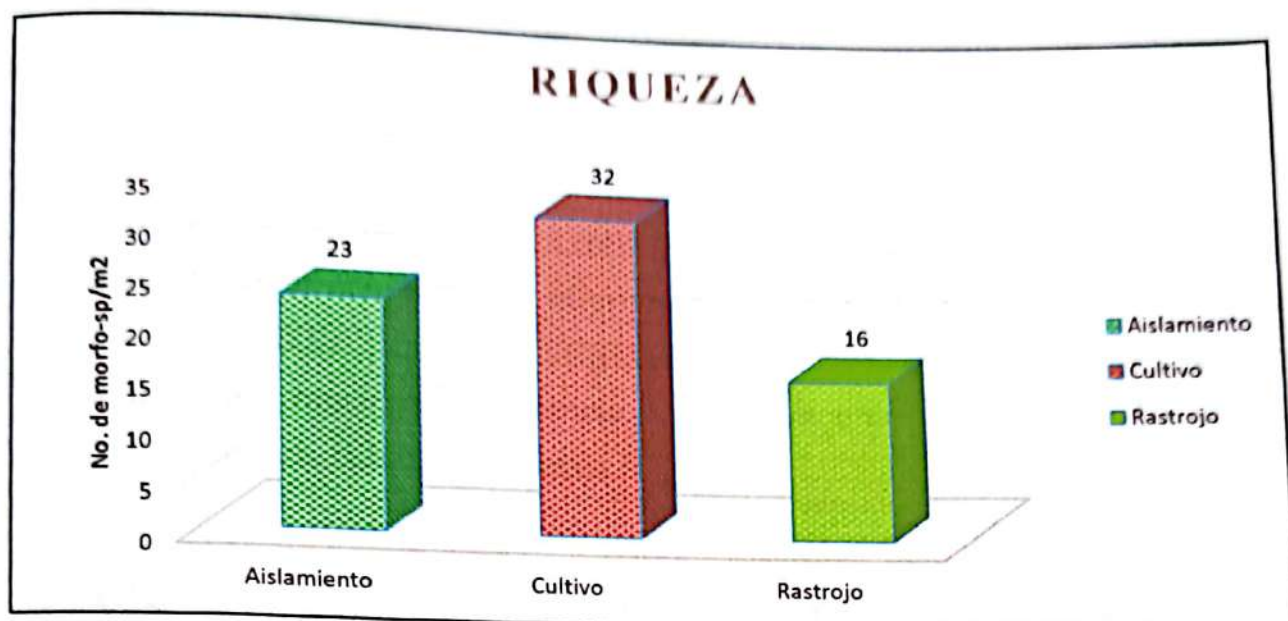
<b>Sistema</b>	<b>Aislado</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Rastrojo</b>	<b>Nombre Común</b>
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Familia</b>	<b>Familia</b>	
Araneae	Salticidae	Salticidae	Salticidae	Arañas saltarinas
Coleoptera	Elateridae	Elateridae		Tuco
		Erotylidae		Mariquita
		Carabeidae		Juanita
	Corculioninidae	Corculioninidae	Corculioninidae	Gorgojos
	Chrysomeridae	Chrysomeridae		Escarabajo
	Miciopezidae			Mosca de patas largas
	Scarebaredae	Scarebaredae	Scarebaredae	Escarabajo
		Tenebrionidae		Tenebrio
Diptera	Asilidae	Asilidae		Mosca saltadora
	Stratiomyidae		Stratiomyidae	Mosca soldado
			Tipulidae (Larva)	Tipulas, o zancudos
	Muscidae			Mosca común
	Heleomyzidae	Heleomyzidae		Suillia variegata
		Dolichopodidae		Moscas largas
	Sciaridae			Mosca negra
Dyctioptera			Blatellidae	Cucaracha rubia
	Blaberidae	Blaberidae	Blaberidae	Cucarachas gigantes
Hemiptera		Aetalionidae		Chicharritas
		Cercopidae		Candelillas, salivíticas
	Cicadellidae	Cicadellidae	Cicadellidae	Chicharritas
		Cydnidae	Cydnidae	Chinches, escarabajos
	Gerridae			Zancudos de agua
		Membracidae		Carapachitos
		Reduviidae		Chinches

	Rhyparochromidae			asesinas Chinche
Hymenoptera		Apidae	Apidae	Abejorro
		Chrysididae		Avispa de las arañas
		Figitidae		Abejas de cinturita
	Formicidae	Formicidae	Formicidae	Hormigas
		Sphecidae	Sphecidae	Hormiga podadora
Lepidoptera			Arctridae	Polillas tigre
		Geometridae		Gusanos medidores
	Nypiphalidae	Nypiphalidae		Mariposa lechuza
	Noctuidae	Noctuidae	Noctuidae	Pirpinto de la yeta
Orthoptera		Acrididae		Langostas
	Grillidae (ninfa)	Grillidae (ninfa)	Grillidae (ninfa)	Chapulin
		Grillotalpidae		Grillo topo
		Tetrigidae		Saltamontes pigmeos
	Tettigoniidae	Tettigoniidae	Tettigoniidae	Langosta verde
Trichoptera	*			

\*sin identificar

Fuente: Esta investigación

Según Parr *et al.*, (1992) & Blair *et al.*, (1996) mencionan que la diversidad, número y funciones de los macroinvertebrados del suelo están sujetos al estrés y cambio ambiental, entonces para establecer los macroinvertebrados como indicadores se relacionan con la fertilidad y el tipo de manejo garantizando su funcionamiento y los servicios ambientales, además, del uso de bioindicadores de señales tempranas susceptibles a la degradación y recuperación de los ecosistemas Feijoo *et al.*, (2004) citados por Porres M (2009).



Gráfica 8 Clasificación de la variable riqueza de familias por sistema evaluados en trampa de caída de la Vereda Monclart

Fuente: Esta investigación

Como se muestra en la gráfica 5 el número de familias encontrados en el cultivo fueron superiores 50-19% para rastrojo y cultivo respectivamente, como se mencionó anteriormente las posibles interacciones, el logro por alimentos y el estrés pueden haber repercutido para que la distribución de las familias arroje estos resultados.

Tabla 18. Análisis de varianza para la variable Riqueza de familias de macroinvertebrados en trampa de caída Vereda Monclart

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	P	Valor para F
Entre grupos	4,0208	2	2,010416	0,0005	3,094337
Intra grupos	14,4687	93	0,155577		

Total            18,4895            95

( $P \leq 0,05$ ) existe una diferencia estadísticamente significativa.  
Fuente: Esta investigación

De igual forma se realizó la prueba de Tukey y la prueba honestamente significativa (HSD) considerando el promedio entre los grupos, reportando datos de (1, 0,71, 0,5) para los sistemas de cultivo, aislamiento y rastrojo individualmente, mostrando diferencia significativa entre las familias del cultivo hacia el sistema de rastrojo (Ver tabla 19).

**Tabla 19. Prueba comparativa de Tukey de la variable riqueza para las familias de macroinvertebrados en trampa de caída Vereda Monclart.**

Sistema	Repeticiones	Promedio	Homogeneidad
Aislamiento	4	0,71875	X
Cultivo	4	1	X
Rastrojo	4	0,5	X'

Existe diferencia honestamente significativa (HSD) entre las columnas de X hacia las columnas de X'.

Fuente: Esta investigación

❖ **Abundancia de macroinvertebrados evaluados con monolito.**

Como se muestra en la tabla Tabla 20 la abundancia estuvo dominada en los primeros 10 cm del suelo, determinando morfoespecies/m<sup>2</sup>, representado por los órdenes de Subclase Oligochaeta, Dytioptera, Coleoptera, Hymenoptera, Spirobolida, Coleoptera, Spirobolida, Orthoptera, Coleoptera e Isópoda.

**Tabla 20. Abundancia de individuos de macroinvertebrados en el Aislamiento evaluado con monocultivo**

Profundidad	Sistema Aislamiento			
	Orden	Familia	N°	%
0-10 cm	Araneae	Salticidae (Feno 2)	2	7,69
	Subclase Oligochaeta	Feno 1	1	3,85
		Feno 2	2	7,69
		Feno 3	2	7,69
	Dyctioptera	Termita	3	11,54
		Termita (Feno 1)	2	7,69
	Coleoptera	Carabaeidae	2	7,69
		Lampyridae	1	3,85
		Staphylinidae	1	3,85
		Scarabaeidae	1	3,85
	Hymenoptera	Feno 2	1	3,85
		Feno 11	1	3,85
Feno 20		1	3,85	
10-20 cm	Spirobolida	Spirostreptidae	1	3,85
	Coleoptera	Carabaeidae	1	3,85
		Scarabaeinae	1	3,85
	Orthoptera	Gryllidae	1	3,85
	Coleoptera	Scarabaeidae	1	3,85
Isópoda	Porcellionidae	1	3,85	

Fuente: Esta investigación

Como se evidencia la diversidad gama estuvo dominada por el orden Dyctioptera con la familia Termita, prevaleciendo en los primeros estratos del suelo, de acuerdo a la totalidad de individuos los valores obtenidos el resultado fueron superiores a los evaluados por Burbano & Falconi (2015) quienes reportan datos de 20 ind/m<sup>2</sup> para este mismo sistema, situación adversa a los de trampa de caída los cuales diferenciaron en indicadores para esta variable, a su vez Medina C., (2005) menciona al respecto que en muchos ecosistemas parece que las diferencias en la alimentación dependen de los hábitos haciendo que su presencia determine la funcionalidad de la colonia en sí.

Diferentes macro-invertebrados edáficos (mayores de 2 mm de diámetro) actúan como agentes determinantes en la fertilidad del suelo y, por ende, en el funcionamiento global del sistema edáfico, afectándose por los usos y manejo del suelo, ya que la respuesta hacia los cambios de cobertura hace que el comportamiento de las especies declinen las actividades biológicas (Lavelle et al., 2003).

La determinación de la variable abundancia para el sistema de cultivo reporto los órdenes de Subclase Oligochaeta, Dycioptera, Coleoptera, Hymenoptera, Spirobolida, Coleoptera, Spirobolida, Isópoda (Ver tabla 21).

**Tabla 21. Abundancia de individuos de macroinvertebrados en el Cultivo evaluado con monocultivo**

Profundidad	Sistema		Cultivo	
	Orden	Familia	N°	%
0-10 cm	Subclase Oligochaeta	Feno 1	2	10
		Feno 2	3	15
	Dycioptera	Termita	2	10
	Coleoptera	Carabaeidae	1	5
		Scarabaeidae	2	10
		Tenebrionidae	1	5
	Hymenoptera	Feno 20	1	5
		Feno 21	2	10
Feno 22		1	5	
10-20 cm	Spirobolida	Spirostreptidae	1	5
	Coleoptera	Scarabaeidae	1	5
		Scarabaeinae	1	5
	Spirobolida	Spirostreptidae	1	5
	Isópoda	Porcellionidae	1	5

Fuente: Esta investigación

De acuerdo a los datos obtenidos se puede valorar que dentro de este sistema la abundancia por metro cuadrado disminuyo en comparación con los demás sistemas, y dentro de este mismo la Subclase Oligochaeta(Feno 2) fue la que

reporto dominancia y diversidad gama. David E. Bignell (s/f) menciona que las lombrices de tierra son, probablemente, los invertebrados más importantes en el suelo de regiones templadas, desempeñando un importante papel en los ecosistemas del suelo, contribuyendo en la transformación y redistribución de materia orgánica. Sin embargo, estos valores comparados con los reportados por Jajoy & Quintero (2015) presentaron diferencias inferiores muy significativas puesto que la gran contribución en los números estimados en la Zona alta del Putumayo fueron muy elevados en Cultivo Químico y Cultivo Químico – Orgánico.

Para el componente de rastrojo los organismos estuvieron representados por los órdenes Subclase Oligochaeta, Dyctioptera, Coleoptera, Hymenoptera, Spirobolida, Coleoptera, Spirobolida, Isópoda, y dentro de estas la mayor abundancia estuvo constituida por la familia Formicidae F4 (Ver tabla 22).

**Tabla 22. Abundancia de individuos de macroinvertebrados en el Rastrojo evaluado con monocultivo**

Profundidad	Sistema		Rastrojo	
	Orden	Familia	N°	%
0-10 cm	Subclase Oligochaeta	Feno 1	2	0,1
		Feno 3	2	0,1
	Dyctioptera	Termita	2	0,1
	Coleoptera	Staphylinidae	1	0,05
		Scarabaeidae	2	0,1
	Hymenoptera	Formicidae F4	3	0,15
Formicidae F 11		2	0,1	
10-20 cm	Spirobolida	Spirostreptidae	1	0,05
	Coleoptera	Carabaeidae	1	0,05
		Scarabaeinae	1	0,05
	Spirobolida	Spirostreptidae	1	0,05
	Isópoda	Porcellionidae	2	0,1

Fuente: Esta investigación

Como se puede observar la mayor presencia de los organismos se encontró en los primeros 10 cm del suelo mostrando similitud en todos los componentes, en este sentido la dominancia fue establecida por las Formicidae especies de gran distribución. Este tipo de comportamiento muestra la diversidad de muchas veces se ve afectada por ser sistemas de susceptibilidad biológica donde no existe un manejo adecuado y si además se le agregan factores externos como como la contaminación, desprotección y perturbaciones antrópicas.

Según David E. Bignell (s/f) describe los métodos para realizar el inventario de la macrofauna del suelo; en la cual agrupa los grupos más significativos como lombrices de tierra, termitas, hormigas y escarabajos, organismos que tuvieron prevalencia en todos los componentes evaluados.

De acuerdo a los datos obtenidos la macrofauna subterránea encontrada solo demostró diferencia en el aislamiento, de los diferentes sistemas evaluados con sus respectivas profundidades encontrándose los órdenes de Araneae, Subclase Oligochaeta, Dytioptera, Coleoptera, Hymenoptera, Spirobolida, Coleoptera, Spirobolida, Orthoptera, Coleoptera e Isópoda (Ver Tabla 23).

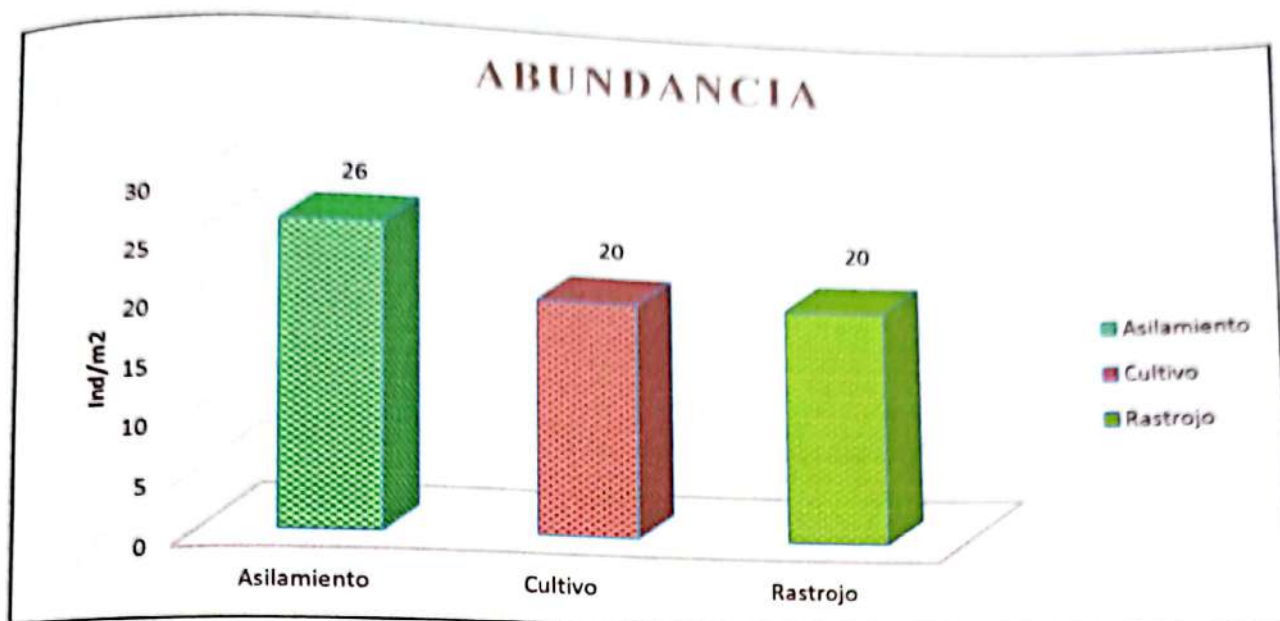
Tabla 23. Abundancia de familias macroinvertebrados en los sistemas evaluados con monolito

Profundidad	Sistema		Asilamiento		Cultiv		Rastroj	
	Orden	Familia	N°	%	N°	%	N°	%
0-10 cm	Araneae	Salticidae (Feno 2)	2	7,69	0	0	0	0
		Feno 1	1	3,85	2	10	2	10
	Subclase Oligochaeta	Feno 2	2	7,69	3	15	0	0
		Feno 3	2	7,69	0	0	2	10
		Termita	3	11,5	2	10	2	10

	Dyctioptera	Termita (Feno 1)	2	7,69	0	0	0	0
	Coleoptera	Carabaeidae	2	7,69	1	5	0	0
		Lampyridae	1	3,85	0	0	0	0
		Staphylinidae	1	3,85	0	0	1	5
		Scarabaeidae	1	3,85	2	10	2	10
		Tenebrionidae	0	0	1	5	0	0
	Hymenoptera	Feno 2	1	3,85	0	0	0	0
		Feno 4	0	0	0	0	3	15
		Feno 11	1	3,85	0	0	2	10
		Feno 20	1	3,85	1	5	0	0
		Feno 21	0	0	2	10	0	0
		Feno 22	0	0	1	5	0	0
10-20 cm	Spirobolida	Spirostreptidae	1	3,85	1	5	1	5
	Coleoptera	Carabaeidae	1	3,85	0	0	1	5
		Scarabaeidae	0	0	1	5	0	0
		Scarabaeinae	1	3,85	1	5	1	5
	Spirobolida	Spirostreptidae	0	0	1	5	1	5
	Orthoptera	Gryllidae	1	3,85	0	0	0	0
	Coleoptera	Scarabaeidae	1	3,85	0	0	0	0
Isópoda	Porcellionidae	1	3,85	1	5	2	10	

Fuente: Esta investigación

Rendón S. *et al* (2010) menciona al respecto que el estado de las propiedades dinámicas del suelo, tales como el contenido de la materia orgánica, la diversidad de organismos, o los productos microbianos en un tiempo particular, permiten inferir sobre la calidad del suelo haciendo que la presencia o ausencia disminuya, además, su diversidad, número y funciones son sensibles al cambio ambiental en las condiciones del suelo, asociadas con actividades propias en los agroecosistemas.



Gráfica 9. Clasificación de la variable abundancia de familias por sistema evaluados en monolito de la Vereda Monclart

Fuente: Esta investigación

En la gráfica 9 se observa el total de los individuos fue de 66 ind/m<sup>2</sup> de los cuales la mayor cantidad de estuvo representada por el aislamiento con 26 ind/m<sup>2</sup> (39,3%), seguido por los sistemas de cultivo y rastrojo con 20 ind/m<sup>2</sup> (30,3) respectivamente de las cuales la familia *Termita* presentó mayor número de especímenes.

Es importante tener en cuenta las variaciones de la temperatura porque como lo menciona Rendón S et al (2010), este factor incide en las épocas en las que los muestreos se realizan puesto que reporta datos equivalentes al 56% del total de especies pertenecen a grupos que habitan los primeros 5 cm del suelo, evitando así la ofuscación y el estrés producido por las elevadas temperaturas en suelos semiáridos.

De manera similar que en la evaluación con trampas de caída el análisis de varianza de los grupos se planteó una pregunta con 95% de confiabilidad para establecer las diferencias estadísticas para este caso se tomó la probabilidad con valor de ( $P \leq 0,05$ ), determinando que no hubo diferencia para los sistemas (Ver tabla 24).

Tabla 24. Análisis de varianza para la variable Abundancia de individuos de macroinvertebrados en monolito Vereda Monclart

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	P	Valor para F
Entre grupos	1,26315	2	0,631578947	0,397	3,16824
Intra grupos	36,3157	54	0,67251462		
<b>Total</b>	<b>37,5789</b>	<b>56</b>			

( $P > 0,05$ ) no existe una diferencia estadísticamente significativa.  
Fuente: Esta investigación

Como en el caso de otros grupos de biota de suelo, la fauna disminuye como aumenta la profundidad y además estos suelos con poca actividad biológica los procedimientos para capturar especies se dificulta principalmente aquellas de diámetros superiores a 5 mm, por tanto un principio de aplicación consistió en realizar estas actividades desde el punto de partida de desarrollo de los protocolos han sido los procedimientos de Anderson e Ingram (1989, 1993) consolidados y mejorados por Swift y Bignell (2001), los que generalmente se refieren como métodos "TSBF", demostrando cómo ha crecido durante los últimos años nuestra percepción de la importancia de estos organismos.

En este sentido realizó la prueba de Tukey y la prueba honestamente significativa (HSD) considerando el promedio entre los grupos, reportando datos mayores para el sistema de rastrojo (1,66) seguido por el cultivo (1,42) y finalmente el aislamiento (1,36) de los cuales no mostraron diferencias significativas respecto a los sistemas (Ver tabla 25).

**Tabla 25. Prueba comparativa de Tukey de la variable abundancia para las familias de macroinvertebrados en monolito Vereda Monclart**

Sistema	Repeticiones	Promedio	Homogeneidad
Aislamiento	4	1,36	X
Cultivo	4	1,42	X
Rastrojo	4	1,66	X

Existe diferencia honestamente significativa (HSD) entre las columnas de X hacia las columnas de X'.

Fuente: Esta investigación

La similitud en el promedio de las especies en los tratamientos se ve reflejada posiblemente por la particularidad de que en los sistemas se encontró en los primeros estratos del suelo.

- ❖ **Determinación de Diversidad.** De igual manera se desarrolló bajo la determinación de los índices de Simpson, Shanon-Wiener, y equidad de Pielou.

En la tabla 26, se observa que los índices de Simpson (0,007), y Shanon ( $H=0,2$ ) fueron para el sistema de rastrojo mostrando los valores más altos esto indica que la comunidad de macroinvertebrados que viven en este suelo sea más abundante

y diverso debido a que la distribución de especies es más equitativa, en los demás sistemas se encontraron los valores más bajos Simpson (0,003 y 0,006), y Shanon ( $H=0,15$  y  $0,18$ ) para aislado y cultivo respectivamente.

**Tabla 26. Indicadores de diversidad en los sistemas evaluados con monolito.**

Sistema	Simpson	Shanon	E. Pielou	Riqueza
Aislado	0,003	0,15	0,12	26
Cultivo	0,006	0,18	0,14	20
Rastrojo	0,007	0,2	0,14	20

Fuente: Esta investigación

Moreno (2000) menciona el índice de Simpson se basa en que un sistema es más diverso cuantos menos dominancia de especies existen y la distribución es equitativa. Para estos casos la mayor diversidad de especies comprendió las familias Subclase Oligochaeta y Termita (Feno 1).

**Índice de Simpson.** La determinación de este indicador se realizó mediante el análisis de varianza con probabilidad de ( $P \leq 0,05$ ), mostrando valores poco variados entre los sistemas.

**Tabla 27. Análisis de varianza para la variable Simpson de especies de macroinvertebrados en monolitos**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	P	Valor para F
Entre grupos	2,988	2	1,49	0,005	3,16
Intra grupos	0,001	54	2,63		
Total	2,98801	56			

( $P \leq 0,05$ ), existe una diferencia significativa.

Fuente: Esta investigación

La prueba de Tukey y la (HSD), (Ver tabla 28) muestra valores de (0,005, 0044 y 0,0032) para rastrojo, cultivo y aislamiento, indicando que los sistemas presentaron poca homogeneidad entre ellos.

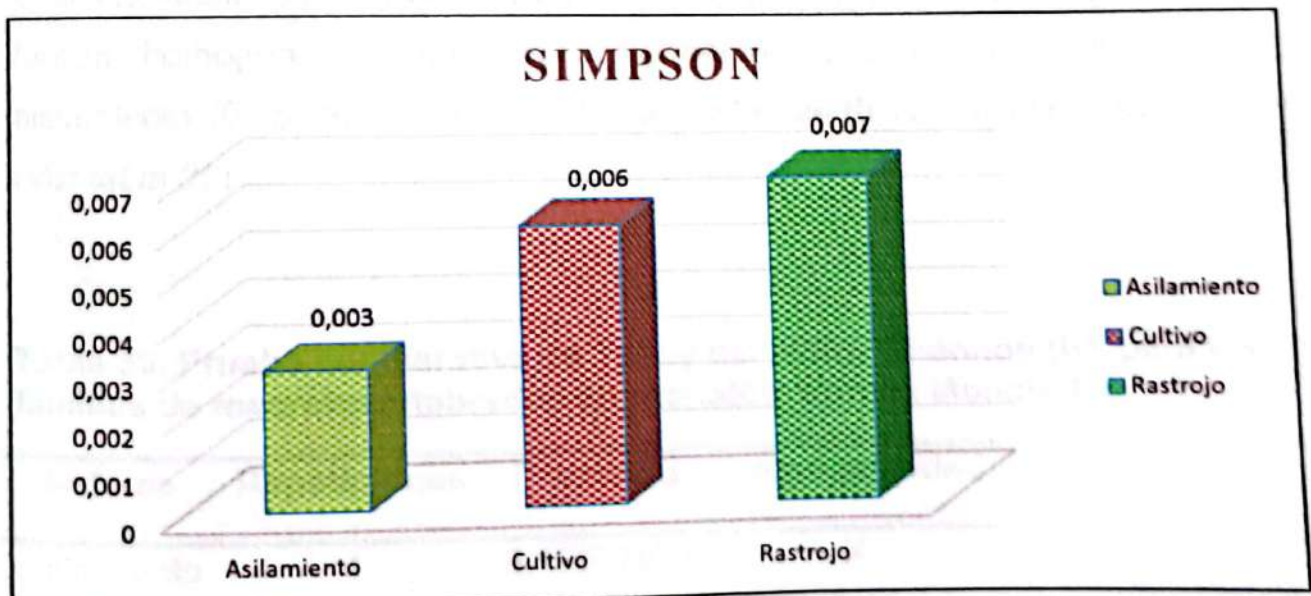
**Tabla 28. Prueba comparativa de Tukey del índice Simpson para las familias de macroinvertebrados en monolito Vereda Monclart**

Sistema	Repeticiones	Promedio	Homogeneidad
Aislamiento	4	0,0032	X
Cultivo	4	0,0044	X
Rastrojo	4	0,005	X

Existe diferencia honestamente significativa (HSD) entre las columnas de X hacia las columnas de X'.

Fuente: Esta investigación

En la gráfica 10 se aprecia los valores de los sistemas (0,007) para el sistema de rastrojo seguido muy cerca del cultivo con (0,006) y finalmente el rastrojo con (0,003) situación que hace en la diversidad de macrofauna sean variada entre los componentes.



**Gráfica 10. Índice de Simpson de macroinvertebrados evaluados en monolito**

Fuente: Esta investigación

**Índice de Shannon (H).** Para determinar este indicador se tuvo en cuenta las consideraciones del índice anterior, mostrando como se muestra en la tabla 29 el análisis de varianza no presenta diferencias ( $P \leq 0,05$ ), registrando valores poco variados entre los sistemas.

**Tabla 29. Análisis de varianza para el índice de Shannon (H) de especies de macroinvertebrados en monolitos**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	P	Valor para F
Entre grupos	0,005582	2	0,002791	0,0067	3,168245967
Intra grupos	0,384989	54	0,007129		
<b>Total</b>	<b>0,390571</b>	<b>56</b>			

( $P \leq 0,05$ ), existe una diferencia significativa.

Fuente: Esta investigación

Una vez realizada la prueba de Tukey y la (HSD), se encontró que los valores fueron homogéneos entre los componentes solo mostro diferencia en el aislamiento (0,15) respecto a los demás sistemas (0,13 y 0,12) cultivo y rastrojo (Ver tabla 30)

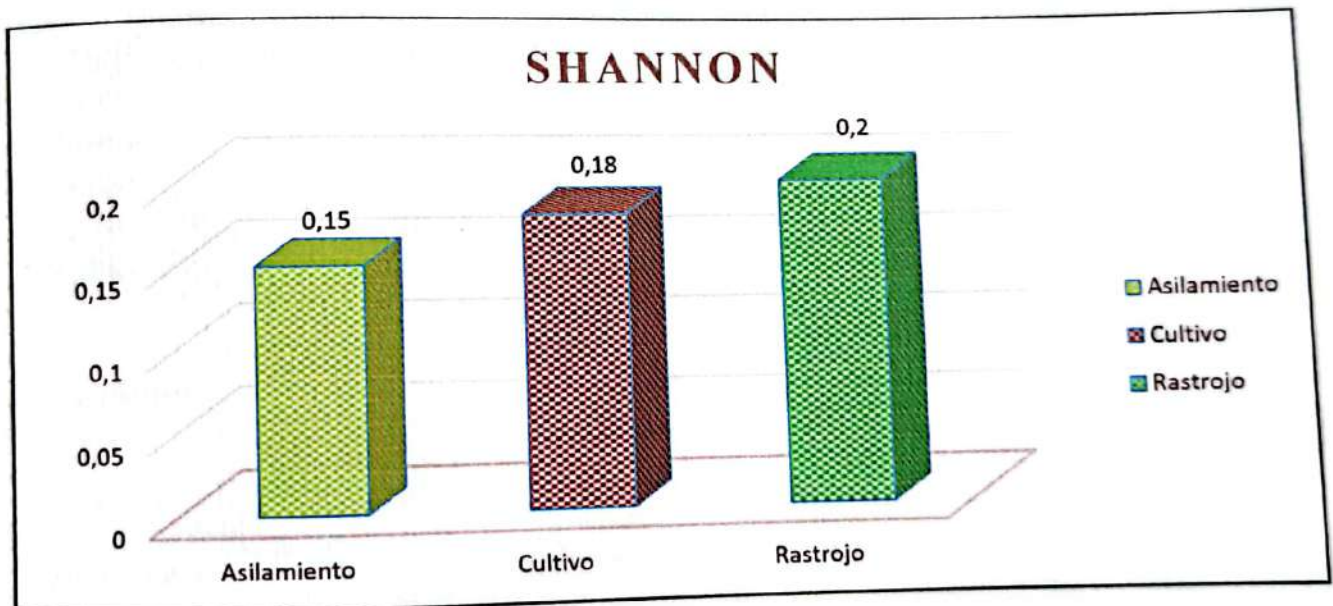
**Tabla 30. Prueba comparativa de Tukey del índice Shannon (H) para las familias de macroinvertebrados en monolito Vereda Monclart**

Sistema	Repeticiones	Promedio	Homogeneidad
Aislamiento	4	0,15077571	X
Cultivo	4	0,13440429	X

Existe diferencia honestamente significativa (HSD) entre las columnas de X hacia las columnas de X'.

Fuente: Esta investigación

Se puede decir entonces que para estos casos las especies no acaparan tanto individuos y la equidad se vuelve máxima posible, cuando las especies se presentan por el igual número de individuos el ( $H$ ) se hace constante, pero a medida que la distribución de las especies se concentra existe una dominancia mayor y por tanto la equidad baja sin importar el número de individuos hace que ( $H$ ) sea menor.



**Gráfica 11. Índice de Shannon (H) de macroinvertebrados evaluados en monolito**

Fuente. Esta Investigación

En la gráfica 8 se muestran los valores para cada sistema, determinado que la abundancia se manifiesta equitativa de acuerdo a la función de las propiedades y cobertura de los suelos donde estos se desempeñan su función ecológica.

❖ **Riqueza de macroinvertebrados evaluados con monolito.**

La evaluación para este componente consistió en contabilizar la riqueza de las familias encontradas en el monolito las cuales estuvieron dadas por Salticidae, Subclase Oligochaeta, Termita, Carabaeidae, Lampyridae, Staphylinidae, Scarabaeinae, Scarabaeidae, Formicidae, Spirostreptidae, Gryllidae y Porcellionidae.

**Tabla 31. Riqueza de familias de macroinvertebrados en el sistema aislado evaluado con monolito**

<b>Sistema</b>	<b>Asilamiento</b>
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>
Araneae	Salticidae
Subclase	
Oligochaeta	Subclase Oligochaeta
Dyctioptera	Termita
	Carabaeidae
	Lampyridae
Coleoptera	Staphylinidae
	Scarabaeinae
	Scarabaeidae
Hymenoptera	Formicidae
Spirobolida	Spirostreptidae
Orthoptera	Gryllidae
Isópoda	Porcellionidae

Fuente: Esta investigación

De acuerdo a los valores asociados a la riqueza se establece que las familias están condicionadas por la presencia de géneros de su especie y están ligeramente relacionada a la ocupación del suelo, en este tipo de suelo se encontraron 12 familias ampliamente dominadas por las del orden Coleoptera, similar dato reporta Jajoy & Quintero (2013) con 12 familias para suelos de bosque en zonas de Alto Putumayo.

Para el componente de cultivo se encontraron las siguientes familias Subclase Oligochaeta, Termita, Carabaeidae, Lampyridae, Scarabaeidae, Tenebrionidae Formicidae, Spirostreptidae y Porcellionidae (Ver tabla 32).

**Tabla 32. . Riqueza de familias de macroinvertebrados en el cultivo evaluado con monolito**

<b>Sistema</b>	<b>Cultivo</b>
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>
Subclase	
Oligochaeta	Subclase Oligochaeta
Dyctioptera	Termita
	Carabaeidae
	Lampyridae
Coleoptera	Scarabaeidae
	Tenebrionidae
Hymenoptera	Formicidae
Spirobolida	Spirostreptidae
Isópoda	Porcellionidae

Fuente: Esta investigación

De igual manera en este componente la dominancia prevaleció por el orden Coleoptera con 5 familias de las 9 encontradas, mostrando similitud con los reportados por Jajoy & Quintero (2013) con 9 familias para cultivo químico.

Para el componente de rastreo las familias fueron Subclase Oligochaeta, Termita, Staphylinidae, Lampyridae, Scarabaeidae, Spirostreptidae y Porcellionidae (Ver tabla 33).

**Tabla 33. Riqueza de familias de macroinvertebrados en el rastrojo evaluado con monolito**

Sistema	Rastrojo
Orden	Familia
Subclase Oligochaeta	Subclase Oligochaeta
Dyctioptera	Termita
Coleoptera	Staphylinidae
	Lampyridae
	Scarabaeidae
Spirobolida	Spirostreptidae
Isópoda	Porcellionidae

Fuente: Esta investigación

Este componente reporto la menor cantidad con 7 familias de las cuales el orden Coleoptera fue el mayor dominancia, similares a los reportados por Burbano & Falconi con 6 familias para suelos ocupados con pasturas en la vereda Condagua.

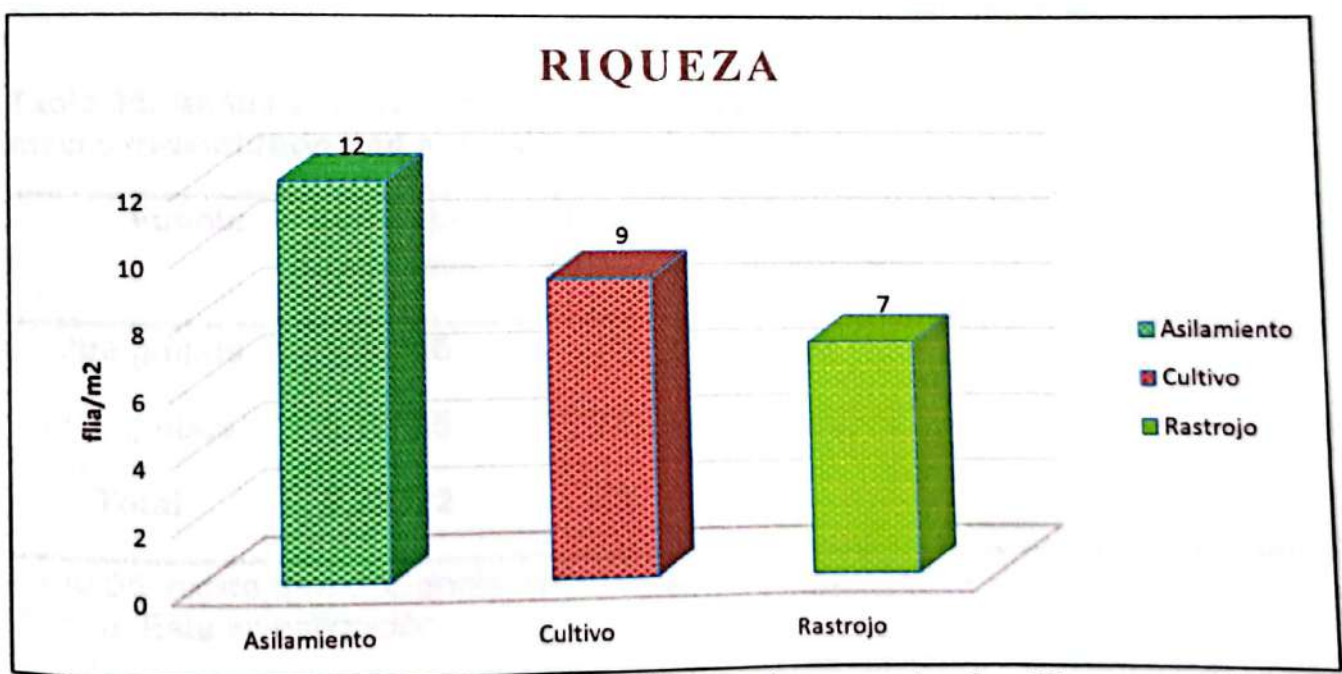
**Tabla 34. Riqueza de familias de macroinvertebrados en los sistemas evaluado con monolito**

Sistema	Aislado	Cultivo	Rastrojo	Nombre común
Orden	Familia	Familia	Familia	
Araneae	Salticidae			Arañas
Subclase Oligochaeta	Subclase Oligochaeta	Subclase Oligochaeta	Subclase Oligochaeta	Saltarinas
Dyctioptera	Termita	Termita	Termita	Lombriz De Tierra
Coleoptera	Carabaeidae	Carabaeidae		Termita
	Lampyridae			Juanita
	Staphylinidae		Staphylinidae	Cucarrones
	Scarabaeinae			Escarabajo Pulga
	Scarabaeidae	Scarabaeidae	Scarabaeidae	De Malezas
Hymenoptera	Formicidae	Formicidae	Formicidae	Tenebrio
Spirobolida	Spirostreptidae	Spirostreptidae	Spirostreptidae	Hormigas
Orthoptera	Gryllidae			Cien Pies
				Chapulín

Isópoda	Porcellionidae	Porcellionidae	Porcellionidae	Crustaceos
Fuente: Esta investigación				

Como se aprecia en la tabla 34 las familias que estuvieron presente en todos los componentes fueron: Subclase Oligochaeta, Termita, Scarabaeidae, Formicidae, Spirostreptidae y Porcellionidae. Atribuyendo las características a las propiedades del suelo y la cercanía de los sistemas, sin embargo, muchos autores mencionan sobre la afectación de las comunidades entre ellas mismas, principalmente de las especies húmívoras que habitan en el suelo quienes actúan en función de la degradación de los hábitats.

En la gráfica 9 se puede observar que los valores por cada componente estuvieron moderadamente dominados por las familias de aislamiento, situación que hace prever que estos sistemas en situación de regeneración aportan aspectos positivos hacia la conservación de biota del suelo.



Gráfica 12. Clasificación de la variable riqueza de familias por sistema evaluados en monolito de la Vereda Monclart

Fuente: Esta investigación



Figura 8. Familia Gryllidae  
Fuente: Esta investigación



Figura 9. Familia Formicidae

Siguiendo el procedimiento se realizó a los resultados el análisis de varianza para variable Riqueza la cual indico diferencias altamente significativas ( $P \leq 0,05$ ) para los sistemas evaluados (Ver tabla 35).

**Tabla 35. Análisis de varianza para la variable riqueza de familias de macroinvertebrados en monolito Vereda Monclart**

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	P	Valor F
Entre grupos	1,05555	2	0,52777	0,046	3,284917651
Intra grupos	5,16666	33	0,15656		
<b>Total</b>	<b>6,22222</b>	<b>35</b>			

$P \leq 0,05$ , existe una diferencia estadísticamente significativa  
Fuente: Esta investigación

La prueba estadística mostro que la variable riqueza fue superior en el sistema de aislamiento señalando que estas familias determinan funciones a través de los

cambios asociados a los usos del suelo, condiciones climáticas y métodos de manejo por tanto concluye Lavelle Et Al., (1992) que el movimiento de los individuos está sujeto a las prácticas de manejo (Ver tabla 36), como se muestra el sistema aislado presento > (HSD) que los demás sistemas por tanto se considera como espacio de gran presencia para preservación de especies.

**Tabla 36. Prueba comparativa de Tukey de la variable riqueza para las familias de macroinvertebrados en monolito Vereda Monclart**

Sistema	Repeticiones	Promedio	Homogeneidad
Aislamiento	4	1	X
Cultivo	4	0,75	X
Rastrojo	4	0,58	X'

Existe diferencia honestamente significativa (HSD) entre las columnas de X hacia las columnas de X'.

Fuente: Esta investigación

- **Establecer las áreas de mayor presencia de especies relacionadas al mayor grado de conflicto en el uso del suelo**

El diseño cartográfico se desarrolló en base a las plantillas de Corpoamazonia para una mayor aproximación a la zona de estudio, en este sentido se tomaron las coordenadas del predio y donde fueron realizados los montajes del transepto. La representación de las especies se dio mediante la proporción de su abundancia, en la figura N 19 se aprecia que las de la familia Sphecidae (hormiga podadora negra) hace presencia en todos los sistemas, la consideración para los Cálculos De La Unidades Agrícolas Familiares (UAF) se presentaron a razón del cultivo de caña, área de establecida 1 hectárea, manejo de arvenses mediante podas, partiendo de esta información obtenida del propietario se estima que estos suelos son de vocación positiva para este tipo de cultivo además manifiesta.

*"estos suelos llevan más de treinta (30) años con estos cultivos y es muy poco el abono que se aplica para su desarrollo"...*

De acuerdo a este comentario se toma como partida que aunque son suelos ocupados con monocultivo tienen la capacidad de mantener su fertilidad y por tanto receptora de fauna edáfica, al respecto Sevilla *et al.* (s/f) menciona estos conceptos pueden incluir el saber local campesino como un conocimiento de alto valor y expeditivo para facilitar la búsqueda de esta información para el desarrollo de investigaciones.

Por tanto Rubiano *et al.*, (2004) citado por Burbano & Falconi (2015) menciona en Colombia se desarrollan sistemas georreferenciales de indicadores de la calidad de los suelos el cual a partir de una base de datos permite su caracterización y combina elementos morfológicos y analíticos. Conformados mediante un sistema de calificación que permite visualizar el grado y el número de limitaciones del suelo, lo que, integrado a un sistema de información geográfica, puede ser una herramienta en la toma de decisiones de los directivos, el personal técnico e incluso de los productores.

Estas actividades pueden acercar a obtener información del dinamismo de los organismos presentes en los sistemas, como se mencionó en los capítulos anteriores la abundancia se condiciona a la equidad de su presencia entonces si encontramos una especie dominante tendremos la posibilidad de conocer más su función y su susceptibilidad a la presencias perturbadoras.

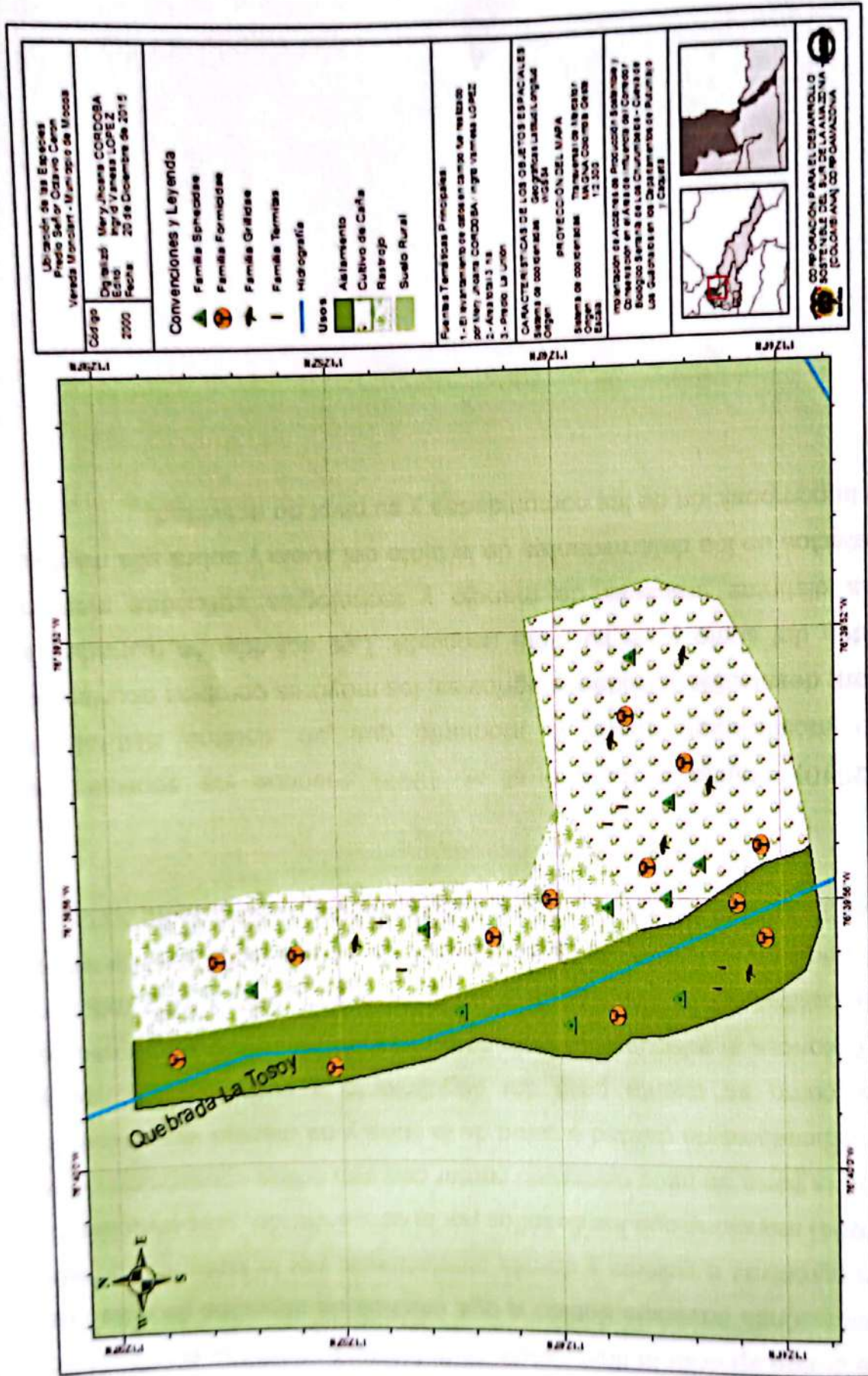


Figura 10. Mapa de ubicación de las especies en los sistemas

Fuente: Google maps

En la figura se puede apreciar la dominancia de la familia Formicidae este aspecto puede traer situaciones adversas debido a que muchas de especies de este tipo se consideran agresivas a cultivos y demás plantaciones, por lo tanto A. Bautista Cruz et al., (2004) menciona que los desafíos por la conservación, preservación de los recursos de la tierra se hace necesario contar con una sólida concepción de la calidad y con indicadores de calidad o salud de la tierra y de manejo sostenible de la misma, tal como se cuenta para dar seguimiento a variables sociales y económicas. Entonces el adecuado manejo comprenderá también el desarrollo de indicadores de calidad del suelo basados en el uso de este recurso y en la relación entre los indicadores y la función del suelo que se esté evaluando, considerando propiedades edáficas que cambien en un periodo de tiempo relativamente corto.

Zerbino E (2010) citando a (Lavelle *et al.* 1993) describe los ecosistemas empiezan su modificación desde el momento que un sistema natural es modificado para desarrollar actividades agrícolas, los mayores cambios ocurren en las propiedades del suelo y en su biota asociada. Las actividades humanas a través de las distintas prácticas de manejo y tecnologías aplicadas ejercen importantes efectos en los determinantes de la biota del suelo y sobre ella misma, lo que afecta la composición de las comunidades y su nivel de actividad.

## CONCLUSIONES

La distribución de especies estuvo determinada por los primeros estratos del suelo, debido a que solo se encontró biota en los primeros 20 cm en todos los sistemas evaluados, se puede concluir entonces que el desarrollo de estos organismos presentan similitud sin importar la vegetación.

Se concluye que a pesar de ser suelos con bastante actividad antrópica presentan riqueza en las familias de los organismos, situación favorable para el albergue de especies las cuales pueden facilitar la información del estado del suelo.

El balance entre los sistemas fue superior en la variable abundancia para el cultivo con 180 ind/m<sup>2</sup>, pero fue inferior en la riqueza debido que presento 9 familias, seguido por el cultivo de caña con abundancia de 87 ind/m<sup>2</sup> y 12 familias para la variable riqueza, y finalmente el sistema de rastrojo ampliamente superado con 44 ind/m<sup>2</sup> y 7 familias.

Una particularidad se presentó que solamente tres de las familias se encontraron en los sistemas, probablemente estas poblaciones ocupan gran parte del territorio para el desarrollo de sus funciones biológicas aunque su dominancia no sea significativa.

Las variables evaluadas permiten indicar que los espacios aislados pueden generar alternativas de compromiso ecológico y por tanto se debe prestar mayor atención ambiental.

## RECOMENDACIONES

Se debe tener en cuenta la información obtenida por los campesinos, debido a que su saber popular permite visualizar algunas especies de difícil comprensión para su control, y posteriormente compartir este tipo de estudios con ellos para generar vías de comunicación para compartir información de los organismos presentes en sus predios y así obtener adecuados manejos en el control de especies consideradas agresivas.

Como se están evaluando sistemas aislados de márgenes hídricas se recomienda evaluar macroinvertebrados acuáticos para unificar la información y conocer la importancia que se debe tener al implementar estas acciones de conservación con el propósito de validar de manera puntual la funcionalidad de los organismos en estos ecosistemas.

Divulgar la documentación como conjunto de pertinencia para comparar resultados con demás investigaciones y así realizar nuevos estudios con información más precisa de organismos en función de aislamiento lo cual muestre cronología en definición de objetivos, selección de especies y de variables, bioindicadores, seleccionados, diseño de programas de biomonitorización, resultados y comunicación.

Que el Instituto Tecnológico del Putumayo realice convenios de investigación con entidades que fomentan el compromiso ambiental a fin de que estudiantes generen investigación aprendiendo a conocer la biodiversidad del suelo como solución a la problemática ambiental.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- al, F. e. (25 de 04 de 1998). El papel de los macroinvertebrados como indicadores de fertilidad y perturbacion de suelos de ladera. *Suelos Ecuatoriales*, págs. 254-259.
- Amesquita. (2004). La fertilidad fisica del suelo. *Suelo, ambiente y seguridad alimentaria*, (págs. 1-2). Cartagena.
- Ayala, M. (2011). *Diseño Metodologico*. Bogotá: Ediciones Antros Ltda.
- ballén, R. (20 de febrero de 2013). *revista semana*.
- Bordas, I. y. (2001). Departamento de Didactica y Organización Educativa. Deptamento de Investigacion y Diagnóstico en educación. *Revista Española de pedagogia*, Pp. 25 a 28.
- Bravo, H. (2008). Indicadores físicos del suelo bajo labranza de conservación y su relación con el rendimiento de tres cultivos. *Agricultura Técnica*. 34 (002): p. 151 - 158. *Agricultura Técnica*, 151-158.
- Cabrera, B. y. (2001). Estrategias de Evaluacion de los aprendizajes centrados en el proceso.
- Colombia Aprende. ( 2006). En *constitution National de 1991*.
- Fanfani, E. T. ( 2011). *Los docentes y la Evaluación*.
- Francesco, G. (2004). *La evaluacion Integral y delaprendizaje*. Bogotá: Cooperativa Magisterio.
- Gómez, J. M. (2010). *Como periben la evaluacion los profesores, padres y Alumnos* .
- Guillermo Bustamante Zamudio, A. P. (1997). *Evaluacion escolar* . Bogotá: Cooperativa Magisterio.
- Huizinga, J. (1990). *Homo Ludens*. Madrid: Alianza.
- Ignacio, G. (2011). Microorganismos del suelo y sustentabilidad de los agro ecosistemas. . *Rev. Argentina de microbiologia* . , 1-3.

- Ingram, A. E. (1993). Tropical soil biology and fertility. En A. E. Ingram, *Tropical soil biology and fertility* (págs. 44-46). Wallingford: Cab.
- la evaluación del aprendizaje, A. p. (2008).
- Lucía Herrera Torres, R. B. (2010). *E proyecto Educativo Institucional en el Contexto del Sector Rural Colombiano*.
- Marcos, R. (2011). Composición y variación de la edafofauna de un oxisol del complejo migmatítico de Mitu bajo tres usos diferentes del suelo. *Revista Ecuatorial*, 273-277.
- Ochoa, M. (2011). *Cual es el sentido de formar maestro para el mundo de hoy*.
- Pérez, E. R. (11 de Noviembre de 2011). *revista semana*.
- QUINTERO, J. S. (2013). *Evaluación del efecto del uso de agroquímico sobre la población de macroinvertebrados del suelo en el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L)*. Sibundoy.
- Ríos, Y. T. (2011). Evaluación de la participación de los padres de familia, Escuelas primarias.
- Rodrigo m. J., R. a. (1993). *Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano*.
- Sabater, F. (1991). *El valor de Educar*. Barcelona:: Editorial Ariel S.A.
- Scriven, C. y. (1963-1967). Course improvement through evaluation . En *The methodology of Evaluation*.
- Swift. (1993). Tropical soil biology and fertility. En Swift, *Tropical soil biology and fertility* (págs. 61-63). Wallingford: Cab.
- Tamayo, M. T. (1993). *El proceso de investigación científica*. Bogotá: Grupo Editores.
- Tezanos, D. (2003). Una Etnografía de la Etnografía. Pp. 19-23. Primera Edición.
- Vásquez, M. P. (2009). *Formación integral*.
- Williams, L. V. (1986). *Aprender con todo el Cerebro. Estrategias y modos de pensamiento: visual, metafórico y multisensorial*" (Martínez Roca ed.).
- Zamudio, G. B. (1999). *Evaluación escolar Resultados o Procesos*. Bogotá.

Zamudio, G. B. (2000). Evaluación escolar y Educativa en Colombia . Sociedad Colombiana de Pedagogía.

ZERBINO, M. (2005). *Evaluación De La Densidad, Biomasa Y Diversidad De La Macrofauna Del Suelo En Diferentes Sistemas De Producción.*

## BIBLIOGRAFIA

- A. Bautista Cruz et al., (2004). *Asociación Española De Ecología Terrestre. La Calidad Del Suelo Y Sus Indicadores*. [En línea]. Disponible en <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=149>
- ARIZPE et al., (2009). *Línea áreas de ribera sostenible, guía de gestión*. [En línea]. Disponible en <http://www.cma.gva.es/webdoc/documento.ashx?id=142983>
- BARROS, E. et al. (2002). *Effects of land-use system on the soil macrofauna in western Brazilian Amazonia. Biology and Fertility of Soils*. 35 (5):338
- Borror, D. et al. 1976. *An introduction to the*
- BANDEIRA, A.G. et al. (2003). *Effects of hábitat disturbance on the termite fauna in a Highland humid forest in the Caatinga Domain, Brazil. Sociobiology*. 42 (1):117
- Bignell D (s/f). *Inventario De Macroartrópodos De Suelo, Hojarasca Y Lombrices De Tierra En Particular, Utilizando Monolitos De Suelo*.
- Bignell et al., (s/f). *Manual De Biología De Suelos Tropicales. Capítulo 3. Macrofauna. P. 2*.
- BLAIR, J., P. BOHLEN AND D. FRECKMAN. (1996). *Soil invertebrates as indicators of soil quality*. pp. 273-291. In: J.W. Doran and A.J. Jones (eds.). *Methods for assessing soil quality*. Soil Science Society of America (SSSA), Special Publication 49, Madison WI. [En línea]. Disponible en <https://organic-center.org/reportfiles/SoilQualityReport.pdf>
- BRAVO, et al (2008). *Indicadores físicos del suelo bajo labranza de conservación y su relación con el rendimiento de tres cultivos*. *Agricultura Técnica*. 34 (002): p.

151 - 158.

[Blog en línea]. Verified Carbón Standard. *Regeneración natural*. Disponible en <http://es.mongabay.com/rainforests/carbono-lexico/Regeneracion-natural.html>. Descargado noviembre de 2014.

CALLISTO. M, & DAVE. M (2003). *Bioindicadores De Qualidade De Água Como Ferramenta Em Estudos De Impacto Ambiental*. [En línea]. Disponible en <http://www.urisan.tche.br/~briseidy/P%F3s%20Licenciamento%20Ambiental/bioindicadores%2019.10.2010.pdf>

CASTRO, J. H., BURBANO, H. Y BONILLA, C. (2007). (Castro , Burbano , & Bonilla , 2007) *de organismos edáficos entres usos de terreno en el altiplano de Pasto, Colombia*. ACAG. Universidad Nacional. 56 (3): p. 127 - 130

[Cartilla educativa en línea]. "El manejo, protección y conservación de las fuentes de agua y recursos naturales". Disponible en <http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/1ebab9c614ea59c9de0d3a044f34c1f5.pdf>. Descargado noviembre 2014.

CLAUDIA ALEJANDRA MEDINA U. (2005). *Hormigas Depredadoras De Huevos De Salivazo De Los Pastos Aeneolamia Varia (Hemiptera: Cercopidae) En Pasturas De Brachiaria, En Los Llanos Orientales De Colombia*

COORPOAMAZONIA (2009). EXPEDIENTE MUNICIPAL. *Documento de Seguimiento y Evaluación del Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Mocoa Departamento del Putumayo*. [En línea]. Disponible en [http://www.corpoamazonia.gov.co/files/ordenamiento/pot/Exp\\_Municipal\\_Mocoa.pdf](http://www.corpoamazonia.gov.co/files/ordenamiento/pot/Exp_Municipal_Mocoa.pdf)

CONTRERAS (2005). *La Regeneración Natural En Áreas De Cultivo*. [En línea]. Disponible en <http://www.pesacentroamerica.org/biblioteca/doc-hon-feb/regeneracion-def.pdf>

DARÍO HERNÁN RUIZ-COBO, ALEXANDER FEIJOO & CARLOS RODRÍGUEZ (2010). *Comunidades De Macroinvertebrados Edáficos En Diferentes Sistemas De Uso Del Terreno En La Cuenca Del Río Otún, Colombia*.

DE LA ROSA. I Y YANKELEVICH. S (2007). *Distribución espacial de la macrofauna edáfica en bosque mesófilo, bosque secundario y pastizal en la reserva. La Cortadura, Coatepec, Veracruz, México Revista mexicana de biodiversidad* versión On-line ISSN 2007-8706 disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532012000100024](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532012000100024).

DORAN, J.W. Y PARKIN, B.T. (1994). *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Soil Science Society of America, Inc. Special Publication. Number 35. Madison, Wisconsin, USA*.

E. AMÉZQUITA (s/f). *Hacia La Sostenibilidad De Los Suelos En Los Llanos Orientales De Colombia* [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102701/2014-2/unidad\\_2/Sostenibilidad\\_de\\_los\\_suelos.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102701/2014-2/unidad_2/Sostenibilidad_de_los_suelos.pdf)

ESPERANZA HUERTA LWANGA (2008). *Relación Entre La Fertilidad Del Suelo Y Su Población De Macroinvertebrados*.

EVELYN FIGUEROA RAMÍREZ (2014). *Micro-Macro Organismos en el suelo*. Trabajo final del curso "Ciencias del Suelo". [En línea]. No disponible. Recuperado en <http://cienciasdelsuelofigueroatorres.blogspot.com/>

GARCIA, I. (2011). *Microorganismos del suelo y sustentabilidad de los agro ecosistemas*. Rev. Argentina de microbiología. p. 43: 1-3.

GIACOMETTI. J & BERSOSA. F (2006). *Macroinvertebrados Acuáticos Y Su Importancia Como Bioindicadores De Calidad Del Agua En El Río Alambi*. [En línea]. Disponible en [http://www.espe.edu.ec/encuesta/sitiorevistas/revistas/E-RevSerZoologica/BolTec6SerZool\(2\)/GiamettiyBersosa\\_33.pdf](http://www.espe.edu.ec/encuesta/sitiorevistas/revistas/E-RevSerZoologica/BolTec6SerZool(2)/GiamettiyBersosa_33.pdf)

GILLER, P.S., (1996). *The Diversity Of Soil Communities, The "Poor Man's Tropical Rainforest*. Biodiversity And Conservation 5, 35–168.

GRISEL DE LA C (2014). *Manual Práctico Sobre La Macrofauna Edáfica Como Indicador Biológico De La Calidad Del Suelo, Según Resultados En Cuba*.

GRISEL CABRERA (2011). *Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba*  
*Richness and abundance of soil macrofauna in four land uses of the Artemisa and Mayabeque provinces, Cuba*.

JAJOY S & QUINTERO L (2013). *Evaluación del efecto del uso de agroquímico sobre la población de macroinvertebrados del suelo en el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L) en el municipio de Sibundoy*.

J HERNÁNDEZ (2002). *Evaluación De Resiliencia En Ecosistemas Estratégicos*. [En línea]. Disponible en <http://digital.csic.es/bitstream/10261/53881/1/ciudadysocied2002847.pdf>

J. J. JIMÉNEZ et al., (s/f). *La macrofauna del suelo: Un recurso Natural Aprovechable pero Poco Conocido*. [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos\\_ciat/tsbf/pdf/arado\\_natural\\_cap1.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/tsbf/pdf/arado_natural_cap1.pdf)

KLEMENS, E., T. STIERHOF, J. DAUBER, K. KREIMES, AND V. WOLTERS (2003). *On The Quality Of Soil Biodiversity Indicators: Abiotic and Biotic Parameters As Predictors Of Soil Faunal Richness At Different Spatial Scales*. *Agric. Ecosyst. Environ.* 98: 273-283.

LAVELLE, P., E. BLANCHART, A. MARTIN, S. MARTIN, A.V. SPAIN, F. TOUTAIN, I. BAROIS, AND R. SCHAEFER. (1993). *A Hierarchical Model For Decomposition In Terrestrial Ecosystems: Application To Soils Of The Humid Tropics*. *Biotropica* 25: 130-150.

LAVELLE, P. *et al.* (1994). *The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility*. In: *The biological management of tropical soil fertility* (Eds. P.L. Woerner and M. J. Swift). John Wiley-Sayce. New York. p. 137.

LINARES ARIAS, JUAN CARLOS (2006). *Evaluación de algunas propiedades del suelo como indicadores de sostenibilidad para pastoreo rotacional en silvopastoreo en un endo acuerdo del valle medio del río Sinú Colombia*. Maestría thesis, Universidad Nacional de Colombia - See more at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/718/#sthash.sdSn0YJ0.dpuf>

LINDEN, D.R.; Hendrix, P.F.; Coleman, D.C.; van Vilet, P.C.J. 1994. *Faunal indicators of soil quality*. In Doran, J.W.; Jones, A.J. (Eds.). *Defining soil quality for a sustainable Environment*. SSSA. Special Publication no. 35. p. 91-106. - Lobry de Bruyn, L. A. 1993. *The changes in earthworms*

MACDONALD (2011). *"Análisis De La Diversidad De Las Praderas De Pastos Marinos En La Laguna Marion-Costera De La Bahía La Graciosa, Izabal, Guatemala."*

MARCONI J (s/f). *Definición, importancia y composición* [En línea]. Disponible

en  
suelo.shtml#ixzz3eBHD6hNN

<http://www.monografias.com/trabajos93/el-suelo/el-suelo.shtml#ixzz3eBHD6hNN>

MARÍA GABRIELA ESCRIVÁ (2011). JARDIN ORGANICO. *Una guía esencial para crear un jardín natural con técnicas ecológicas*. [En línea]. Disponible en <https://books.google.com.co/books?id=WUDk25hyMC&pg=PA45&lpg=PA45&dq=Microorganismos,+Mesoorganismos,+Macroorganismos&source=bl&ots=ueTQ321z&sig=rGhcAnCEBdspDNBHdTUYMoua1nE&hl=es&sa=X&ei=ohIVVYzjBoqnNrGf gaAP&ved=0CCgQ6AEwAQ#v=onepage&q=Microorganismos%2C%20Mesoorganismos%2C%20Macroorganismos&f=false>

MARÍA STELLA ZERBINO BARDIER (2005.) *Evaluación De La Densidad, Biomasa Y Diversidad De La Macrofauna Del Suelo En Diferentes Sistemas De Producción*.

MÓNICA DÍAZ PORRES (2009). *Producción-Descomposición De Hojarasca Y Macroinvertebrados Fragmentadores En Cuatro Agroecosistemas De La Cuenca Del Río La Vieja*.

MORELLI, S ET AL., (2013). *Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente*. [En línea]. Disponible en [http://www.contraloriagen.gov.co/documents/10136/76600464/INFORME\\_MEDIO\\_AMBIENTE\\_2012\\_2013\\_def\\_web.pdf/8c07cbcf-1186-4543-a08d-46e5e512a27c](http://www.contraloriagen.gov.co/documents/10136/76600464/INFORME_MEDIO_AMBIENTE_2012_2013_def_web.pdf/8c07cbcf-1186-4543-a08d-46e5e512a27c)

OJEDA *et al* (2003). *Sistemas Silvopastoriles, Una Opción para el Manejo Sustentable de la Ganadería*.

PARDO ET AL (2011). *Ensamblaje De Escarabajos Melolonthidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) Asociados Con Pasturas En El Departamento Del Caquetá Y Su Posible Relación Con La Salubridad Edáfica*.

*Plan De Ordenamiento Y Manejo De La Subcuenca Hidrográfica De Los Ríos Sambingo-Hato Viejo, Municipios De Bolívar, Mercaderes Y Florencia, Departamento Del Cauca. [En línea]. Disponible en <http://www.crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POMCH/Rio%20Sambingo-Hatoviejo/Zonificacion%20Ambiental.pdf>. Descargado en Noviembre 2014.*

PRAT, N et al., (s/f). *Los Macroinvertebrados Como Indicadores De Calidad De Las Aguas.* [En línea]. Disponible en <http://www.ub.edu/fem/docs/caps/2009%20MacroIndLatinAmcompag0908.pdf>

RAFAEL MOLERO BALTANÁS (s/f). *Empleo De Bioindicadores En Estudios De Evaluación De La Calidad Ambiental.*

RAMÍREZ W et al., (2014), *Caracterización De La Macrofauna Edáfica En Sistemas De Producción Intensiva De Césped. Pastos Y Forrajes*, Vol. 37, No. 2, 158-165.

RAVNBORG, H. M. (2000) *Collective Action in Ant Control.* CAPRI Working Paper No 7. CIAT. 1 – 5. [En línea]. Disponible en [www.ifpri.org/sites/default/files/.../capriwp07.pdf](http://www.ifpri.org/sites/default/files/.../capriwp07.pdf)

RENDÓN et al., (2011). *Los Macroinvertebrados Como Indicadores De La Calidad Del Suelo En Cultivos De Mora, Pasto Y Aguacate.*

ROMIG, D.E., GARLYND, M.J., HARRIS, R.F. Y MCSWEENEY, K. (1995). *How Farmers Assess Soil Health And Quality. J. Soil Water Conservation* 50: 229-236.

RUBIANO, YOLANDA et al. (2004). *Sistema Georreferenciado De Indicadores De Calidad De Suelos Para Los Llanos Orientales De Colombia, Estudio Del Caso: Municipio De Puerto López, Meta.* En: *Memorias XVI Congreso Latinoamericano-XII Congreso Colombiano De La Ciencia Del Suelo.* Colombia.

SANTIAGO RENDÓN PAREJA (2011). *Los Macroinvertebrados Como Indicadores De La Calidad Del Suelo En Cultivos De Mora, Pasto Y Aguacate.*

SAMANIEGO, D (2012). "Manejo Ecológico Del Suelo Como Fundamento De Los Procesos De Transición Hacia La Agroecología"

SERNA (2007). *Secretaria De Recursos Naturales Y Ambiente. Plan de Manejo Integrado de Cuencas Costero Marino, Tela, Atlántida.* En Línea <http://www.cep.unep.org/pubs/meetingreports/LBS%20ISTAC%20III/spanish/PM%20Honduras.pdf>

SEVILLA, F et al., (s/f). SEMINARIO INDICADORES DE CALIDAD DE SUELOS PARTICIPACIÓN EN EL TEMA: *Indicadores de Cambio (monitoreo); indicadores locales de calidad del suelo; mediciones de campo y laboratorio.* DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LA MACROFAUNA ASOCIADA CON UNIDADES LOCALES DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS EN LA MICROCUENCA DE POTRERILLO, CAUCA, COLOMBIA. [http://publicacion05.unipamplona.edu.co/unipamplona02/hermesoft/portal/home\\_1/reclarc\\_4210.pdf](http://publicacion05.unipamplona.edu.co/unipamplona02/hermesoft/portal/home_1/reclarc_4210.pdf)

SORAYA URIBE CELIS (2013). *Fóridos (Díptera: Phoridae) Asociados Al Hábitat De Hormigas Cortadoras De Hojas (Atta Cephalotes Y Acromyrmex Octospinosus) Y Sus Patrones De Localización En Un Bosque Seco Tropical Andino.*

VARGAS et al., (s/f). *Regeneración Natural Inducida Y Plantaciones Forestales Con Especies Nativas: Potencial Y Limitaciones Para La Recuperación De Bosques Tropicales Degradados En Los Llanos Occidentales De Venezuela.* [En línea]. Disponible en [http://www.academia.edu/1250196/Regeneraci%C3%B3n\\_natural\\_inducida\\_y\\_pla](http://www.academia.edu/1250196/Regeneraci%C3%B3n_natural_inducida_y_pla)

ntaciones\_forestales\_con\_especies\_nativas\_potencial\_y\_limitaciones\_para\_la\_recuperaci%C3%B3n\_de\_bosques\_tropicales\_degradados\_en\_los\_llanos\_occidentales\_de\_Venezuela.

Y. GARCÍA *et al.*, (2012). *Indicadores De La Calidad De Los Suelos: Una Nueva Manera De Evaluar Este Recurso.*

WOLTERS, V. (2000). *Invertebrate control of soil organic matter stability. Biol. Fertil. Soils.* 31: 1-19.