

**CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA EDÁFICA EN RELACIÓN CON EL USO
DEL SUELO EN CULTIVOS DE PAPA Y PASTIZAL EN ZONAS
ALTOANDINAS, EN EL MUNICIPIO DE TOTORÓ**

CLAUDIA MARIBEL ROSERO MELO

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2013**

**CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA EDÁFICA EN RELACIÓN CON EL USO
DEL SUELO EN CULTIVOS DE PAPA Y PASTIZAL EN ZONAS
ALTOANDINAS, EN EL MUNICIPIO DE TOTORÓ**

CLAUDIA MARIBEL ROSERO MELO

Anteproyecto como requisito para optar al título de Bióloga

DIRECTORA

M.Sc. GISELLE ZAMBRANO GONZÁLEZ
Profesora Departamento de Biología
Universidad del Cauca

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2013

Nota de aceptación

Giselle Zambrano González MSc.
Directora

Roman Stechauner Rohringer Ph.D.
Jurado

Fernando Andrés Muñoz Biólogo
Jurado

Fecha de sustentación, Mayo 06 de 2013

DEDICATORIA

Padre celestial, a ti te doy la gloria por el fruto de este gran logro en mi vida profesional, por darme la pasión y la fuerza para salir adelante a pesar de las adversidades, en el recorrer de mi vida tu mano nunca me ha soltado, siendo tú mi más grande inspiración y fortaleza.

A mis padres Walterio Rosero y Omaira Melo, la vida entera no me alcanzara para agradecerles su amor, entrega y apoyo constante. A ustedes que desde niña me enseñaron a ser aguerrida y perseverante, el valor de la responsabilidad y la entrega en cada meta propuesta, gracias a su buen ejemplo. Este trabajo es respuesta a su amor y a tantos años de esfuerzo.

Andrés Walterio, mi hermanito querido, por tus ocurrencias y compañía, por ser mi motor y la chispa que me impulsa a salir adelante cada día de mi vida.

Miller Guzmán, compañero, cómplice, mejor amigo y mi amor, por ser mi apoyo incondicional y desmedido, por tu constante compañía en la lucha y las innumerables sonrisas en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

“Te doy gracias, Señor, de todo corazón; delante de los ángeles tañeré para ti, me postraré hacia tu santuario, daré gracias a tu nombre: por tu misericordia y tu lealtad, porque tu promesa supera a tu fama; cuando te invoqué, me escuchaste, acreciste el valor en mi alma.”

SALMO 137: 1-3

A mis padres y hermano, por su ejemplo, amor y apoyo constante.

A mis abuelos, por sus consejos y compañía.

A Miller Guzmán, por su acompañamiento en campo, laboratorio y aporte intelectual en el documento; por nuestro gran amor, constante apoyo y sonrisas en los momentos difíciles.

A la Profesora Giselle Zambrano Directora del trabajo, por la oportunidad, confianza, enseñanzas y valiosos aportes para la realización de esta investigación.

A Mario Medina, por su amistad y asesoría en la parte estadística.

A mis jurados Roman Stechauner y Fernando Andrés Muñoz, por su colaboración y valiosos aportes en este trabajo.

A los profesores del departamento de Biología, especialmente a la profesora Patricia Torres, William García y Diego Macías por su gran dedicación y entrega.

Al Grupo de Estudios Ambientales de la Universidad del Cauca, por el conocimiento adquirido en el énfasis de Gestión Ambiental.

A Kelly Guaca y John Camargo, por su gran amistad, compañía y complicidad.

A mis compañeros por todos los gratos momentos compartidos a lo largo de la carrera, Verónica Ordoñez, Liliana Vargas, Jason Perafán, Nubia Enríquez, Aldair Rosero, Cristian Anacona, Nasly Astudillo, Deisy Medina, Julio Cesar Castillo, Esteban Ortega, Ángela Lara, Gilmar Delgado, Soallín Pineda, John Velasco, Iván Guerrero, Paola Arciniegas, Jorge Becoche, Lizeth Bolaños, Daniela Ortega, Karina Burbano, Carolina Ortega, Zaida Collazos, Carlos Valencia, Angélica Salazar y Jhoy Cordoba.

A los Señor Jorge Castro y Edimer Anacona, por los permisos y disponibilidad de los cultivos para el desarrollo de los muestreos.

A Mauricio Rivera Sra. e hija, Martha Mera y familia, por su hospitalidad y acompañamiento en el trabajo de campo.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma me colaboraron.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	12
1. PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	13
2. OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GENERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES	15
3.1 SUELOS ANDICOS	15
3.2 AGRICULTURA	15
3.3 AGROECOSISTEMAS	15
3.3.1 Cultivo de papa	16
3.3.2 Cultivo de pastos	17
3.4 GANADERÍA	18
3.5 CALIDAD DEL SUELO Y FAUNA EDÁFICA	18
3.5.1 Macrofauna	19
3.5.2 Mesofauna	20
3.6 ESTUDIOS DE EDAFOFAUNA	21
4. METODOLOGÍA	24
4.1 ÁREA DE ESTUDIO	25
4.2 DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTREO	26
4.3 FASE DE CAMPO	27
4.3.1 Recolección de fauna edáfica	28
4.3.2 Actividades antrópicas	29
4.4 FASE DE LABORATORIO	29
4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS	29
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTREO	31
5.1.1. Agroecosistema Papa	31
5.1.1.1 Preparación del Terreno	31
5.1.1.2 Obtención de la semilla	31
5.1.1.3 Siembra	31
5.1.1.4 Mantenimiento del cultivo	32

5.1.1.5 Sistema de Riego	33
5.1.1.6 Fertilización foliar.....	33
5.1.1.7 Control de plagas.	33
5.1.1.8 Cosecha..	34
5.1.1.9 Post-cosecha	34
5.1.2 Agroecosistema Pastizal.....	35
5.1.2.1 Preparación del Terreno.....	35
5.1.2.2 Obtención de la semilla y siembra.....	35
5.1.2.3 Fertilización.....	35
5.1.2.4 Cortes	35
5.1.3 Relicto de bosque.....	36
5.2 FAUNA EDÁFICA RECOLECTADA EN EL AREA DE ESTUDIO	36
5.2.1 Fauna edáfica recolectada durante el desarrollo fenológico del cultivo de papa Diacol capiro.....	38
5.2.2 Fauna edáfica recolectada durante el desarrollo fenológico del cultivo Ray grass.....	43
5.2.3 Fauna edáfica recolectada en bosque.....	48
5.3 INDICE DE SIMILITUD JACCARD.....	52
5.3.1 Índice de similitud Jaccard en papa Diacol capiro.....	52
5.3.2 Índice de similitud Jaccard en pastizal Ray grass.....	53
5.3.3 Índice de índice de similitud Jaccard para los sistemas	54
5.4 PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS.....	56
6. CONCLUSIONES.....	58
7. RECOMENDACIONES	59
8. BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	68

FIGURAS

Página

Figura 1. Diagrama metodología general de la propuesta de investigación.....	24
Figura 2. Localización y puntos de muestreo.....	25
Figura 3. Puntos de muestreo teniendo en cuenta el desarrollo fenológico del cultivo de Diacol-capiro, (Donde, m= muestreo, s= semana).....	28
Figura 4. Punto de muestreo teniendo en cuenta el desarrollo fenológico del cultivo de Ray grass (Donde, m= muestreo, s= semana).....	28
Figura 5. Métodos de captura para edafofauna. (a) Monolito (b) Trampa de caída.....	29
Figura 6. Agroecosistema de papa Diacol capiro. (a) Preparación del suelo mediante azadón (b) Suelo surcado (c) Desinfección de la semilla de papa Diacol capiro y aplicación del abono 10-30-10 (d) Finalización del proceso de siembra (e) Brote de las primeras hojas de la planta (f) Primera fertilización del cultivo de papa (g) Desarrollo del cultivo a los 5 meses aproximadamente (h) Control de plagas (i) Floración de la panta (j) Tubérculo producto final de la cosecha.....	34
Figura 7. Agroecosistema de Ray gras. (a) Preparación del suelo con tractor (b) Dispersión de la semilla con ayuda del dispersor (c) Suelo sembrado (d) Crecimiento de la plántula (e) Corte del ganado Normando en pastizales cultivados.....	35
Figura 8. (a) y (b) Vegetación presente en el relicto de bosque.....	36
Figura 9. Distribución de los individuos y los porcentajes por Phylla en cada zona de muestreo.....	37
Figura 10. Distribución porcentual de los órdenes del Phylum Arthropoda en el cultivo de papa Diacol capiro y Ray grass.....	37

Figura 11. Familias encontradas durante el desarrollo fenológico del cultivo de papa Diacol capiro.....	40
Figura 12. Dinámica de la fauna edáfica en el desarrollo del cultivo de papa Diacol capiro.....	42
Figura 13. Efectividad de los métodos de muestreo efectuados en el cultivo de papa Diacol-capiro.....	42
Figura 14. Familias encontradas durante el desarrollo fenológico del cultivo pastizal Ray grass.....	45
Figura 15. Dinámica de la fauna edáfica en el desarrollo del cultivo de pastizal Ray grass.....	47
Figura 16. Porcentajes de individuos recolectados en cultivo de Ray grass con las trampas utilizadas: pitfall y monolito.....	48
Figura 17. Fauna edáfica recolectada en relicto de bosque.....	50
Figura 18. Porcentajes de individuos recolectados en el relicto de bosque con las trampas utilizadas: pitfall y monolito.....	52
Figura 19. Dendograma de Jaccard realizado para las diferentes etapas fenológicas del cultivo de papa Diacol capiro.....	53
Figura 20. Dendograma de Similitud de Jaccard realizado para las diferentes etapas del cultivo de pastizal Ray grass.....	54
Figura 21. Dendograma de Similitud de Jaccard realizado para los tres sistemas de muestreo: Relicto de bosque, cultivo de papa y pastizal.....	55

TABLAS

	Página
Tabla 1. Diferencias de estructura y función entre agroecosistema y ecosistema natural (Gliessman, 2002).....	16
Tabla 2. Clasificación taxonómica de los organismos integrantes de la macrofauna (Zerbino, 2005).....	20
Tabla 3. Agroquímicos implementados en la desinfección de la semilla de papa.....	32
Tabla 4. Agroquímicos implementados para la fumigación de la papa.....	33
Tabla 5. Organismos más representativos para cada zona de muestreo.....	36
Tabla 6. Meso y macrofauna recolectada en el cultivo Diacol capiro.....	38
Tabla 7. Meso y macrofauna recolectada en el cultivo de pastizal Ray grass	43
Tabla 8. Meso y macrofauna recolectada en el relicto de Bosque.....	48

RESUMEN

Con el objetivo de conocer la diversidad de la fauna edáfica en la franja altoandina del Departamento del Cauca y los efectos que los agroecosistemas ocasionan, con este trabajo se busca analizar la distribución espacio-temporal de los habitantes edafícolas en cultivos de papa Diacol capiro, pastizal Ray grass en algunas etapas fenológicas de su desarrollo y en relicto bosque.

Los muestreos de las comunidades de meso y macrofauna se realizaron siguiendo el método estándar Tropical Soil Biology and Fertility Programe (TSBF) complementando con trampas pitfall, el número total de individuos recolectados para los tres sistemas fue 3.896, 981 en papa, 779 en pastizal y los 2.136 restantes en bosque, de los cuales según su máximo nivel de determinación se logró identificar 68 familias y 18 morfoespecies distribuidas en 27 órdenes. Los resultados de los muestreos realizados señalan a Hypogastruridae e Isotomidae del orden Collembola como las familias más tolerante ante la intervención mecánica y química, en contraste la familia Entomobryidae (Collembola) al igual que los órdenes Scolopendromorpha, Isopoda, Opiliones, Pseudoscorpionida, Orthoptera, Spirobolida, Araneae y Polydesmida presentaron gran susceptibilidad encontrándose solo en el sistema más conservado. A diferencia de los dos agroecosistemas objeto de estudio el mayor número de organismos muestreados fue mediante monolito en bosque.

Se calculó el índice de Jaccard arrojando como resultado el agrupamiento de los meses de laboreo mecánico e incidencia química en el cultivo de papa teniendo en cuenta la presencia-ausencia de los organismos muestreados. Por otra parte se determinó que el corte del ganado es menos agresivo que la implementación de maquinaria y favorece la presencia de organismos asociados al sistema como dípteros. Al realizar la prueba no paramétrica Kruskal Wallis no se presentaron diferencias significativas entre los sistemas con relación al número de individuos recolectados.

Se puede concluir que la perturbación agrícola produjo un efecto negativo sobre la edafofauna, reduciendo drásticamente el número de organismos, puesto que no cuentan con los requerimientos tanto alimenticios como de hábitat.

Palabras claves: suelo ándico, agroecosistema, relicto de bosque, intervención antrópica, taxonomía, macrofauna y mesofauna.

INTRODUCCIÓN

Las actividades agropecuarias han establecido una relación sociedad-naturaleza dando lugar a cambios en las formas de vida de la población, cuyo origen y sustento van asociados al aprovechamiento de los servicios ambientales (Sans, 2007). Sin embargo, en los últimos años, el crecimiento poblacional, los modelos económicos como también, el continuo y acelerado uso de los recursos naturales, ha dado paso a la expansión de la frontera agrícola y pecuaria de forma alarmante.

Actualmente dicha explotación se enfoca en sistemas de producción a gran escala, intensificando el uso y manejo de agroquímicos y maquinaria para su aprovechamiento; ejerciendo un fuerte impacto en los recursos naturales y específicamente en el suelo, ocasionando cambios en el pH, grado de porosidad, disminución del contenido de materia orgánica y de estabilidad estructural de los agregados, los cuales son factores primordiales en el mantenimiento de la productividad de los agroecosistemas. De igual manera en relación directa con la transformación de las propiedades del suelo; la biota edáfica, también está siendo afectada, impidiendo su actuación como microingeniero del ecosistema que contribuye de forma eficiente en el mejoramiento de la aireación, la porosidad, la infiltración del agua, la activación o inhibición de la función de microorganismos, y que está involucrada en la conservación, ciclado y aprovechamiento de nutrientes (Socarrás y Robaina, 2011).

De esta manera, la fauna edáfica se constituye como reguladora de muchos procesos del suelo, es altamente sensible a perturbaciones y cambios que experimenta ante las intervenciones, afectando profundamente su rol ecosistémico, convirtiéndose en indicadores de impacto humano sobre el ambiente (Morales y Sarmiento, 2002).

Las actividades agrícolas son la base económica del Departamento del Cauca y al evidenciar que la zona altoandina cuenta con escasos estudios técnicos que permiten obtener un conocimiento más amplio de la edafofauna en sistemas agrícolas. En este trabajo se realizó un análisis de la composición de la fauna edáfica en cultivos de papa Diacol-capiro y pastizal Ray grass, permitiendo comprender de una forma más clara las dinámicas al interior del agroecosistema, con el fin de contribuir en el conocimiento hacia el uso adecuado y sostenible del suelo.

Para ello se desarrolló la comparación de los patrones de distribución espacial y temporal en los agroecosistemas, se presenta un panorama de la diversidad taxonómica (meso y macrofauna) a partir del crecimiento vegetativo de los cultivos y las prácticas de labor agrícola que se desarrollan en la franja altoandina particularmente en el Corregimiento Gabriel López.

1. PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Teniendo en cuenta la importancia de los ecosistemas altoandinos del Departamento del Cauca por su papel dentro del ciclo hidrológico, de igual forma por la gran diversidad que en ellos albergan, tanto de vegetación como de fauna, endémicos en la mayoría de los casos y cuya fragilidad se hace cada vez más notoria debido al cambio de uso del suelo que lo deja susceptible a los efectos de erosión y pérdida de biodiversidad, al no contar con una cobertura vegetal apropiada e inclusión de insumos sintéticos y maquinaria que se lleva a cabo para el desarrollo de las prácticas agropecuarias de tipo extensiva e intensiva.

Como es el caso, del Corregimiento Gabriel López, Municipio de Totoró, donde la agricultura y la ganadería son la fuente indispensable de ingresos y manutención para sus pobladores, y al ser estas actividades antrópicas de mayor afectación para los ecosistemas alterando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo superficial, que es de vital importancia para el desarrollo de cualquier ecosistema o actividad agrícola.

En los últimos años estudios de este tipo se han centrado en aspectos descriptivos y poco se conoce acerca de su funcionamiento como ecosistema altoandino. Varias investigaciones se han enfocado principalmente en las relaciones entre la estructura de las comunidades del sistema, más sin embargo, poca atención se le ha dado a las comunidades edafológicas, su composición, funcionalidad dentro del ecosistema y como son afectadas al implementar las diferentes actividades agropecuarias, puesto que el interés en el control de plagas han minimizados los beneficios y efectos potenciales de los organismos del suelo, su actividad e incidencia sobre la producción.

Por este motivo surgió la necesidad de realizar una valoración de los patrones de distribución espacio-temporal de la fauna edáfica en agroecosistemas de papa Diacol-capiro y pastizal Ray grass, siguiendo las etapas de crecimiento y desarrollo de los cultivos, con el fin contribuir al conocimiento de la dinámica de la ecología del suelo y como es afectado por las actividades antrópicas que se practican en la región.

Según lo anteriormente mencionado, se formuló y trató de dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el comportamiento de las comunidades edáficas en suelos de uso agrícola en ecosistemas altoandinos? En búsqueda de evaluar la diversidad taxonómica de la fauna edáfica en relación con el uso del suelo en cultivo de papa y pastizal y su comportamiento en varias etapas fisiológicas de los cultivos a estudiar.

El estudio podría ser usado como línea base para generar posibles alternativas del uso sostenible del suelo, facilitando mejoras en el campo agrícola y un desarrollo integral sustentable del área a estudiar.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la fauna edáfica en relación con el uso del suelo en cultivo de papa y pastizal de zonas altoandinas, en el Corregimiento Gabriel López, Municipio de Totoró.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Determinar la composición de la fauna edáfica de los agroecosistemas de papa y pastizal.
- ❖ Comparar la composición y abundancia de las comunidades edáficas de los agroecosistemas en estudio.
- ❖ Comparar la distribución de la edafofauna en diferentes etapas del desarrollo fenológico de los cultivos.

3. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

3.1 SUELOS ANDICOS

Estos suelos presentan orígenes de materiales volcánicos los cuales son suelos de medio a alto contenido de materia orgánica, altamente fijadores de fosfatos, densidades aparentes bajas y de texturas francas a arcillosas, con presencia de arcillas amorfas (Alófana e Imogolita) con alta retención de agua y complejos Aluminio-Humus. Por lo general estos suelos presentan una capacidad de intercambio catiónico (CIC) de media a alta (Quinchoa y Villegas, 2010).

3.2 AGRICULTURA

Ballenilla (2004) define la agricultura como el aprovechamiento para nuestro beneficio, siendo la capacidad que tienen las plantas para convertir energía luminosa, mediante la fotosíntesis, en energía química. Esta actividad que ejerce el hombre haciendo uso deliberado de la tierra para extraer bienes del suelo gracias al aprovechamiento de la energía solar, es una actividad estratégica para cualquier sociedad.

Actualmente la agricultura no solo se ejerce para grandes producciones, también la agricultura campesina de subsistencia está constituida por un gran número de productores que trabajan con un nivel diverso de tecnología y ocupan grandes superficies de terreno. Además existe una gran heterogeneidad entre los productores en aspectos ecológicos (generalmente basada en la diversidad biológica), sociales (organización de productores, tradiciones, etc.), y económicos (insumos agrícolas externos). Este tipo de agricultura tan diversificada requiere el entendimiento y propagación de técnicas de medición del rendimiento y cultivos en parcelas de campesinos (Bautista *et al.*, 2004).

3.3 AGROECOSISTEMAS

Un agroecosistema es un ecosistema que cuenta por lo menos con una población de utilidad agrícola, incluye una comunidad biótica y un ambiente físico con el que esta comunidad interactúa. La comunidad incluye normalmente poblaciones de plantas y/o animales, alguna de estas poblaciones tiene un valor agrícola. Los agroecosistemas difieren de los ecosistemas naturales en el desempeño regulado por la intervención del hombre, esta intervención es generalmente programada, es decir, el agricultor tiene un propósito que cumplir con el sistema y lo manipula siguiendo un plan de manejo preconcebido, que teóricamente le permite alcanzar objetivos específicos (Hart, 1985).

Según Gliessman (2002) el flujo de energía en un agroecosistema es alterado significativamente, las entradas al sistema provienen principalmente de fuentes manufacturadas por el ser humano, que a menudo no son sostenibles. De este modo, los agroecosistemas se convierten en sistemas abiertos debido a que una cantidad considerable de energía sale en cada cosecha, en lugar de almacenarse en forma de biomasa y quedarse dentro del sistema. Por otra parte, el reciclaje de nutrientes es mínimo porque una cantidad considerable abandona el sistema con la cosecha, o debido a la pérdida por lixiviación o por erosión, lo cual sucede en

parte por la carencia de biomasa permanente en el sistema. La exposición del suelo desnudo entre las plantas y entre los ciclos del cultivo, también induce la pérdida de nutrientes por lixiviación. Los agricultores actualmente reemplazan los nutrientes perdidos aplicando fertilizantes.

A pesar de que existen marcadas diferencias entre agroecosistemas y ecosistemas naturales, ambos sistemas existen como un continuo, uno junto al otro. En una parte de este continuo podemos ubicar a ecosistemas que son totalmente naturales, sin influencia humana directa; por el otro lado, los agroecosistemas varían dependiendo del nivel de influencia humana. Mediante la aplicación de los conceptos ecológicos, los agroecosistemas pueden ser diseñados de manera similar a los ecosistemas naturales en términos de diversidad de especies, ciclo de nutrientes y heterogeneidad en el hábitat (Tabla 1) (Gliessman, 2002).

Tabla 1. Diferencias de estructura y función entre agroecosistema y ecosistema natural (Gliessman, 2002).

	Ecosistema natural	Agroecosistema
Productividad neta	Media	Alta
Interacciones tróficas	Compleja	Simple, linear
Diversidad de especies	Alta	Baja
Diversidad genética	Alta	Baja
Ciclo de nutrientes	Cerrado	Abierto
Estabilidad (Resiliencia)	Alta	Baja
Control humano	Independiente	Dependiente
Permanencia temporal	Larga	Corta
Heterogeneidad del hábitat	Complejo	Simple

3.3.1 Cultivo de papa. La papa como producto alimenticio presentó una fuerte expansión a nivel mundial, situándose como el cuarto alimento básico en la década de los noventa, después del trigo, el arroz y el maíz. Figura entre los diez alimentos más importantes producidos en los países en desarrollo. Esta expansión se deriva de la gran capacidad de adaptación a los distintos climas y sistemas de cultivo que presenta este tubérculo, lo cual ha permitido el aumento en su producción y consumo. La papa tiene un peso importante sobre la canasta familiar, lo que se traduce en un papel importante en la definición del índice general de precios de la economía y en una gran incidencia en el presupuesto de las familias colombianas (Covaleda y Ruíz, 2005).

El cultivo de papa en Colombia es una actividad agrícola que compromete más de 90.000 familias rurales colombianas que siembran alrededor de 130.000 hectáreas, ubicadas en un 89% en las partes altas de los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Cauca, Nariño y Antioquia.

La papa se caracteriza por estar adaptada a climas fríos y templados crece en temperaturas entre 12-24 grados centígrados. Se cultiva en suelos con características ándicas, principalmente francos y franco arcillosas, fértiles, sueltos, profundos, drenados, ricos en materia orgánica y con un pH de 4.5-7.5. La preparación de suelo es muy importante en el cultivo de la papa, dicho procedimiento se caracteriza por presentar un corte con arado a una profundidad de 30 a 35 cm, el surqueado se realiza de 80 a 90 cm entre surcos, donde el surco o camellón debe tener aproximadamente 25 cm de altura y 15 cm de ancho. La nutrición del cultivo de papa se concentra principalmente en la respuesta en rendimiento a la aplicación de NPK, y en ocasiones elementos como Ca, Mg y S, lo mismo ocurre para micronutrientes como el B. Muchos informes señalan que la papa es el cultivo con mayor consumo de fertilizantes compuestos por unidad de superficie con dosis que oscilan entre 1.000 y 2.000 kg Ha⁻¹, predominan las fuentes altas en P en las relaciones 1:3:1, 2:4:1 y en menor escala se utiliza la relación 1:2:2, las dosis utilizadas dependen de la altitud y se aumenta en la medida que ésta se incrementa (Quinchoa y Villegas, 2010).

Según FAO (2003) tanto la preparación del suelo como en la cosecha se separa la planta madre de la porción vegetal de interés comercial, se pueden evidenciar dos sistemas: el sistema manual que consiste en la utilización del azadón y el mecanizado, cuya ventaja económica se enfoca en la rapidez y un menor costo por tonelada recolectada, pero al ser destructiva, sólo puede ser utilizada en cultivos de maduración concentrada. Como desventajas adicionales se pueden mencionar que toda la operación debe estar diseñada para la cosecha mecánica, empezando por el cultivo, distancia entre hileras, nivelación del terreno, pulverizaciones, labores culturales y muy especialmente variedades que se adapten a una manipulación más ruda. Aunque en algunos cultivos se utilizan combinaciones de ambos, la elección de un sistema u otro depende fundamentalmente del cultivo considerado, del destino y muy especialmente del tamaño del predio a ser cosechado.

3.3.2 Cultivo de pastos. Los pastizales son dominados principalmente por vegetación de trébol y algunas gramíneas que cubren en su totalidad el suelo para ser utilizados en el consumo directo del ganado. De igual forma la protección que brinda el sistema radical de este tipo de vegetación es muy importante ya que impide la erodabilidad del suelo, facilita la infiltración y regula algunos ciclos biogeoquímicos propios de estos sistemas (Muñoz, 2007).

El pasto Ray grass perenne se adapta en zonas entre los 1800 y 3600 msnm, arriba de los 3000 msnm su crecimiento se reduce y los períodos de recuperación se deben prolongar entre 2 y 4 semanas. Los suelos donde crece deben ser de media a alta fertilidad, con un drenaje adecuado y pH superior a 5,5; es exigente la nutrición de nitrógeno, fósforo y potasio. En términos de producción de materia seca, el fósforo es un nutrimento que se vuelve limitante para un adecuado rebrote debido a que su deficiencia deprime la extracción de nitratos (NO₃), así como su translocación de las raíces a la parte superior para la producción de aminoácidos (Villalobos y Sánchez, 2010).

El número de hojas que manifiesta la edad fenológica, para determinar el momento de cosecha del pasto Ray grass y considera el intervalo mínimo de pastoreo (período requerido para recuperar las reservas de carbohidratos hidrosolubles) es viable cuando la gramínea presenta más de 2 hojas y el intervalo máximo de pastoreo que se alcanza con el inicio de la senescencia de la hoja más vieja. Es considerada una planta de 3 hojas ya que la primera hoja en emerger se vuelve senescente conforme la cuarta hoja emerge, dicho ciclo se mantiene después de 3 hojas verdes, por lo que la hoja más vieja morirá de no aprovecharse el forraje (Villalobos y Sánchez, 2010).

3.4 GANADERÍA

La ganadería bovina sigue manteniendo una gran importancia en el desarrollo socioeconómico del país, representa el 88% de la superficie agropecuaria nacional y conserva una participación cercana al 5% en el Producto Interno Bruto - PIB - total nacional (Mahecha *et al.*, 2002).

Entre las actividades antrópicas que se desarrollan en el Departamento del Cauca, no solo se encuentra con cobertura de cultivos de papa, sino también resalta la producción pecuaria predominando los pastos regionales y mejorados con ganadería extensiva y semi-intensiva, cuyo propósito principal es la ceba y en forma secundaria la leche. Las razas predominantes en nuestro Departamento son Holstein, Jersey y Pardo Suiza, Normanda, Cebú principalmente en los municipios de Balboa, Almaguer, Caloto, Corinto, Totoró, Toribio, Mercaderes y Miranda (CRC, 2010).

3.5 CALIDAD DEL SUELO Y FAUNA EDÁFICA

A pesar de la importancia para la vida, el suelo no ha recibido de la sociedad la atención que merece. Su degradación es una seria amenaza para el futuro de la humanidad. La calidad debe interpretarse como la utilidad del suelo para un propósito específico en una escala amplia de tiempo. El estado de las propiedades dinámicas del suelo como contenido de materia orgánica, diversidad de organismos, o productos microbianos en un tiempo particular constituye la salud del suelo (Bautista *et al.*, 2004).

La preocupación por la calidad del suelo no es nueva, en el pasado, este concepto fue equiparado con el de productividad agrícola por la poca diferenciación que se hacía entre tierras y suelo, es así, como tierras de buena calidad eran aquellas que permitían maximizar la producción y minimizar la erosión, para clasificarlas se generaron sistemas basados en esas ideas. Estos incluían términos como tierras agrícolas de primera calidad. El concepto de calidad del suelo ha estado asociado con el de sostenibilidad, pero este último tiene varias acepciones, es el número de individuos que se puede mantener en un área dada. En cambio, para otros autores, el uso del suelo se debe basar en la capacidad de este para proporcionar elementos esenciales, pues estos son finitos y limitan, por ende, la productividad.

La calidad del suelo ha sido relacionada con la capacidad del suelo para funcionar, incluye atributos como fertilidad, productividad potencial, sostenibilidad y calidad ambiental. Simultáneamente, la calidad del suelo es un instrumento que sirve para comprender la utilidad y salud de este recurso. A pesar de su importancia, la ciencia del suelo no ha avanzado lo suficiente para definir claramente lo que se entiende por calidad (Bautista *et al.*, 2004).

La fauna del suelo comprende una gran variedad de organismos con tamaños y estrategias adaptativas diferentes, especialmente en cuanto a la movilidad y modo de alimentación, lo que determina la manera que puede influir en los procesos del suelo (Zerbino, 2005). Para algunos organismos representa la base de su vida y para otros tan solo el espacio de vida durante una parte de la misma, incluso puede limitarse para tan sólo parte de las funciones vitales (Stechauner, 2002).

Estos organismos participan activamente en el proceso de descomposición y ciclo de nutrientes, en la dinámica de la materia orgánica y en la formación de la estructura del suelo (Chocobar, 2010), por otra parte, la trama trófica del suelo 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. La microflora (bacterias, hongos y algas) ocupa el primer nivel y es el principal agente de la actividad bioquímica; está involucrada directamente en todos los procesos biológicos y afecta los procesos físicos y químicos. Por su parte la fauna interviene en los procesos edáficos de dos maneras, directamente por la modificación física de los residuos y del suelo propiamente dicho e indirectamente a través de las interacciones con la comunidad microbiana (Zerbino, 2005).

La fauna del suelo involucra organismos que de acuerdo a su tamaño se dividen en tres grupos: Macrofauna, mesofauna y microfauna (Chocobar, 2010; Socarrás y Robaina, 2011) por la finalidad del trabajo a continuación se hace hincapié en macrofauna y mesofauna.

3.5.1 Macrofauna. Organismos cuyo tamaño es superior a 1cm (Tabla 1), catalogados como los más conspicuos animales del suelo, a este grupo lo integran anélidos como las lombrices y macroartrópodos como insectos (adultos y larvas), arácnidos, hormigas, termitas, anfípodos, isópodos, babosas y caracoles, que cumplen con la función de cortar y redistribuir los residuos orgánicos en el suelo, aumentando el área y la disponibilidad del sustrato orgánico para la actividad microbiológica (IDEAM, 2001 y Chocobar, 2010).

Tabla 2. Clasificación taxonómica de los organismos integrantes de la macrofauna (Zerbino, 2005).

Filo	Clase	Sub-Clase	Orden
Annelida	Clitellata	-	Oligochaeta
Arthropoda	Arachnida	-	Araneae
	Insecta	-	Coleoptera
			Dictyoptera
			Diptera
			Hemiptera
			Hymenoptera
			Homoptera
			Isoptera
			Orthoptera
	Crustacea	-	Isopoda
Myriapoda	Chilopoda		
	Diplopoda		
Myriaphorea	-		
Nematoda	Adenophorea	-	Mermithida
Mollusca	Gastropoda	-	

Para reducir la innata complejidad de la trama trófica del suelo han sido propuestas distintas clasificaciones de grupos funcionales. Una de ellas, quizás la más útil, es la que divide a la macrofauna del suelo de acuerdo al comportamiento alimenticio. Los herbívoros se alimentan de las partes vivas de las plantas, los depredadores de animales vivos y los detritívoros de la materia orgánica no viva de origen animal y vegetal, de los microorganismos asociados, de heces de vertebrados e invertebrados, así como también de compuestos producto del metabolismo de otros organismos (Zerbino, 2005 y Brown *et al.*, 2001). La macrofauna opera en escalas de tiempo y espacio más amplias que los individuos más pequeños. La mayoría se caracteriza por tener ciclo biológico largo (un año o más), baja tasa reproductiva, movimientos lentos y poca capacidad de dispersión (Zerbino, 2005).

3.5.2 Mesofauna. De acuerdo al tamaño, se denomina mesofauna a los organismos que oscilan entre 200 μm a 1 cm, lo que conforman ácaros, colémbolos, proturos, dipluros, sínfilos, pequeños insectos, arañas y enquitreidos (Chocobar, 2010). La mesofauna, como parte de la biota edáfica, interviene en la descomposición de la materia orgánica, en la aceleración y el reciclaje de los nutrientes y en el proceso de mineralización del fósforo y el nitrógeno, factores decisivos para el mantenimiento de la productividad del suelo. Muchos de los grupos que la integran funcionan como bioindicadores de la estabilidad y la fertilidad del medio edáfico, ya que son muy sensibles a los cambios climáticos y a las perturbaciones antrópicas, lo que provoca variaciones en su densidad y diversidad (Socarrás y Robaina, 2011).

3.6 ESTUDIOS DE EDAFOFAUNA

Con respecto a la calidad del suelo existen varias investigaciones desarrolladas con comunidades edáficas, de los cuales cabe resaltar los estudios de:

Pardo *et al.* (2000) analizaron la composición y variación de la riqueza del complejo de larvas Melolonthidae, se examinó en cuatro circunstancias agroecológicas en los municipios de Caldoño y Buenos Aires, Cauca. Quincenalmente, durante un año, visitaron parcelas de media hectárea de yuca, pastizal, cafetal y bosque, en cada parcela y ocasión se realizaron 10 muestreos (1m² por 15 cm de profundidad). Se colectaron 10.261 larvas pertenecientes a 32 especies y 12 géneros de Melolonthidae, así: *Phyllophaga*, *Plectris*, *Astaena*, *Macroductylus*, *Ceraspis*, *Barybas*, *Isonychus*, *Anomala Callistethus*, *Strigoderma*, *Leucothyreus*, *Cyclocephala*. Los promedios de riqueza fueron: yuca (4.5), pastizal (3.6), café (2.1) y bosque (2.2), cada uno con grandes fluctuaciones que hicieron la diferencia.

Brown *et al.* (2001) observaron en la región de Los Tuxtlas, que el desmonte de la selva tuvo un efecto negativo en las poblaciones de los artrópodos epigeos, mientras que el implante de pastizales aumentó la biomasa de lombrices, superando inclusive la encontrada en la vegetación original. Finalmente se discute el efecto negativo de la destrucción de los ambientes naturales sobre estos organismos (desaparición de numerosas especies), se resalta la necesidad de taxónomos especializados en estos grupos de invertebrados y debido a su importancia en la agricultura, de mayor cantidad de estudios a nivel de poblaciones y comunidades.

Morales y Sarmiento (2002) caracterizaron la densidad, diversidad y estructura de la comunidad de macroinvertebrados edáficos en una sucesión secundaria en el Páramo de Gavidia (Andes venezolanos) así como su relación con la diversidad de especies vegetales. Se trabajó en parcelas de 0 años (recién cosechadas), 1 y 6 años de descanso de igual manera en parcelas de páramo nunca cultivado (PV), para un total de 16 parcelas. En cada parcela la macrofauna se colectó manualmente en 6 monolitos de suelo de 25x25x30 cm siguiendo la metodología del Tropical Soil Biology and Fertility Programe (Anderson e Ingram, 1993). Se encontró que la comunidad de macroinvertebrados edáficos está formada por 18 taxa, pertenecientes a Nematoda, Mollusca, Annelida y Arthropoda, con una densidad promedio de 407 individuos m⁻², una riqueza de 74 y una diversidad de 12 morfotipos. La perturbación agrícola produjo un efecto negativo sobre la edafofauna, reduciendo drásticamente su densidad, riqueza y diversidad, de las cuales, solo la densidad se recupera totalmente después de 6 años de descanso. Se encontraron morfotipos característicos de cada etapa sucesional y del páramo natural, que pudieran ser indicadores de calidad ambiental y/o perturbación.

Castro *et al.* (2007) desarrollan su investigación en la vereda Cruz de Amarillo, municipio de Pasto, en tres usos del terreno: praderas de *Lolium multiflorum* (Ray grass) y *Pennisetum clandestinum* (kikuyo) y un bosque secundario. El muestreo

se hizo siguiendo la metodología del Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF), cuya fauna fue recolectada manualmente y posteriormente contada y valorada su biomasa, identificando que en la pradera de *L. multiflorum* y el bosque secundario presentaron los mayores valores de abundancia de lombrices (5.648 y 4.864 individuos m⁻²), por otra parte en la pradera de *P. clandestinum* abundaron los ácaros (2.768 individuos m⁻²).

Ceballos (2007) examinó la distribución de la macrofauna en dos relictos de bosque de roble con diferente grado de intervención antrópica, se realizó un muestreo de suelos empleando la metodología del Instituto TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility Institute, Anderson e Ingram, 1993) en la cuenca del Río Palacé de Popayán, Cauca, en los meses de Julio a Septiembre de 2005. La profundidad de muestreo fue hojarasca, 0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm. Al mismo tiempo se realizaron análisis físicos y químicos de cada suelo. El grupo más abundante en ambos bosques fueron las termitas cuya abundancia se atribuye al hecho de que los individuos colectados pertenecían a nidos encontrados en los dos bosques. Además se encontró una clara relación entre la humedad del suelo y la riqueza de la macrofauna del suelo en el bosque más conservado llamado Las Guacas y en el bosque de Clarete que se consideró como el más intervenido el aumento de la riqueza se relacionó con la disponibilidad de nutrientes.

Gizzi *et al.* (2009) estudiaron la composición taxonómica y la abundancia relativa de la meso y macrofauna y de sus grupos tróficos en suelos del sudeste de la provincia de Buenos Aires analizando el efecto de los sistemas de cultivo (combinación entre sistema de labranza y rotación) y la fertilización sobre la meso y macrofauna. Se utilizaron cuatro sistemas de cultivo: LC50 (50% pastura - 50% agricultura bajo labranza convencional), SD50 (50% pastura - 50% agricultura bajo siembra directa), LC75 (25% pastura - 75% agricultura bajo labranza convencional), SD75 (25% pastura - 75% agricultura bajo siembra directa) y cuatro dosis de fertilización nitrogenada (0, 60, 120 y 180 kg de N Ha⁻¹). En la macrofauna predominaron oligoquetos megadrilos, isópodos y miriápodos y en P en ambos años los isópodos y miriápodos fueron dominantes. En el primer año, las densidades de la meso y macrofauna no mostraron diferencias significativas ($p > 0,003$) entre sistemas de cultivo, sin embargo, fueron mayores en los cultivos bajo SD. En el segundo año, las densidades fueron significativamente mayores ($p < 0,003$).

Cabrera *et al.* (2011) analizaron la composición funcional de la macrofauna del suelo en función de diferentes usos de la tierra: bosques secundarios, pastizales, áreas de cultivos varios destinadas a la producción de papa y cañaverales. En cada área la macrofauna edáfica fue recolectada en octubre, siguiendo la metodología del TSBF. El procesamiento de los datos incluyó la determinación de la densidad y la biomasa de los grupos funcionales de la macrofauna, y el análisis estadístico involucró la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Los grupos funcionales de mayor representatividad, en densidad, en la mayoría de los usos de la tierra fueron los ingenieros del suelo y/o los detritívoros, y en biomasa igualmente los detritívoros y/o los herbívoros. La proporción entre los grupos

funcionales de la macrofauna del suelo en los diferentes usos dependió de la intensidad de uso de la tierra y el nivel de perturbación del medio.

Muñoz (2011) con el objetivo de conocer la diversidad y abundancia de las especies de Melolonthidae en tres agroecosistemas y en un relicto de bosque natural y los efectos que en estos agroecosistemas ocasiona el tipo de manejo que se le da a los cultivos, se realizaron muestreos en maíz, granadilla, pastizal y bosque en el municipio de Puracé, Cauca. En cada agroecosistema se seleccionaron parcelas de una Ha y en cada parcela se marcaron 6 cuadrantes de un m² por 30 cm de profundidad. La abundancia de especies presentó variaciones estadísticamente significativas para los agroecosistemas de pastizal (P=0.021), maíz (P=0.009) y granadilla (P=0.008), estos resultados sugieren que el tipo de cobertura parece influir en la composición de especies de chisa y en su abundancia. Destacándose además el comportamiento del complejo chisa en el cultivo de maíz y en el bosque.

Para el área de estudio es importante mencionar un reporte realizado por Gallego y Muñoz (2010) donde analizan los resultados obtenidos de los muestreos de artropofauna de suelo realizados en el sector de Calvache para tres coberturas vegetales: papa, pastizal y bosque natural, dentro del programa de investigación Monitoreo Ambiental para Cambio Climático en Ecosistemas Agrícolas Altoandinos -MACACEA-, donde concluyen que los relictos de bosque estudiados están siendo perturbados principalmente por la presencia de ganado en la zona, a pesar de dichas condiciones, el presentar especies vegetales arbustivas y un ambiente de sotobosque, permiten albergar una mayor diversidad de especies que en los sistemas de cultivos estudiados no presentan, debido a las prácticas de manejo agrícola en el cultivo de papa y en el pastizal a diferencia del bosque, generan la pérdida de condiciones óptimas para el establecimiento de una gran diversidad de artropofauna que podría llegar a cumplir funciones en el equilibrio de la vida de los suelos de estos sistemas de cultivo.

Por otra parte, Pérez (2009) analizó el comportamiento y dinámica de los plaguicidas organofosforados clorpirifos y diazinón en suelos con características ándicas del humedal de Calvache, concluyendo que ambos plaguicidas y sobre todo el clorpirifos, se adsorben fuertemente en los primeros 10 cm del suelo, por lo que no lixivian en grandes cantidades a mayores profundidades. Ambos plaguicidas se registraron hasta los 30 cm de profundidad en el perfil (movilidad en columnas de suelo no disturbado) a concentraciones de 5% para clorpirifos y 7% para diazinón de la cantidad aplicada, probablemente esto ocurre porque en los primeros 10 cm se adsorbe el 80% del clorpirifos aplicado y el 60% de diazinón y las pequeñas cantidades que llegan a las diferentes profundidades del perfil, son arrastradas por el movimiento advectivo facilitado por la alta porosidad y alta conductividad hidráulica del suelo. Por lo anterior, estos plaguicidas, al quedar fuertemente adsorbidos en los primeros centímetros del suelo, tienen una pauta de disipación por lixiviación muy baja y un alto riesgo de movimiento a lugares diferentes del aplicado. Esto es causado por la escorrentía superficial, más aún porque son plaguicidas muy persistentes en estos suelos.

4. METODOLOGÍA

A continuación se plantea un diagrama donde se resume la metodología empleada en esta investigación (Figura 1).

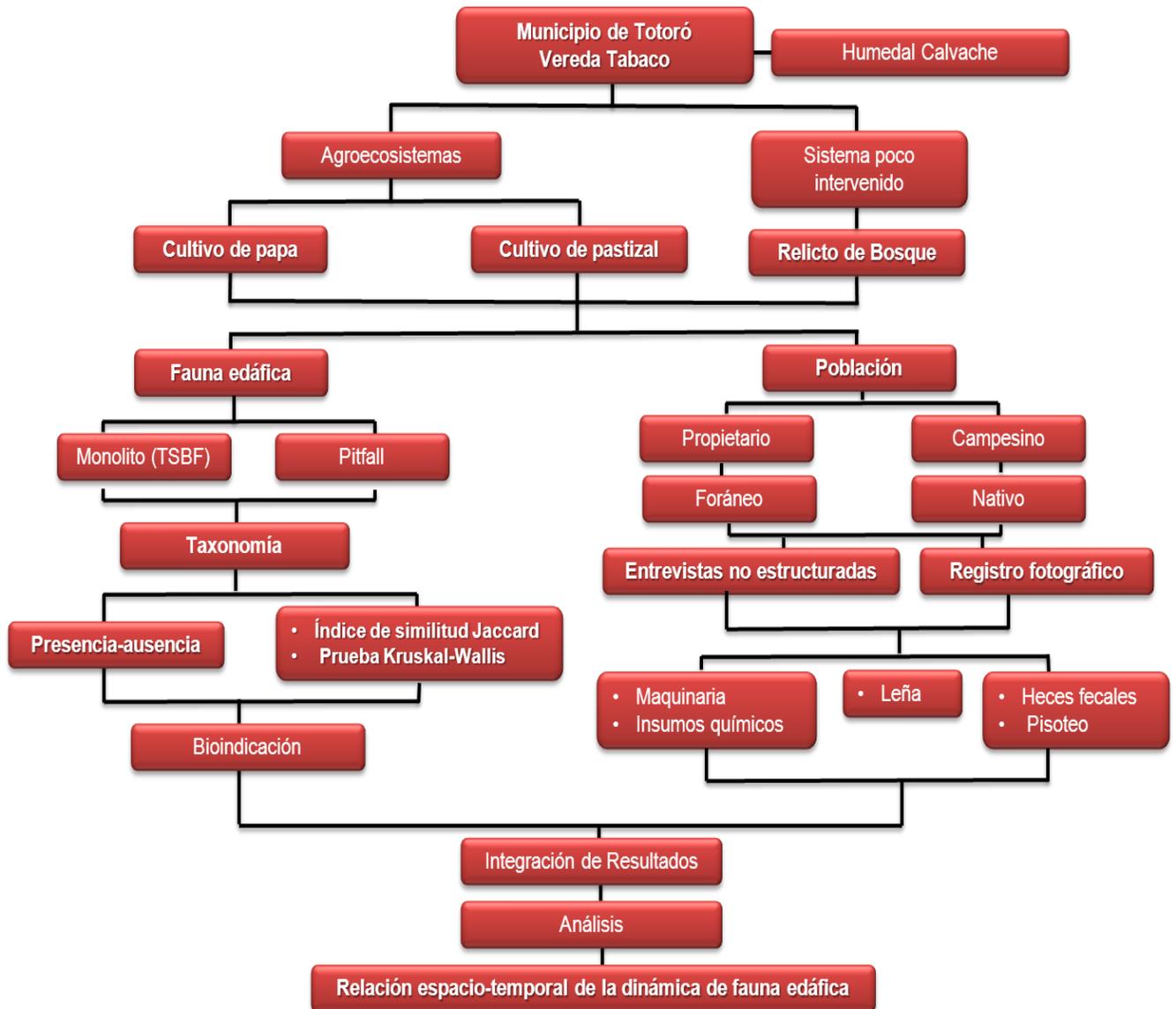


Figura 1. Diagrama metodología general de la propuesta de investigación.

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área donde se llevó a cabo la investigación está ubicada sobre la cordillera central que corresponde a la región Andina en el Departamento del Cauca, Municipio de Totoró, Corregimiento de Gabriel López y perteneciente a la Vereda Tabaco en cercanías al humedal de Calvache (Figura 1).

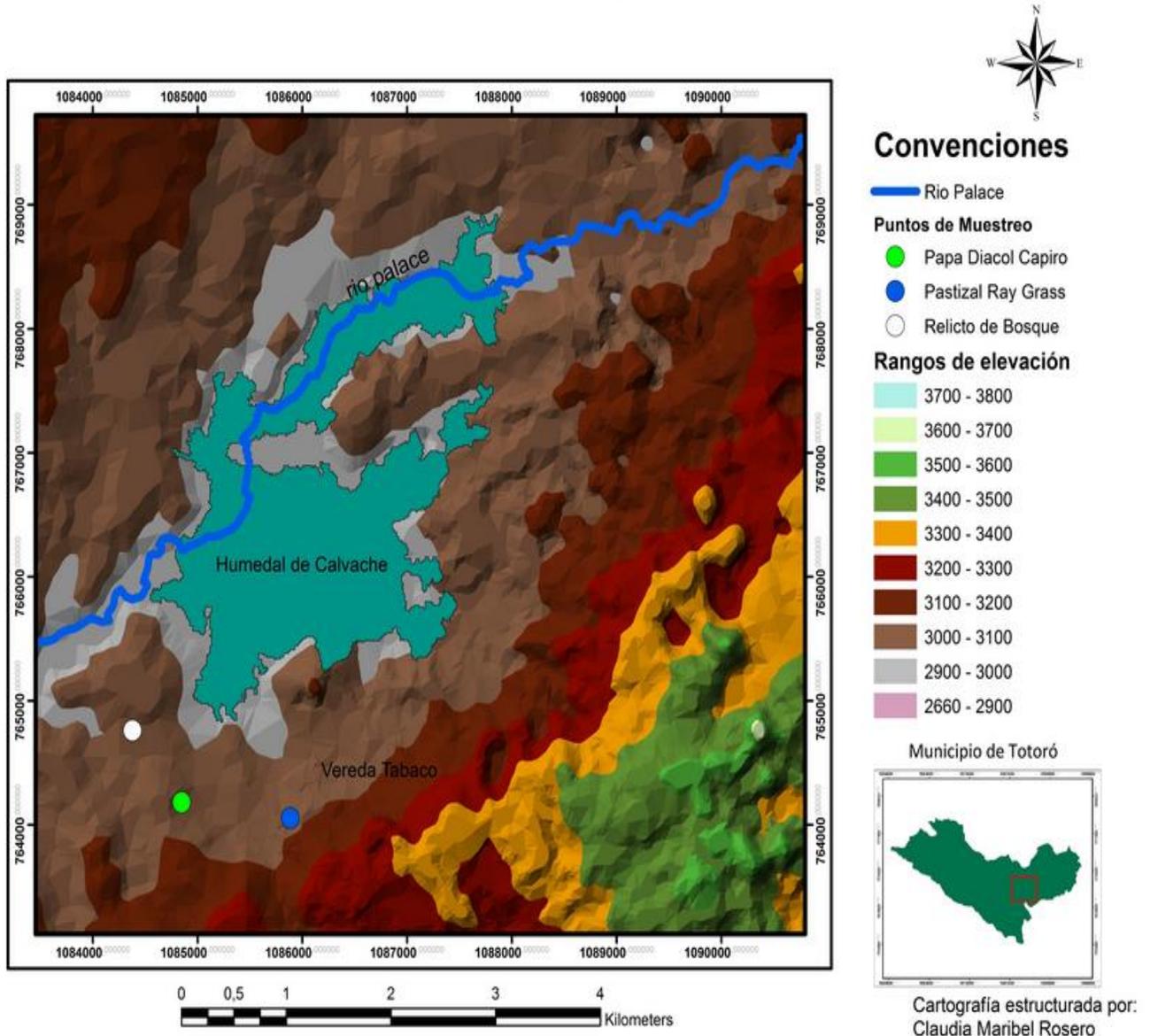


Figura 2. Localización y puntos de muestreo.

Se hace notoria la expansión de la frontera agrícola interviniendo el humedal hasta el ecosistema de páramo, debido a que su actividad económica se basa en la agricultura y la ganadería. Esta zona se caracteriza por tener una tecnificación del cultivo de papa para alta producción comercial, la cual abastece el suroccidente colombiano; así como la obtención de leche y el levante de ganado.

La producción agropecuaria se constituye en la principal actividad económica de la población, desarrollada con técnicas tradicionales y en la cual interactúan latifundio, minifundio y tierras comunales pertenecientes al resguardo indígena del municipio de Totoró (Pérez, 2009).

Presenta clima muy frío, cuya temperatura oscila entre 0° y 22° C y la precipitación oscila entre 1200 y 1800 mm anuales (Pérez, 2009). Corresponde a la zona de vida de bosque muy húmedo Montano (bmh-M) según Holdridge.

Geomorfológicamente, los suelos del sector pertenecen a las llamadas colinas inter-montañas de la cordillera central. El relieve es ondulado a fuertemente ondulado, presenta disecciones profundas, con pendientes cortas y medias, rectilíneas de 7-12-25-50%. Algunos sectores tienen relieve suavemente ondulado y otros, llegan a ser fuertemente quebrados. El material parental es ceniza volcánica que recubre diversos materiales geológicos, principalmente arenas y tobas volcánicas. Son suelos profundos a muy profundos, con frecuentes horizontes plásticos a profundidades mayores a un metro. Se caracterizan por su buen drenaje natural y ligera erosión (Muñoz, 2007 y Pérez, 2009).

La vereda Tabaco presenta suelos de Páramo Bajo Húmedo de diverso origen estructural como: Eólico volcánico, con colinas aisladas y lomeríos que moldean un paisaje variado de laderas; estructural aluvial, con valles en V, siendo estos paisajes de valles estrechos, encañonados y con pendientes fuertes; glacial, típico de la altiplanicie baja de la ciénaga y valles en U, caracterizados por planicies amplias; y volcánico erosional, con relieves colinados, de laderas y cimas suaves. Actualmente estos suelos cuentan con escasa cobertura vegetal natural, siendo los más intervenidos y utilizados para las actividades antrópicas, se les encuentra con cobertura de cultivos de papa, donde predominan los pastos regionales y mejorados con ganadería extensiva y semi extensiva (CRC, 2010).

La vegetación de esta zona es principalmente arbustiva, matorral, pastos, bosques, cultivos permanentes menores como maíz, aromáticas, mostaza, ulluco, cebolla y cultivos transitorios (POT Totoró, 2002), así como también de zonas con rastrojo o barbecho, práctica que realizan algunos agricultores para la conservación de los suelos (CRC, 2010).

4.2 DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTREO

Para la realización de este estudio, se hizo previa consulta de la información secundaria basada en el Plan de Ordenamiento y Manejo de la parte alta de la subcuenca Hidrográfica del río Palacé (POMCH, 2010) y el Plan básico de Ordenamiento territorial de Totoró (POT, 2002), posteriormente se realiza una salida preliminar de reconocimiento de la zona con el fin de determinar la distribución y ubicación de las áreas seleccionadas y tras verificar la disponibilidad de las mismas se establecen los puntos de muestreo de los agroecosistemas

(cultivo de papa y pastizal) y relicto de bosque, donde los criterios de selección más importantes fueron:

- El mismo rango altitudinal, entre 3000 a 3200 msnm.
- Inicio de los cultivos en el mismo intervalo de tiempo.
- Cercanía entre los puntos de muestreo y vías de fácil acceso.

4.3 FASE DE CAMPO

Los agroecosistemas y el relicto de bosque se encuentran ubicados en el rango altitudinal entre 3050 a 3200 msnm. Para cada sistema el área total de muestreo fue de 3200 m² divididos en 4 parcelas de 16x50 m cada una, los puntos de muestreo se encuentran ubicados en fincas privadas cuyos propietarios accedieron al desarrollo de esta investigación.

La caracterización de los sistemas de producción se realizó mediante dos tipos de muestreos correspondientes a: (1) Recolección de fauna edáfica y (2) recolección de información primaria de los usos del suelo mediante entrevistas.

Los muestreos fueron desarrollados durante los meses de febrero a noviembre del año 2012. Se realizaron 8 muestreos en cultivo de papa Diacol-capiro, (Figura 3) y 6 en pastizal Ray grass (Figura 4) en un cultivo para cada caso, que se llevaron a cabo durante un periodo de 10 meses aproximadamente siguiendo el desarrollo fenológico de los cultivos a estudiar, de igual manera se realizaron dos muestreos en bosque al iniciar el ciclo y en su etapa final, como unidad de comparación con los sistemas agrícolas.

Los puntos de muestreo en el cultivo de papa se determinaron teniendo en cuenta las prácticas que desarrollan los agricultores de la región como: preparación del suelo (arado y rastrillado de discos), utilización de agroquímicos (fertilizantes, insecticidas y fungicidas), desyerbe, brote de las hojas, madurez comercial y post-cosecha; por otra parte para el cultivo de pastizal se determinó arado, riego de la semilla, brote de las hojas, utilización de abono, madurez fisiológica y pastoreo. La diferencia del número de muestreos se debe particularmente a que el desarrollo fisiológico es más largo en el cultivo de papa Diacol capiro en comparación con Ray grass.

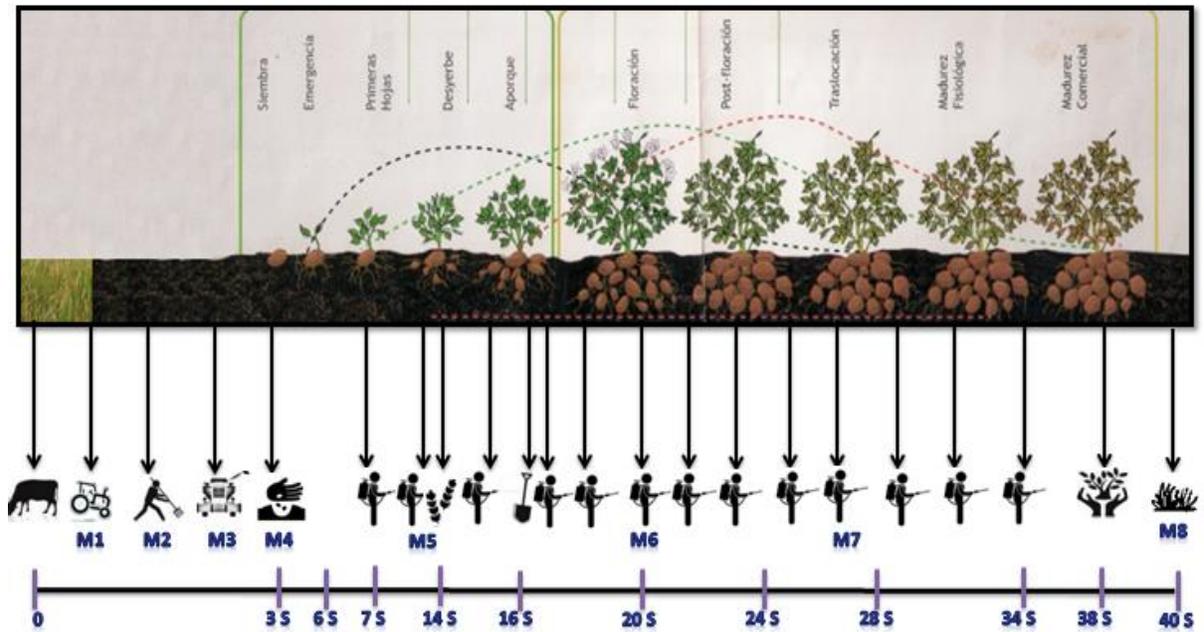


Figura 3. Puntos de muestreo teniendo en cuenta el desarrollo fenológico del cultivo de Diacol-capiro, (Donde, m= muestreo, s= semana).

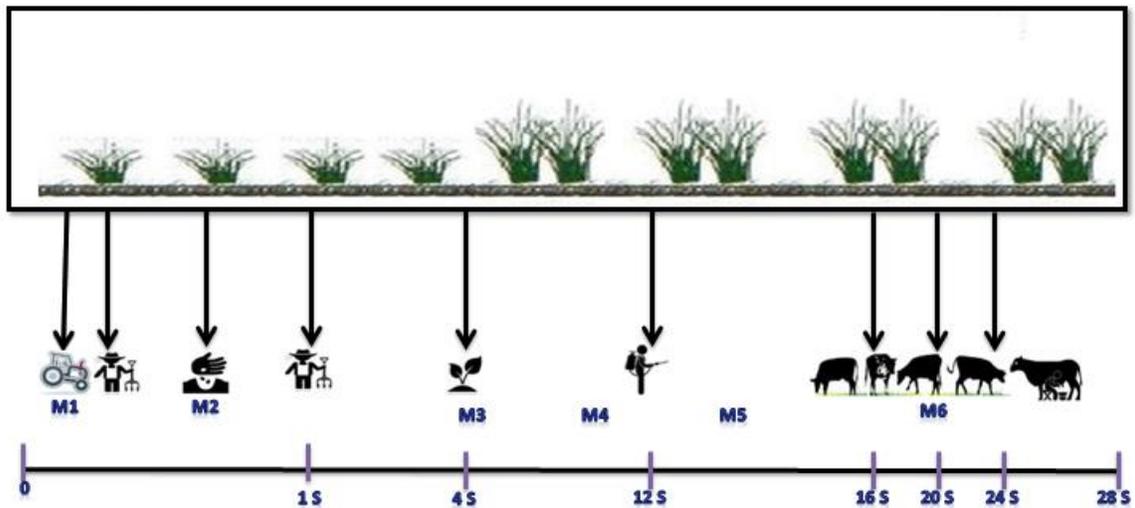


Figura 4. Punto de muestreo teniendo en cuenta el desarrollo fenológico del cultivo de Ray grass (Donde, m= muestreo, s= semana).

4.3.1 Recolección de fauna edáfica. Los muestreos de las comunidades de meso y macrofauna se basaron en el método Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF), utilizado ampliamente en ambientes tropicales (Anderson e Ingram, 1993). En la mayoría de los casos se sustrajeron de 4-6 monolitos cuadrados de 25 x 25 cm de lado por 30 de profundidad en cada cultivo (Figura 5a). El muestreo respondió a un diseño completamente aleatorio, donde la

macrofauna se recolectó manualmente in situ (Cabrera *et al.*, 2011, Castro *et al.*, 2007; Huerta *et al.*, 2008 y Morales y Sarmiento, 2002).

En adición a esto, para la recolecta de los organismos epigeos, dependiendo la disponibilidad de las labores agrícolas se utilizaron trampas pitfall entre 5-8 por cultivo (Figura 5b), que consisten en recipientes plásticos transparentes de 10 cm de diámetro de abertura superior, 9 cm de diámetro de fondo y 20 de profundidad (Camero *et al.*, 2005; Gonzales y Lozano, 2004; Iannacone y Alvariño, 2006; Marasas y Sarandón, 2001).

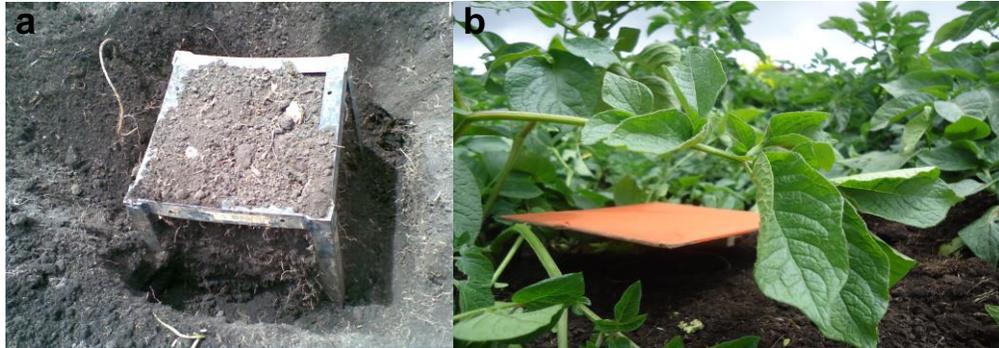


Figura 5. Métodos de captura para edafofauna. **(a)** Monolito **(b)** Trampa de caída.

4.3.2 Actividades antrópicas. Se identificaron las actividades agropecuarias mediante la observación directa y entrevistas no estructuradas a los pobladores y trabajadores del área de estudio (Anexo 1). En cada agroecosistema se realizaron además algunos registros fotográficos de las diferentes etapas fenológicas de los cultivos.

4.4 FASE DE LABORATORIO

En esta fase se analizó la meso y macrofauna recolectada en la fase de campo, para la determinación de las muestras se utilizó el estereoscopio Motic SMZ-168 con un aumento de 32X y claves taxonómicas para estos grupos de organismos (Aguilera y Casanueva, 2005; Cabellos y Benhadi, 2000; Cafferty y Provonsha, 1991; Carrera, 1973; Christiansen y Snider, 1996; Flórez, 1996; Gonzales y Carrejo, 1992; Irola, 1998; Peterson, 1960; Perrier, 1923 y Serna, 1996).

Para la preservación de la fauna recolectada, se empleó alcohol al 70% para organismos de cuerpo duro y formol al 4% para los de cuerpo blando (Darrigran *et al.*, 2007), en pequeños frascos de vidrio.

4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para la comparación y análisis de las comunidades edáficas entre los agroecosistema (cultivo de papa y pastizal) y el relicto de bosque se efectuó uno

de los índices más ampliamente utilizados en la ecología cualitativa actual, el índice de Jaccard. Este índice se basa en la relación de presencia-ausencia entre el número de especies comunes en dos áreas (o comunidades) y en el número total de organismos (Badii *et al.*, 2007) adicionalmente se calculó la prueba no paramétrica Kruskal Wallis, ya que las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas no se cumplieron para este estudio, teniendo en cuenta un nivel de significancia de $\alpha < 0.05$.

De igual manera se aplicó el índice de Jaccard para realizar la comparación entre las comunidades edáficas presentes durante el desarrollo fenológico de cada cultivo, utilizando los software Past 2.15 y SPSS 15.0.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTREO

En la vereda Tabaco en el Corregimiento de Gabriel López, se logró conocer las diferentes actividades que se desarrollan en torno al sistema productivo, las cuales se describen a continuación.

5.1.1 Agroecosistema Papa. El área de muestreo comprende un sistema de rotación entre cultivos de papa de diferentes variedades y pastizal sembrado base del sustento alimenticio para el ganado lechero del propietario, el ciclo de rote lleva aproximadamente 10 años hasta la fecha y en épocas de siembra no se tienen en cuenta las condiciones ambientales.

Para el establecimiento del cultivo de papa Diacol capiro desarrollaron las siguientes actividades:

5.1.1.1 Preparación del Terreno. Se da inicio con el levante del suelo con asistencia del tractor, este arado tiene una influencia hasta de 20 cm de profundidad. Posteriormente se usa rastrillo de discos alcanzando una profundidad de 25 cm. Estos dos procedimientos demoran entre 12 a 15 días.

Se prosigue a surcar con azadón que en la mayoría de los casos se hace en contra de la pendiente, cada surco comprende entre 90 cm (terreno plano) a 100 cm (terreno con pendiente) de ancho (Figura 6a y b) y se agrega manualmente Calfomag fertilizante que contiene fósforo de liberación lenta y calcio, azufre y magnesio hidrosolubles, aportando nutrientes para el desarrollo y producción del cultivo (Solostocks, 2013), este agroquímico se adiciona con la finalidad de corregir la acidez del suelo.

5.1.1.2 Obtención de la semilla. La semilla de papa utilizada es procedente de cosechas anteriores de la misma finca, la cual es seleccionada y almacenada en bultos en bodegas rusticas.

5.1.1.3 Siembra. Esta se realiza de forma manual al siguiente día del surcado. La distancia entre planta y planta es de 50 cm, una vez terminada la siembra la semilla es desinfectada y adicionalmente se sumó a cada surco el complejo NPK alto en fósforo conocido como fertilizante Abocol 10-30-10 (Figura 6c), altamente soluble lo que permite que sea asimilado rápidamente por las plantas, aportando niveles balanceados de nitrógeno, potasio y calcio, se adicionó un bulto respectivamente por bulto de semilla, teniendo en cuenta que fueron sembrados 160 bultos de Diacol-capiro (Figura 6d).

Para la desinfección de la semilla se adicionan agroquímicos (Tabla 3). El proceso de riego y desinfección de la semilla se demoró 3 días.

Tabla 3. Agroquímicos implementados en la desinfección de la semilla de papa.

Insumo químico	Cantidad Aplicada	Características
Carvendazim	400 cm ³ x 200L	Fungicida polivalente y sistémico es absorbido por las hojas y la raíz, con translocación acropétala en el interior de las plantas. Tiene efecto preventivo-curativo sobre un amplio rango de enfermedades fungosas, que inhibe la división celular de los hongos susceptibles puesto que impide la formación de la beta tubulina en los hongos sensibles, ésta es indispensable para la síntesis de los microtúbulos cromosómicos durante la mitosis lo que causa la detención del crecimiento micelio. Inhibe también la formación, crecimiento y desarrollo del micelio. Cuando las esporas han germinado detiene el desarrollo del tubo germinativo lo que provoca irregularidades en la división celular que finalmente ocasionan la muerte del hongo (Agristar, 2013).
Mertect	300 cm ³ x 200L	Fungicida altamente sistémico con propiedades preventivas y curativas. Actúa inhibiendo la división celular de los patógenos. Es rápidamente absorbido y traslocado dentro de la planta, por lo que no es fácilmente lavable por las lluvias, llega directamente a los sitios donde está ocurriendo la infección, impidiendo que las enfermedades causen daños al cultivo (Solostocks, 2013).
Engeo	200 cm ³ x 200L	Insecticida neurotóxico de uso foliar de amplio espectro de acción, especialmente indicado para el control de larvas y adultos de insectos masticadores, picadores-chupadores y chupadores como polillas, cuncunillas, pulgones, mosquitas blancas y otros. Además, evita la eclosión de huevos por contacto directo con el pulverizado (Syngenta, 2013).
Cipermetrina	200 cm ³ x 200L	Insecticida-acaricida, actúa como una neurotóxica de acción rápida en los insectos. Este plaguicida es biodegradado en condiciones aerobias y su vida media en un suelo fértil típico varía de 2 a 4 semanas (con un intervalo de 4 días a 8 semanas), sin embargo en ausencia de oxígeno (anaerobiosis) este período se prolonga (Bravoag, 2013).
Curacron	400 cm ³ x 200L	Insecticida organofosforado con acción acaricida y amplio espectro de control; posee acción translaminar y su efecto es por contacto, provocando la inhibición de la actividad enzimática de la colinesterasa, bloqueo que provoca la permanencia del sistema nervioso en estado de excitación constante, lo que lleva a la muerte a los insectos y ácaros. Posee efecto ovicida sobre posturas de lepidópteros por contacto directo de la aspersión (McGregor, 2013).
Fertigro	1 ½ L x 200L	Proporciona parte del Nitrógeno y todo el fósforo que requiere un cultivo. Contiene ácidos orgánicos que puedan ayudar a la planta a asimilar mejor algunos nutrientes presentes o adicionados al suelo de esta manera es utilizado para desestresar la raíz (Campro, 2013).
Biosol	2Kg x 200L	Abono líquido producido a partir de la fermentación de desechos orgánicos que posee hormonas de crecimiento vegetal, por lo que aplicado a las plantas estimula su crecimiento y desarrollo utilizado principalmente para desestresar la planta (Homa, 2013).

5.1.1.4 Mantenimiento del cultivo. Una vez establecido el cultivo se inician las labores de mantenimiento como es el desyerbe, llevada a cabo después la hoja brota (a los 26 días de la siembra) (Figura 6e) y dos meses más tarde con ayuda del azadón se realiza el aporque o eliminación de maleza que puede afectar al

cultivo por la competencia de absorción de nutrientes y de igual manera para acumular gran cantidad de tierra alrededor de la planta, facilitando el engrosamiento de los tubérculos.

5.1.1.5 Sistema de Riego. No se utiliza, dependen exclusivamente de las aguas lluvias y la retención de humedad del suelo.

5.1.1.6 Fertilización foliar. Los fertilizantes más usados fueron Isobión y Abocol 10-30-10 aplicados en 5 y 6 dosis de 300 cm³ x 200L respectivamente (Figura 6f).

5.1.1.7 Control de plagas. El control de plagas y enfermedades se hace mediante la aplicación de fungicidas (Dacomil, Revus, Ridomil Gold y Cursate) e insecticidas (Nurelle, Cipermetrina, Engeo y Coragen) (Tabla 4). Desde el día de brote de la hoja se realizaron 11 fumigadas constatadas por mezclas de diferentes insumos, para esto se tuvieron en cuenta las precipitaciones del lugar (Figura 6g y h).

Tabla 4. Agroquímicos implementados para la fumigación de la papa.

Insumo químico	Cantidad Aplicada	Dosis	Características
Dacomil	200 cm ³ x 200L	11	Fungicida con acción de contacto y efecto protector. Al no ser sistémico, requiere una excelente cobertura del vegetal. Inhibe la respiración de las células del hongo, esto ocurre mediante un enlace de las moléculas de clorotalonil con los aminoácidos que contienen grupos sulfidrilos (Syngenta, 2013).
Revus	200 cm ³ x 200L	11	Fungicida de contacto, translaminar, para el control preventivo de hongos de la clase Oomicetes como Tizón tardío en papa y altamente activo sobre la germinación de las esporas (Syngenta, 2013).
Ridomil Gold	300 cm ³ x 200L	11	Fungicida sistémico que es absorbido a través de las hojas, tallos y raíces, inhibe el crecimiento micelial en el interior de la planta e impide la esporulación (Syngenta, 2013).
Cursate	bolsa x 200L	11	Combina en forma única varios modos de acción sobre el metabolismo de los hongos al estar constituido por una acetamida (cymoxanil) y por un ditiocarbamato (mancozeb), lo cual lo hace efectivo contra cepas de hongos resistentes a las fenilamidas y le confiere una marcada acción antiesporulante (DuPont, 2013).
Nurelle	200 cm ³ x 200L	5	Insecticida piretroide, concentrado emulsionable, de amplio espectro de acción recomendado para el control de lepidópteros como gusanos belloteros (<i>Heliothis spp.</i>) (Agrosiences, 2013).
Cipermetrina	200 cm ³ x 200L	5	Insecticida-acaricida (Tabla 3).
Engeo	300 cm ³ x 200L	6	Insecticida neurotóxico (Tabla 3).

Coragen	100 cm ³ x 200L	6	Este insecticida actúa como agonista (activador) de los receptores de rianodina de los insectos, afectando el proceso de contracción muscular. Los individuos afectados presentan letargia, rápidamente dejan de comer y mueren en el transcurso de 1 a 3 días (DuPont, 2013).
----------------	-------------------------------	---	--

5.1.1.8 Cosecha. En toda el área cultivada alcanzaron a sembrar 160 bultos de semilla de las cuales en la cosecha que se realizó de forma manual a mediados de octubre se obtuvieron 4.850 bultos con ayuda de 15 a 20 trabajadores (Figura 6i y j).

5.1.1.9 Post-cosecha. Después de la cosecha el suelo fue regado por pasto pasto Kikuyo destinado al aprovechamiento del ganado



Figura 6. Agroecosistema de papa Diacol capiro. **(a)** Preparación del suelo mediante azadón **(b)** Suelo surcado **(c)** Desinfección de la semilla de papa Diacol capiro y aplicación del abono 10-30-10 **(d)** Finalización del proceso de siembra **(e)** Brote de las primeras hojas de la planta **(f)** Primera fertilización del cultivo de papa **(g)** Desarrollo del cultivo a los 5 meses aproximadamente **(h)** Control de plagas **(i)** Floración de la panta **(j)** Tubérculo producto final de la cosecha.

5.1.2 Agroecosistema Pastizal. Anteriormente el cultivo constaba de pasto Kikuyo que creció rudimentariamente. Para el desarrollo del cultivo de Ray grass se realizaron las siguientes actividades:

5.1.2.1 Preparación del Terreno. El arado se hace mediante tracción mecánica alcanzando una profundidad de 25 cm de penetración en el suelo (Figura 7a).

5.1.2.2 Obtención de la semilla y siembra. Seguido al arado se rastrilló 8 días después y se riega manualmente o con dispersor 15 bultos de semilla comercial Premium foraje blend Tetrablend 260, posteriormente con el rastrillo se remueve nuevamente el suelo para que las semillas sean cubiertas (Figura 7b y c).

5.1.2.3 Fertilización. Al mes de la siembra brotaron las primeras hojas de Ray grass (Figura 7d) y a los tres meses se adicionó 8 bultos de Complex, abono foliar con micronutrientes que aporta aminoácidos y boro, esenciales para el desarrollo del cultivo (Agroterra, 2013).

5.1.2.4 Cortes. Cada pastoreo lo realizaron 30 vacas Normandas en 8 días (Figura 7e). En este sistema se realizaron 3 cortes: el primer corte a los 4 meses, el segundo a los 5 meses y el tercer a los 6 meses, respectivamente.

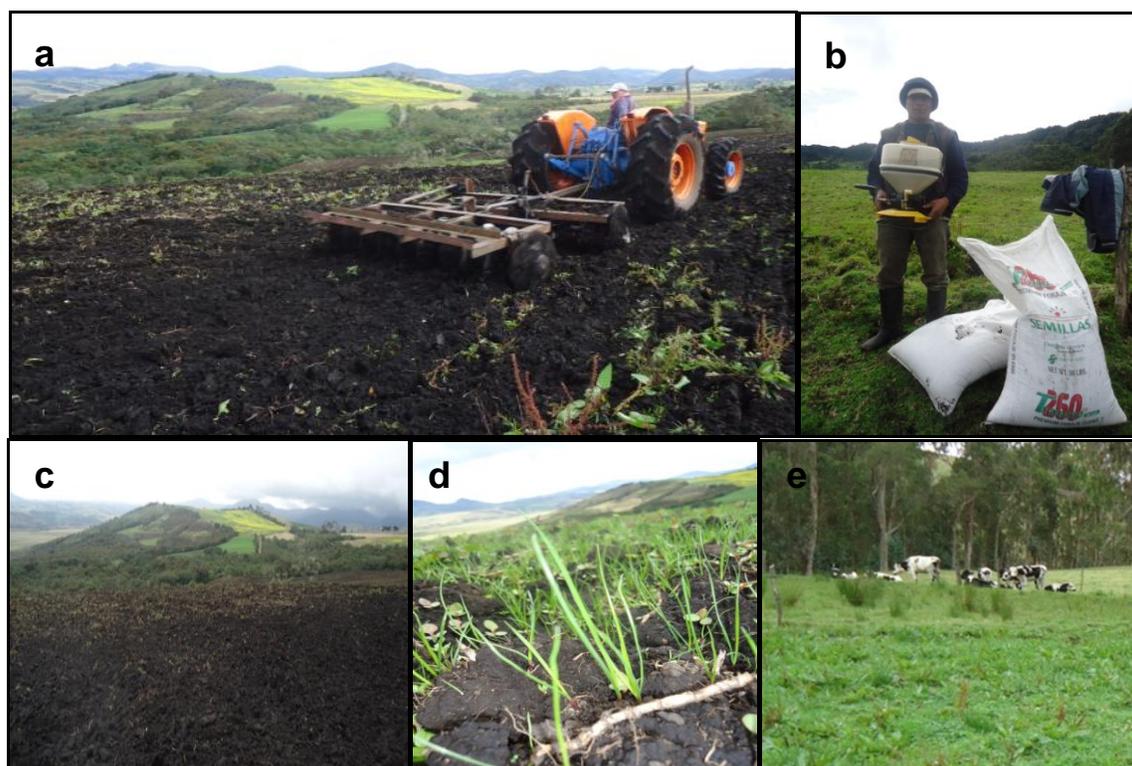


Figura 7. Agroecosistema de Ray grass. **(a)** Preparación del suelo con tractor **(b)** Dispensión de la semilla con ayuda del dispersor **(c)** Suelo sembrado **(d)** Crecimiento de la plántula **(e)** Corte del ganado Normando en pastizales cultivados.

5.1.3 Relicto de bosque. Consta de una reducida área en continuidad a la laguna de Calvache y rodeado de una matriz de cultivos de papa y pastizal, es utilizado por la población aledaña para el abastecimiento de leña. Las familias más representativas que se encontraron fueron: Asteraceae, Bromeliaceae, Cunoniaceae, Ericaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Myrsinaceae, Solanaceae, entre otras (Figura 8).



Figura 8. (a) y (b) Vegetación presente en el relicto de bosque

5.2 FAUNA EDÁFICA RECOLECTADA EN EL AREA DE ESTUDIO

Del total de organismos muestreados el 45.23% corresponde a los sistemas agrícolas, en comparación con el relicto de bosque que toma un valor superior de 54.77% (Tabla 5), este porcentaje se ve influenciado directamente por la presencia de laboreo mecánico e insumos químicos, así como lo justifica Cerón y García (2008) donde las perturbaciones en las condiciones naturales debidas a la actividad antrópica provoca cambios en la biomasa, densidad, diversidad y riqueza de morfotipos.

Tabla 5. Organismos más representativos para cada zona de muestreo.

Zona de muestreo	Ubicación	% de individuos por zonas	% de taxones más representativos
Papa Diacol Capiro	N: 02°28'38.04" W: 76°19'05.5"	981 (25.21%)	Hypogastruridae 26.4%
			Sminthuridae 15.4%
			Onychiuridae 13.8%
			Isotomidae 7.85%
			Cyclorrhapha 6.42%
Pastizal Ray grass	N: 02°28'04.8" W: 076°18'28.9"	779 (20.02%)	Hypogastruridae 25.7%
			Isotomidae 12.3%
			Haplotaixidae 10.4%
			Cyclorrhapha 7.96%
			Onychiuridae 7.18%

Relicto de Bosque	N: 02°27'42.7" W: 076°18'26.6"	2.136 (54.77%)	Haplotaxidae	15.4%
			Polydesmidae	7.07%
			Entomobryidae	6.74%
			Isotomidae	6.51%
			Spirobolidae	5.80%

El número total de individuos recolectados para los tres sistemas fue 3.896, siendo el Phylum Arthropoda el más abundante con un porcentaje superior del 80%.

Los organismos encontrados en el cultivo de papa *Diacol capiro* están distribuidos en tres Phylla: Mollusca, Annelida y Arthropoda, de igual forma sucede para el cultivo de pastizal Ray grass. Los individuos recolectados en bosque, se distribuyen en cuatro Phylla: Platyhelminthes, Mollusca, Annelida y Arthropoda (Figura 9).

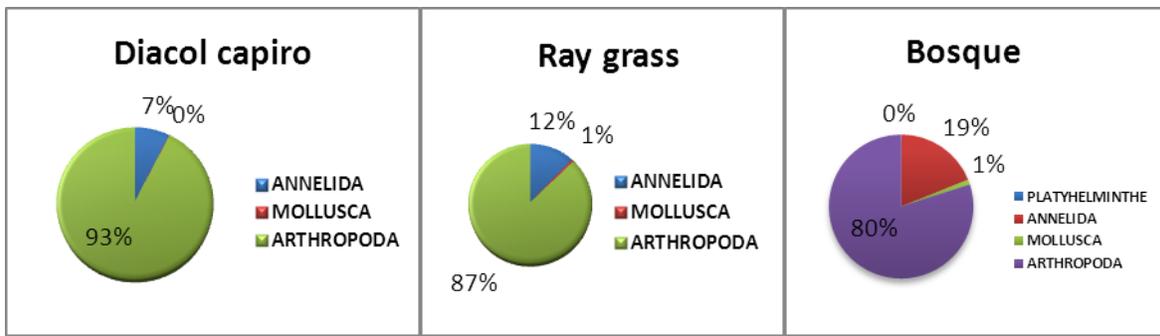


Figura 9. Distribución de los individuos y los porcentajes por Phylla en cada zona de muestreo.

Tanto en el cultivo de papa como en pastizal se recolectaron organismos pertenecientes a 11 órdenes iguales, adicional a estos en *Diacol capiro* se encontró el orden Polydesmida, presente con un solo ejemplar probablemente asociado a la cercanía del bosque (Figura 10).

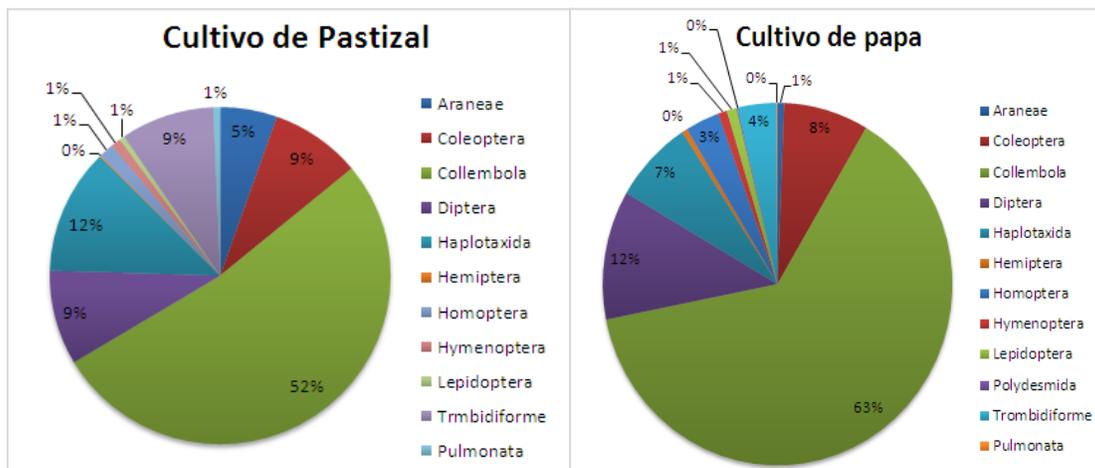


Figura 10. Distribución porcentual de los órdenes del Phylum Arthropoda en el cultivo de papa *Diacol capiro* y Ray grass.

5.2.1 Fauna edáfica recolectada durante el desarrollo fenológico del cultivo de papa Diacol capiro.

Tras la implementación del cultivo de papa Diacol capiro (Tabla 6), en los muestreos realizados se recolectaron 981 individuos siendo este el segundo sistema con mayor número de organismos, distribuidos en 12 órdenes, pertenecientes a 29 familias y 8 morfoespecies. Las familias con mayor número de organismos corresponden al orden Collembola: Hypogastruridae, Sminthuridae y Onychiuridae encontrándose desde el mantillo hasta los 30 cm de profundidad, en contraste los organismos de menor presencia pertenecen a los órdenes Pulmonata, Polydesmida y Hemiptera respectivamente (Figura 11).

Tabla 6. Meso y macrofauna recolectada en el cultivo Diacol capiro.

PHILUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Inicial	Arado	Rastrillado	Siembra	1ª Fumigación	5ª Fumigación	9ª Fumigación	Postcosecha	Total individuos		
ANNELIDA	CLITELLATA	Haplotaxida	Haplotaxidae	11	8			5	1		19	44		
			Naidinae	11		2	1	3		11	1	29		
MOLLUSCA	GASTROPODA	Pulmonata	Pulmonata sp		1							1		
ARTHROPODA	ENTOGNATHA	Collembola	Hypogastruridae		1			4		254			259	
			Isotomidae	17	8		3	8	6	19	16	77		
			Onychiuridae	12	4	25	11	64		15	4	135		
			Sminthuridae		9			28	8	95	11	151		
	INSECTA	Hemiptera		Cicadellidae	1				2				3	
				Pachygronhidae			2						2	
		Homoptera		Aphididae		4	5			3		19		31
												4	4	
		Lepidoptera		Gelichiidae									4	4
					Phalaenidae			1			1			2
					Pyralidae	1	1					1		3
		Diptera		Anisopodidae								1		1
					Chironomidae			1				16		17
					Culicidae						6	1	3	10
					Cyclorrhapha sp	6		2	2		21	16	16	63
					Tipulidae					2	4	4		10
					Trichoceridae						1	11		12
		Hymenoptera		Cynipoidea								1		1
					Formicidae							2		2
					Microhymenoptera sp					5				5
Coleoptera		Carabidae		9	6	7		3	3	5		33		
			Curculionidae					2		1	1	4		

			Dytiscidae		1						1	
			Melolonthidae							1	1	
			Ptiliidae	2							2	
			Scarabaeidae				1				1	
			Scolytidae	4	1	2	1	9	2	1	3	23
			Staphylinidae		1				2	9		12
	DIPLOPODA	Polydesmida	Polydesmidae		1							1
	ARACHNIDA	Araneae	Araneomorphae sp	1				1	1			3
Mygalomorphae sp							2				1	3
Trombidiforme		Prostigmata sp1	1		1	1	6	1	10	9	29	
		Prostigmata sp4			1					1		2
		Prostigmata sp6		1								1
		Trombidiidae		3								3
Total general				83	48	44	19	148	57	493	89	981

Cultivo de papa Diacol Capiro

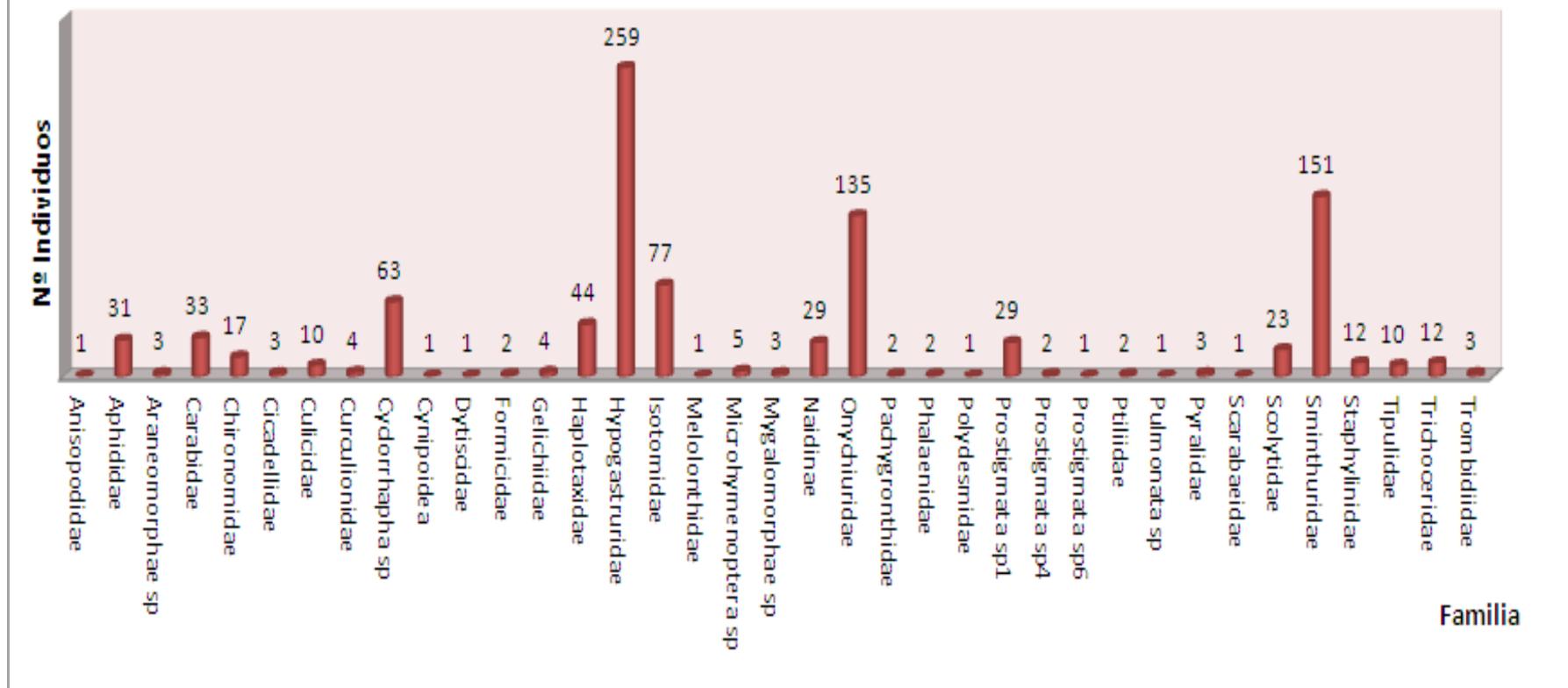


Figura 11. Familias encontradas durante el desarrollo fenológico del cultivo de papa Diacol capiro.

En la Figura 12 se puede observar la dinámica de la fauna edáfica en el cultivo de papa *Diacol capiro*, donde el mayor número de organismos recolectados tras la novena fumigación representa al orden Collembola, estos organismos fueron encontrados en el estrato de 20-30 cm, debido a la protección que buscan a mayor profundidad ante la continua intervención química en el horizonte superficial del suelo.

Pérez, 2009 en su investigación desarrollada en la zona de estudio concluyó que los insumos organofosforados aplicados en los cultivos se adsorben fuertemente en los primeros 10 cm del suelo, por lo que no lixivian en grandes cantidades a mayores profundidades, estos plaguicidas se registraron hasta los 30 cm de profundidad en el perfil (movilidad en columnas de suelo no disturbado) a concentraciones de 5% para clorpirifos y 7% para diazinón de la cantidad aplicada, probablemente esto ocurre porque en los primeros 10 cm se adsorbe el 80% del clorpirifos aplicado y el 60% de diazinón y las pequeñas cantidades que llegan a las diferentes profundidades del perfil, son arrastradas por el movimiento advectivo facilitado por la alta porosidad y alta conductividad hidráulica del suelo. Por lo anterior, estos plaguicidas a profundidades entre 20-30 cm sus concentraciones son menores minimizando su efecto tóxico tolerable para las familias Hypogastruridae e Isotomidae del orden Collembola.

Por otra parte el orden Díptera hace su aparición tras la floración de la planta, más sin embargo son afectados por las últimas fumigaciones del cultivo.

Debido a la remoción de la capa vegetal del suelo, se ocasiona la pérdida de humedad del mismo e incorporación de los insumos sintéticos afectando directamente los capilares corporales de individuos pertenecientes a Pulmonata y Haplotaxidae, por dicha razón resultan escasos en este cultivo.

Dentro del Orden Coleóptera, depredadores como los pertenecientes a la familia Carabidae se alimentan principalmente de huevos, larvas y adultos de Collembola, Diptera, otros Coleoptera, Homoptera (Aphididae), Oligochaeta y otras presas (Mitchell, 1963; citado por Zerbino *et al.*, 2008 y Cabrera *et al.*, 2011) se puede inferir que aunque no representan a los grupos más numerosos, su presencia se debe a la gran disponibilidad de alimento principalmente de Collembola y Aphididae en el sitio de muestreo.

De igual manera, Staphylinidae es de las familias de Coleoptera más numerosas en la parte inicial del sistema puesto que encuentra a disposición ciertos insectos y ácaros, incluso algunos se pueden alimentar de hongos o de materia vegetal en descomposición.

Individuos pertenecientes a Homoptera (Aphididae), Coleoptera (Curculionidae, Melolonthidae, Scarabidae), Lepidoptera (Gelechiidae) y Prostigmata (Acari), al ser considerados plagas de la papa, se adicionan insumos específicos para su exterminación, por tanto tras las fumigaciones su presencia es muy reducida.

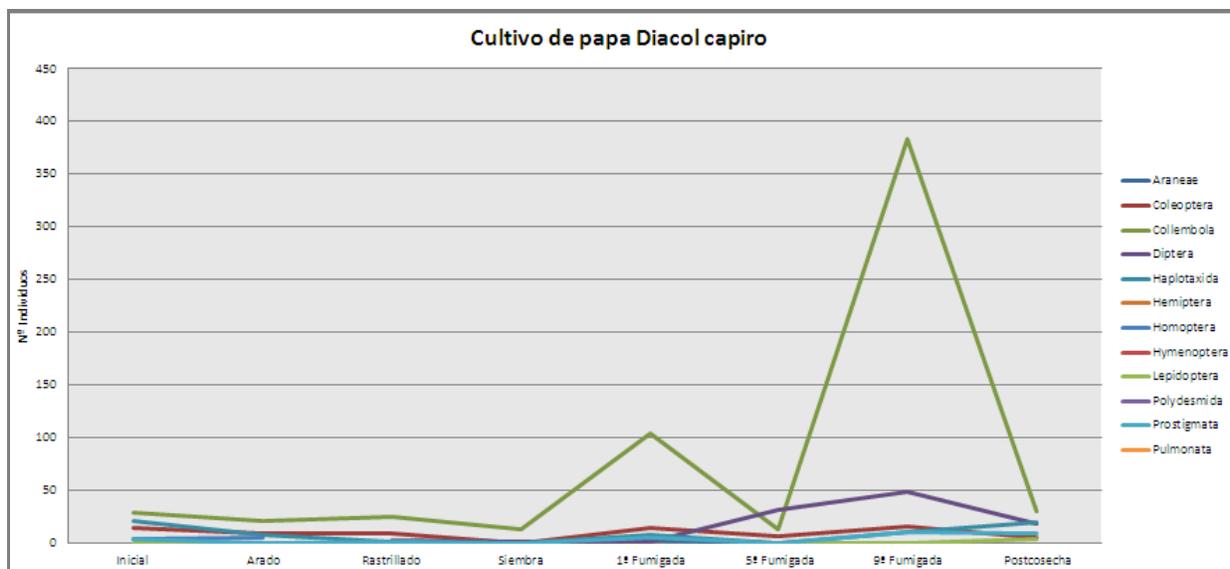


Figura 12. Dinámica de la fauna edáfica en el desarrollo del cultivo de papa Diacol-capiro.

Por otra parte, se presenta una efectividad similar correspondiente al 40% entre la trampa de caída y monolito de 20-30 cm de profundidad para el cultivo de papa Diacol capiro durante el periodo de muestreo (Figura 13).

Se debe tener en cuenta que con la trampa pitfall o de caída son recolectados organismos que no presentan una relación directa con el suelo ya que principalmente son atraídos por la floración de las plantas o por las heces del ganado, puesto que el cultivo se encuentra enmarcado en una matriz de sistemas pastoriles como de bosque, de esta manera toma mayor importancia la metodología TSBF, puesto que a mayor profundidad, mayor protección ante la amenaza química.

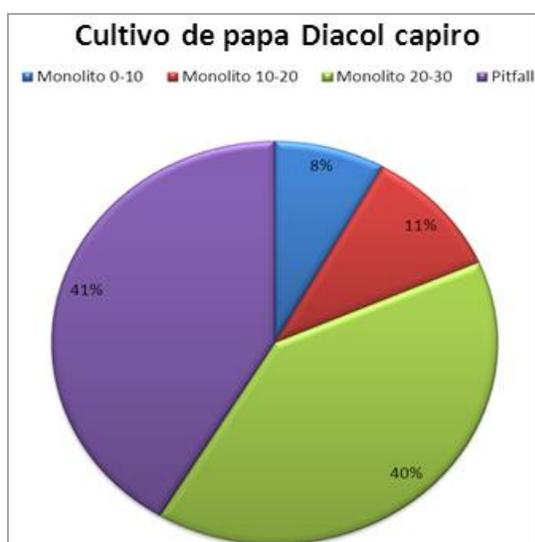


Figura 13. Efectividad de los métodos de muestreo efectuados en el cultivo de papa Diacol-capiro.

5.2.2 Fauna edáfica recolectada durante el desarrollo fenológico del cultivo Ray grass.

En el muestreo realizado en el cultivo de pastizal Ray grass se recolectaron 779 organismos (Tabla 7), siendo este agroecosistema el de menor número, distribuidos en 11 órdenes, pertenecientes a 24 familias y 11 morfoespecies. El orden Collembola presenta las familias con mayor número de organismos Hypogastruridae e Isotomidae, seguido de Haplotoxidae. En un menor número de individuos se evidencia familias de los órdenes Coleóptera, Lepidóptera y Pulmonata (Figura 14).

Tabla 7. Meso y macrofauna recolectada en el cultivo de pastizal Ray grass.

PHILUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Arado	Siembra	Brote foliar	Antes Fumigación	Maduración fisiológica	Post-corte	Total general
ANNELIDA	CLITELLATA	Haplotoxida	Haplotoxidae	11	14	2	23	8	23	81
			Naidinae				13			13
MOLLUSCA	GASTROPODA	Pulmonata	Pulmonata sp	2	2	1				5
ARTHROPODA	ENTOGNATHA	Collembola	Hypogastruridae		123	3	44	18	12	200
			Isotomidae		9	1	14	15	57	96
			Onychiuridae				30		26	56
			Sminthuridae	8	11	1	19		17	56
	INSECTA	Hemiptera	Cicadellidae		1					1
			Homoptera	Aphididae		2	2	2	1	4
		Lepidoptera	Lepidoptera sp					2		2
			Phalaenidae					2		2
		Diptera	Chironomidae					1		1
			Cyclorrhapha sp	25	5	1	1	1	29	62
			Syrphidae		2					2
			Tipulidae				1	2	2	5
			Trichoceridae		1					1
		Hymenoptera	Braconidae		1			2		3
			Formicidae			1				1
			Microhymenoptera sp	2						2
			Sphecidae						1	1
Coleoptera	Carabidae	9	5	1	7		7	29		

		Chrysomelidae	3						3	
		Melolonthidae						1	1	
		Scarabaeidae	6	3		2	6	9	26	
		Scolytidae				2			2	
		Staphylinidae			1	2			3	
		Tenebrionidae						3	3	
	ARACHNIDA	Trombidiforme	Prostigmata sp1	18			1	7	12	38
Prostigmata sp3			3		2	1		2	8	
Prostigmata sp4				1			1		2	
Prostigmata sp5				2					2	
Prostigmata sp6							12		12	
Trombidiidae								7	7	
Araneae		Araneomorphae sp	14	1		7	3	4	29	
		Mygalomorphae sp	2				9	2	13	
Total general			103	183	16	169	90	218	779	

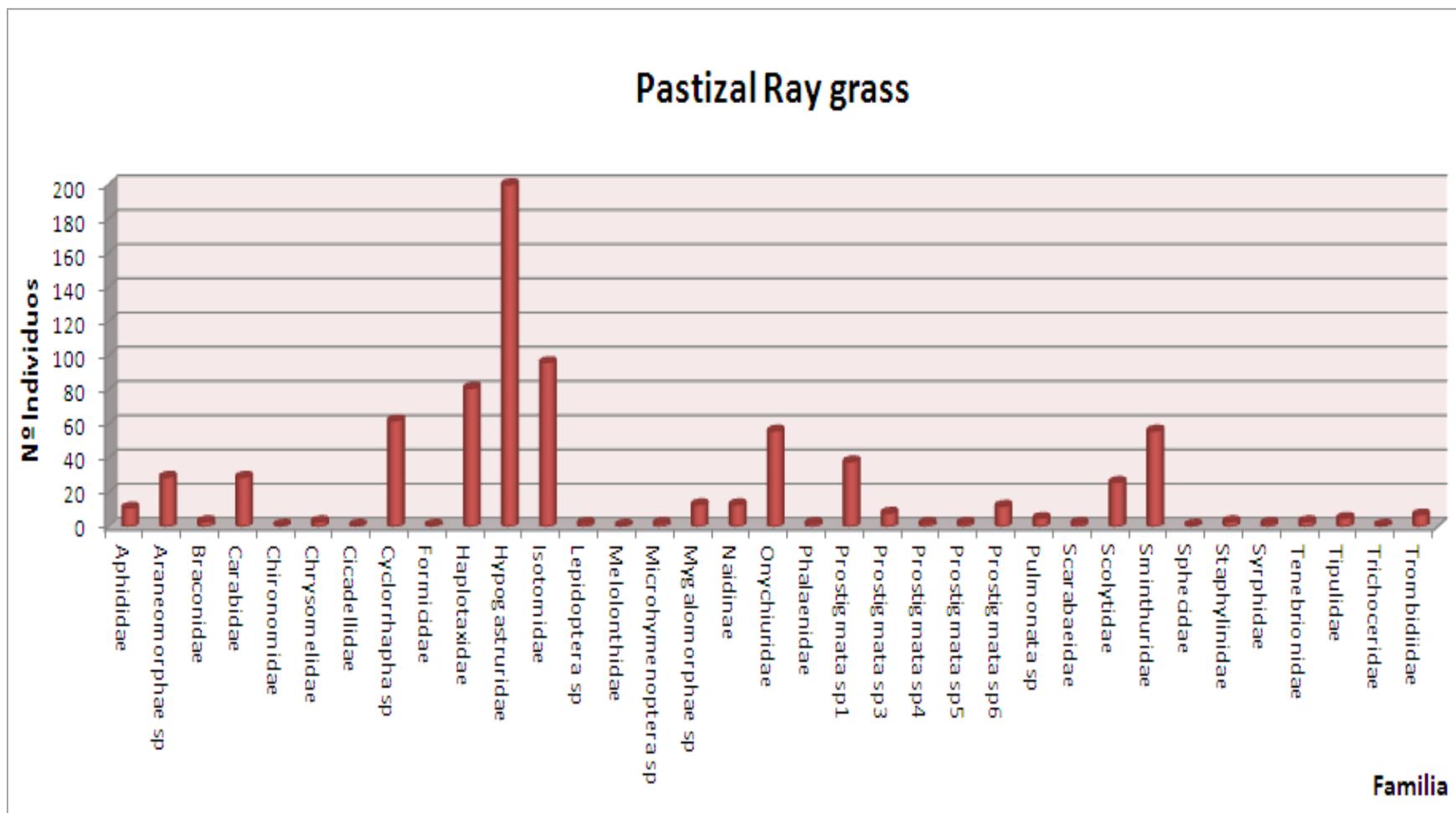


Figura 14. Familias encontradas durante el desarrollo fenológico del cultivo pastizal Ray grass.

En comparación con el cultivo de papa, el sistema de pastizal (Figura 15) presenta a Collembola en el perfil superficial del suelo como el orden más representativo, debido principalmente a la disposición de alimento puesto a que con anterioridad ya se había establecido un pastizal que creció de manera rudimentaria, lo que infiere una dinámica preliminar, que favorece la presencia de microorganismos, bacterias y hongos, su principal fuente de alimento.

Por otra parte, la presencia de familias de dípteros asociados más no directamente relacionados con la dinámica del suelo son atraídos en los últimos meses del muestreo donde ya las vacas han hecho el respectivo pastoreo por tanto han dejado las excretas; de este modo Zerbino, 2005 afirma que la mayoría de las larvas de Díptera que habitan en el suelo son saprófagas y están asociadas con acumulaciones de materia orgánica y de excrementos, confirmando el incremento de dípteros en el cultivo.

Zerbino et al. (2008) encontraron que los depredadores presentan una mayor riqueza y abundancia en los sistemas de cultivos continuos, y Araneae es uno de los taxones fundamentales; ello coincide, en parte, con los resultados del presente trabajo, cuyos organismos de este orden ascienden en número tras la maduración fisiológica de las plantas.

El orden Coleoptera se puede evidenciar en menor número de individuos, pero constantes a lo largo del desarrollo del cultivo, tanto depredadores como Carabidae y larvas de Scarabaeidae al ser herbívoros de raíces, pudieron beneficiarse debido a la disponibilidad del recurso alimentario por la gran cantidad de Collembolos y Acari en el caso de Carabidae y la mayor densidad de raíces que presenta este cultivo de gramíneas beneficiando a Scarabaeidae.

Haplontidae, de igual manera aunque en menor proporción se presenta en el transcurso del cultivo, se ve afectada en sus funciones fisiológicas tras la fumigación, ocurre lo mismo con Pulmonata al implementarse la acción mecánica.

Individuos fitófagos, hematófagos y depredadores de los órdenes como Hemiptera y Homoptera presentan escasos individuos en el cultivo de pastizal, ya que al no presentar estas plantas complejos conductos vasculares y con excepción de presentar excretas, son poco frecuentados por dípteros presas predilectas de su dieta, debido a la falta de suministro alimenticio que ellos demandan.

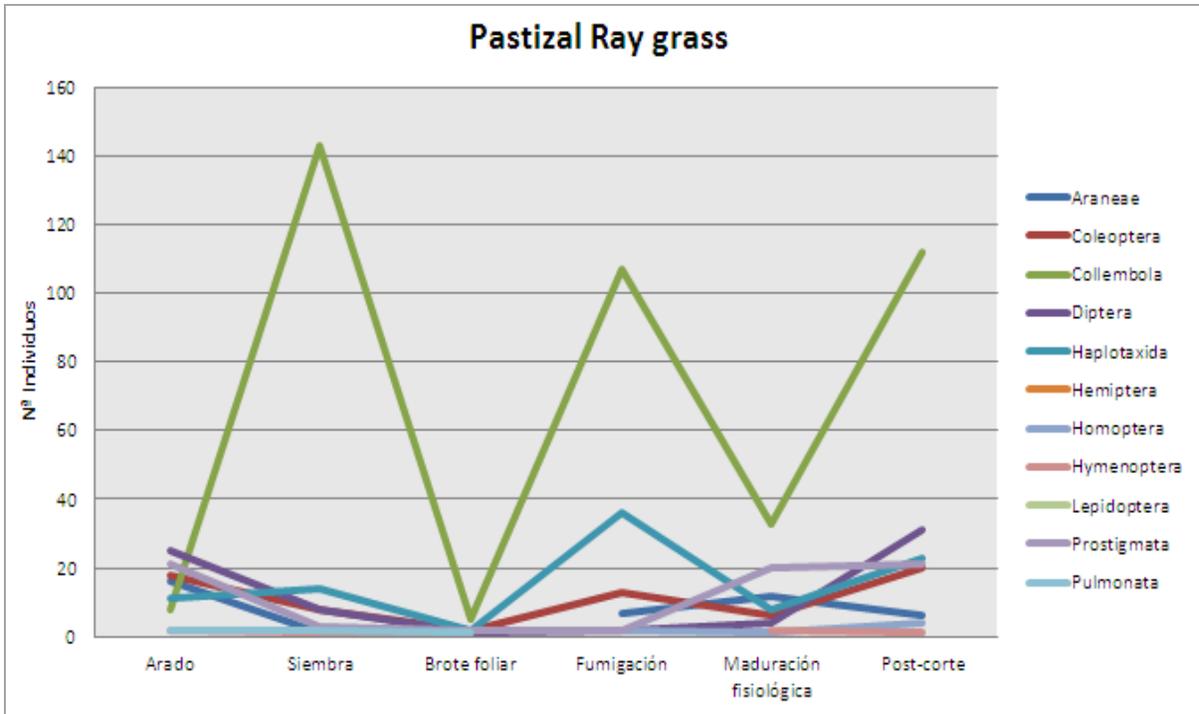


Figura 15. Dinámica de la fauna edáfica en el desarrollo del cultivo de pastizal Ray grass.

Como se puede apreciar en la Figura 16, la mayoría de organismos fueron recolectados con la trampa pitfall con un porcentaje del 67% correspondiente a dípteros y colémbolos en mayor proporción.

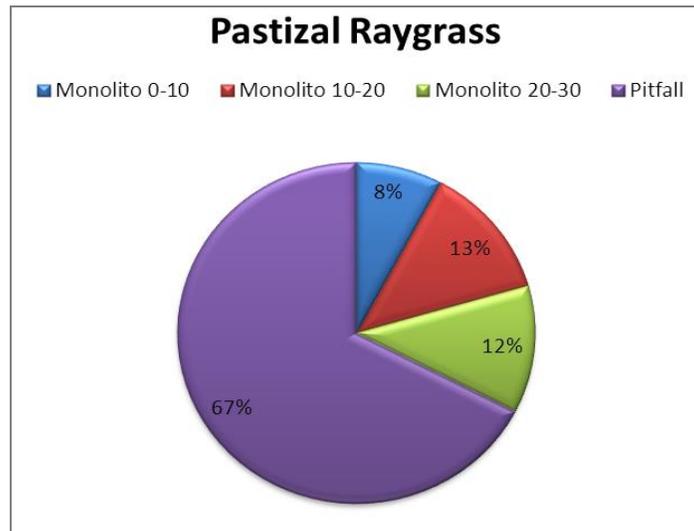


Figura 16. Porcentajes de individuos recolectados en cultivo de Ray grass con las trampas utilizadas: pitfall y monolito.

5.2.3 Fauna edáfica recolectada en bosque.

En el relicto de bosque se recolectaron 2.136 individuos siendo este el sistema con mayor número, de igual manera como lo afirman Bonilla *et al.*, (2008) la mayoría de organismos muestreados en bosque se incrementó en época de lluvia correspondiente al muestreo final (Tabla 8).

Los organismos recolectados se distribuyen en 21 órdenes, pertenecientes a 50 familias y 16 morfoespecies. Las familias con mayor número de organismos corresponden al orden Haplotaxida y Polydesmida, seguidos por Collembola con las familias Entomobryidae e Isotomidae respectivamente (Figura 17).

Tabla 8. Meso y macrofauna recolectada en el relicto de Bosque.

PHILUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Inicial	Final	Total general	
PLATYHELMINTHES	TURBELLARIA	Tricladida	Dugesidae		1	1	
ANNELIDA	CLITELLATA	Haplotaxida	Naidinae	37	37	74	
			Haplotaxidae	78	251	329	
MOLLUSCA	GASTROPODA	Pulmonata	Planorbidae	14	8	22	
			Pulmonata sp		2	2	
ARTHROPODA	DIPLURA	Diplura	Campodeidae	1		1	
			Diplura sp		1	1	
	ENTOGNATHA	Collembola	Entomobryidae	31	113	144	
			Hypogastruridae	34	27	61	
			Isotomidae	18	121	139	
			Onychiuridae	105		105	
			Sminthuridae	46	59	105	
	INSECTA	Orthoptera	Gryllidae	Gryllidae	5		5
				Dermaptera	Labiidae	5	2
		Hemiptera	Enicocephalidae	Enicocephalidae	2		2
				Mymaridae		4	4
		Homoptera	Aphididae	Aphididae	11	10	21
				Homoptera sp		2	2
		Lepidoptera	Lepidoptera sp	Lepidoptera sp		3	3
				Phalaenidae		4	4
		Diptera	Diptera	Anisopodidae		1	1
				Blephariceridae	1		1
				Braulidae	1		1
				Chironomidae	4	61	65
				Cyclorrhapha sp	9	28	37
Ephydriidae				5	5		
Muscidae	9				9		

		Otitidae	2	1	3	
		Phoridae	2		2	
		Scenopinidae	3		3	
		Simulidae		2	2	
		Tabanidae	6	1	7	
		Tipulidae	30	18	48	
	Hymenoptera	Cynipoidea		1	1	
		Microhymenoptera sp		1	1	
		Mymaridae	8		8	
	Coleoptera	Carabidae	37	20	57	
		Cerambycidae		7	7	
		Chrysomelidae		16	16	
		Curculionidae	41		41	
		Elateridae		1	1	
		Elmidae	5	2	7	
		Endomychidae		1	1	
		Melolonthidae	3	2	5	
		Nitidulidae		2	2	
		Ptiliidae		1	1	
		Ptilodactylidae	5		5	
		Scarabaeidae	1		1	
		Scolytidae	39	26	65	
		Scydmaenidae	9		9	
		Staphylinidae	70	33	103	
		Tenebrionidae	1	4	5	
	CHILOPODA	Scolopendromorpha	Scolopendridae	26	13	39
	DIPLOPODA	Polydesmida	Polydesmidae	63	88	151
		Spirobolida	Spirobolidae	86	38	124
	ARACHNIDA	Araneae	Araneomorphae sp	20	40	60
			Mygalomorphae sp	6	4	10
		Trombidiforme	Prostigmata sp1	42	54	96
			Prostigmata sp3	8	2	10
			Prostigmata sp4	9	5	14
			Prostigmata sp5	9	1	10
			Prostigmata sp7	3	2	5
			Prostigmata sp8	15	11	26
			Trombidiidae	3	12	15
	Opilion	Opilion sp	2	1	3	
	Pseudoescorpionida	Pseudoescorpionida sp		6	6	
	MALACOSTRACA	Isopoda	Isopoda sp	14	1	15
Total general				979	1157	2136

Lavelle (2000), asegura que algunos grupos taxonómicos se presentaron únicamente a ciertas profundidades en bosque, resaltando su papel como ingenieros del suelo, que involucran grupos consumidores de materia orgánica como las lombrices (Haplotaxida) que tienen un impacto específico en el interior del suelo a partir de la transformación de sus propiedades físicas, favoreciendo la formación de agregados y estructura, el movimiento y la retención del agua, así como el intercambio gaseoso. Los detritívoros, tales como milpiés (Spirobolida, Polydesmida, Isopoda y ciertos caracoles), tienen una función a nivel de la superficie del suelo como organismos epigeos, ya que al alimentarse de la hojarasca ayudan en su fragmentación e inician el proceso de descomposición, aumentando la superficie de exposición para el ataque de la microflora. Por otra parte, los depredadores como los arácnidos (Araneae, Opiliones, Pseudoscorpionida) y ciempiés (Scolopendromorpha), los cuales intervienen a otros niveles de la cadena trófica al consumir material vegetal y animal vivo, respectivamente, disminuyen en número y en el peor de los casos desaparecen al establecerse una intervención antrópica (Cabrera *et al.*, 2011) como se pudo evidenciar en el presente estudio.

Análogamente se pudo evidenciar que el Orden Haplotaxida, presentó en bosque el mayor número de organismos seguido de pastizal y papa, en este último los ejemplares se encontraron al iniciar y finalizando el proceso del cultivo, es decir antes y después de la intervención antrópica, apoyado en la investigación de Masín *et al.*, (2011), donde afirma que la abundancia de oligoquetos terrestres muestra diferencias altamente significativas, el mayor número de organismos lo exhibió el sitio de SDO (siembra directa orgánica), seguido de SD (siembra directa) y LC (labranza convencional) mostró el número más bajo de oligoquetos de todas las estaciones de su investigación.

Los Órdenes Scolopendromorpha, Spirobolida, y Polydesmida solo se presentan en bosque, recolectados con trampa de caída y con monolito de 0-10 cm de profundidad y en hojarasca, usualmente habitan lugares húmedos entre las hojas caídas, piedras y troncos en descomposición (IGAC, 1995 citado por Ceballos, 2007 y Ruiz *et al.*, 2010). Por otra parte Gamboa, 2010 corrobora lo anteriormente mencionado, afirmando que los miriápodos son altamente susceptibles a los cambios existentes entre sitios de muestreo, las condiciones ambientales, tipos de cobertura y composición florística presentes en zonas.

La Familia Gryllidae del Orden Orthoptera se caracteriza porque sus integrantes tienen alimentación omnívora y son habitantes de áreas con vegetación rastrera afirma Zerbino (2008), por lo mencionado no se presenciaron en los agroecosistemas de estudio.

Los crustáceos pertenecientes al Orden Isopoda son integrantes consistentes en ambientes donde hay residuos en la superficie, la mayoría de ellos son altamente susceptibles a la pérdida de agua por lo que están restringidas a hábitats húmedos (Zerbino *et al.*, 2008), por tal motivo están presentes en relicto de bosque y ausentes en los agroecosistemas.

Ceballos (2007) afirma que grupos como opiliones y arañas se encontraron principalmente en el horizonte orgánico y en la hojarasca, es así como taxones como Pseudoescorpionida y opiliones solo fueron encontrados en bosque y aranae disminuyó considerablemente en los cultivos.

Por otra parte, Collembola fue el orden con mayor número de organismos en los agroecosistemas y de los grupos más amplios en el sistema conservado de bosque, corroborado con lo que afirma Gómez *et al.* (2010) y Ospina *et al.* (2009), que familias como Isotomidae, Sminthuridae y Hypogastruridae son un grupos dominantes y presenta gran registro a lo largo de sistemas naturales y cultivos, siendo tolerantes ante las perturbaciones antrópicas. No obstante, hay trabajos que señalan que familias de colémbolos sensibles a los cambios en las condiciones edáficas y han sido utilizados como bioindicadores de la salud del suelo (Arbea y Blasco, 2001) como Entomobryidae lo fue en este estudio.

En comparación con los agroecosistemas objeto de estudio el mayor número de organismos capturados fue mediante el método de muestreo de monolito en hojarasca en el relicto de bosque, teniendo en cuenta que presenta cobertura vegetal que es aprovechada como hábitat de diferentes organismos (Figura 18).

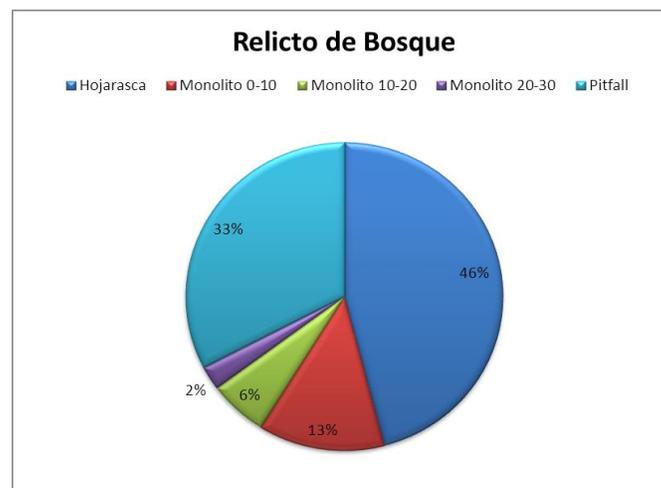


Figura 18. Porcentajes de individuos recolectados en el relicto de bosque con las trampas utilizadas: pitfall y monolito.

5.3 INDICE DE SIMILITUD JACCARD.

5.3.1 Índice de similitud Jaccard en papa *Diacol capiro*.

Con el fin de observar la tendencia de la similitud en la distribución de las diferentes etapas fenológicas durante el desarrollo del cultivo *Diacol capiro*, se utilizó el índice de similitud de Jaccard, para lo cual se evaluó la presencia-ausencia de los organismos recolectadas en cada una de estas etapas.

Según el índice de Jaccard se pueden apreciar que las etapas fenológicas forman un gran grupo en el cual se diferencian tres subdivisiones, demostrando que existe una relación directa entre las actividades desarrolladas.

La primera subdivisión estuvo formada por los procesos iniciales del cultivo donde se lleva a cabo asistencia mecánica (inicial-arado). La otra subdivisión comprendió el proceso final de la preparación del suelo en donde se establece una interacción mecánica para la disposición de la semilla (rastrillado-siembra) y por último los meses que presentan mayor intervención química (5^o-9^o fumigación y 1^o fumigación-postcosecha); dentro de esta subdivisión las que presentaron la mayor similitud 5^o-9^o fumigación, donde se lleva a cabo el control de plagas con mayor intensidad. (Figura 19).

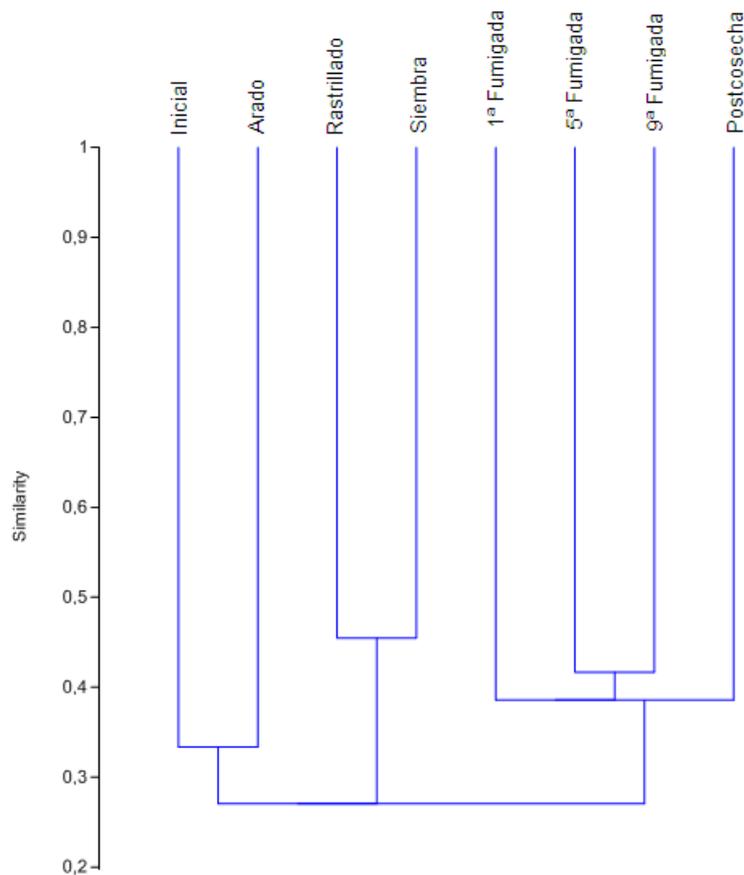


Figura 19. Dendrograma de Jaccard realizado para las diferentes etapas fenológicas del cultivo de papa Diacol capiro.

5.3.2 Índice de similitud Jaccard en pastizal Ray grass

Con el fin de observar la distribución de las diferentes etapas fenológicas durante el desarrollo fenológico del cultivo Ray grass, se utilizó el índice de similitud cualitativo de Jaccard, para lo cual se aplicó la presencia-ausencia de los organismos recolectadas en cada una de las etapas.

Según el índice de Jaccard se pueden apreciar que las etapas fenológicas forman un gran grupo en el cual se diferencian dos subdivisiones, de las cuales se separa arado. La primera subdivisión corresponde a la parte inicial de la preparación del terreno (siembra, brote foliar y fumigación); dentro de esta subdivisión las que presentaron la mayor similitud fueron brote foliar y fumigación, ya que en estas la fauna edáfica se presenta en mayor número a mayor profundidad. La otra subdivisión comprendió a las etapas de intervención del suelo por el pisoteo del ganado (maduración fisiológica y post-corte) (Figura 20).

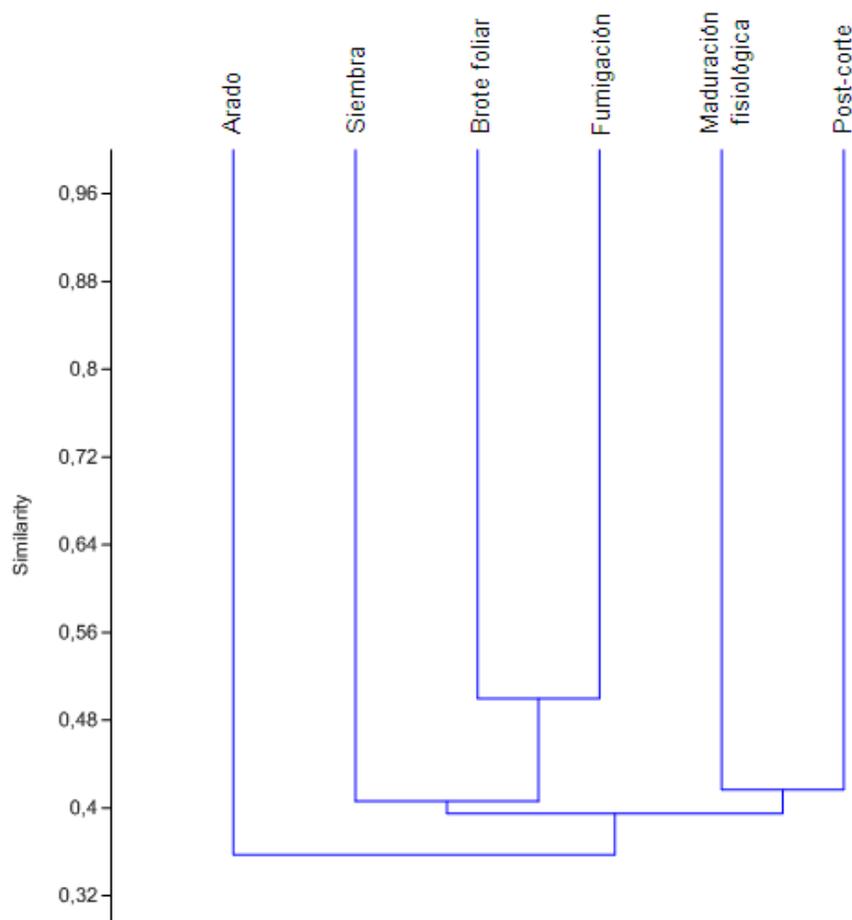


Figura 20. Dendrograma de Similitud de Jaccard realizado para las diferentes etapas del cultivo de pastizal Ray grass.

5.3.3 Índice de similitud Jaccard para los sistemas

Con la finalidad de observar la tendencia de la similitud entre los sistemas estudiados, se utilizó el índice de similitud cualitativo de Jaccard, para lo cual se usó la presencia-ausencia de los organismos recolectadas en cada sistema.

Según el índice de Jaccard se pueden observar que los sistemas forman dos grupos bien diferenciados. El primer grupo corresponde al relicto de bosque, que al ser un sistema con un menor grado de intervención que los cultivos presenta mayor diversidad de organismos edáficos en comparación con el segundo grupo

que corresponden a ecosistemas altamente intervenidos (cultivo de papa y pastizal), tanto mecánica como químicamente y al desarrollar estas actividades rompen con la cadena trófica, requerimientos ambientales y alimenticios de los organismos (Figura 21).

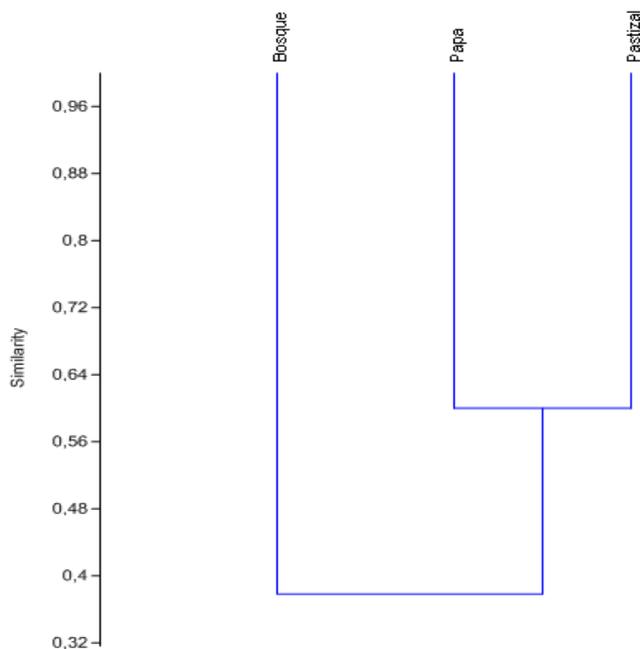


Figura 21. Dendrograma de Similitud de Jaccard realizado para los tres sistemas de muestreo: Relicto de bosque, cultivo de papa y pastizal.

Espinosa *et al.* (2011), afirman que el suelo en estado natural está en un equilibrio dinámico con su medio ambiente, está fuertemente interactuando con la biosfera, la fauna que en este componente natural habita y la actividad biótica que estos ejercen, altera las propiedades del suelo, propiedades que soportan una forma de vida específica. Así, la degradación del suelo conlleva a cambios adversos en propiedades y procesos con el tiempo. Esos cambios pueden ser debidos a la remoción y alteración del equilibrio del suelo con el medio ambiente debido a perturbaciones naturales o antrópicas. Las perturbaciones naturales son bajas, permitiendo al suelo adaptarse a las nuevas condiciones; sin embargo, las actividades antrópicas son más rápidas perturbando el delicado balance entre el suelo y su medio ambiente, y ocasionan alteraciones drásticas en suelo.

Tal afirmación aplica para este estudio donde el relicto de bosque con menor intervención presenta mayor diversidad y número de organismos en comparación con los dos agroecosistemas y que se puede observar mediante el índice de Jaccard con 38% de similitud con respecto a los cultivos (Figura 21).

Por otra parte las variables ambientales en los agroecosistemas se modifican con relación a las que se presentan en el bosque, principalmente la temperatura y la humedad, esto se debe a la pérdida de la cobertura vegetal nativa e intensificación

de los sistemas agrícolas basados principalmente en los monocultivos de papa en diferentes variedades (CRC, 2010), el uso de agentes mecánicos aumentan el efecto de compresión sobre el suelo que ocasiona cambio en la porosidad, debido a las presiones generadas por el paso de rodados y herramientas rudimentarias, alterando la capacidad de infiltración de agua, redistribución en el perfil del suelo, la aireación, la transferencia de calor y el movimiento de nutrientes (Richmond y Rillo, 2005).

Además, los fertilizantes químicos proporcionan notables incrementos en el rendimiento económico (Muñoz y Ávila, 2004), sin embargo, el uso excesivo de estos productos sintéticos disminuye la rentabilidad y contribuye a la contaminación del producto final y la alteración de las propiedades del suelo, no solo afectando las posibles plagas del cultivo sino también a los organismos benéficos que participan en la dinámica del suelo; estas alteraciones hacen que los requerimientos ecosistémicos de la fauna edáfica se modifiquen y se aprecie una disminución notoria de familias e incluso órdenes a través del desarrollo fenológico de los agroecosistemas como se pudo evidenciar en la vereda Tabaco del Municipio de Totoró.

En cuanto a los cultivos de semillas invasivas, los pastizales de periodos cortos y de alto rendimiento para el aprovechamiento del ganado donde es constante el uso del suelo para esa finalidad, implica actividades mecánicas como químicas pero claramente en menor grado en comparación con el cultivo de papa, pero de igual manera ocasiona homogeneidad biológica a lo largo del horizonte del suelo.

Según, Taboada (2007) el pisoteo afecta principalmente los macroporos de mayor diámetro, precisamente aquellos responsables de la vida de la fauna y los hongos del suelo y los lugares preferenciales de las raíces de los pastos. La aparición de poros llenos de aire en la superficie del suelo lo vuelve a éste susceptible al daño estructural por pisoteo. Ello sucede debido a la destrucción de agregados superficiales por el impacto de la pezuña animal sobre suelo seco. Este daño no genera una compactación excesiva, pues el suelo posee alta capacidad portante, pero da lugar a la generación de agregados de menor tamaño, y por ende se traduce en descensos de estabilidad estructural.

5.4 PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS.

Para los datos obtenidos en los agroecosistemas estudiados y en el relicto de bosque se realizó la prueba estadística no paramétrica de Kruskal Wallis para determinar si existían diferencias significativas entre ellos, donde el resultado $p=0.497$ mostró que no existe tal diferencia, este valor probablemente se debe a que en algunos taxones el número de individuos es alto, por el contrario se presentan algunas taxa con escasos ejemplares, de esta manera los grupos grandes dan fuerza al total de organismos en cada sistema, por otra parte cabe resaltar que el número de muestreos también pudo afectar de sobre manera.

6. CONCLUSIONES

Las actividades desarrolladas en los cultivos agrícolas y el pastoreo, produjo un efecto negativo sobre la edafofauna, reduciendo drásticamente el número de organismos, puesto que no cuentan con los requerimientos tanto alimenticios como de hábitat.

De los sistemas estudiados el relicto de bosque como sistema de menor intervención presenta el mayor número de individuos distribuidos en diversas taxa, mostrando una relación directa con la época de lluvia, los muestreos fueron más significativos en hojarasca mediante la metodología TSBF, en comparación con los agroecosistemas cuyo mayor número de individuos obtenidos fue mediante trampa de caída.

En los agroecosistemas estudiados primaron los Phylla Mollusca, Annelida y Arthropoda, solo se encontró en bosque al Phyllum Platyhelminthes, adicional a los anteriormente mencionados.

El Phyllum Arthropoda fue el más abundante en los tres sistemas estudiados, presentando las mismas familias en los agroecosistemas, a diferencia de Polydesmida que adicionalmente se presentó en el cultivo de papa.

Tras las intervenciones antrópicas marcadas en los procesos de los cultivos se encontraron a las familias Hypogastruridae e Isotomidae del orden Collembola como las más tolerantes ante las perturbaciones puesto que se encontraron en mayor número y en casi todas las etapas fenológicas de los agroecosistemas, por el contrario la familia Entomobryidae (Collembola) al igual que los órdenes Haptotaxida, Scolopendromorpha, Isopoda, Opiliones, Pseudoscorpionida, Orthoptera, Spirobolida, Araneae, Hemiptera y Polydesmida fueron más sensibles ante las intervenciones en donde estuvieron ausentes o en menor proporción.

Se aprecia que los individuos edáficos en el cultivo de papa tuvieron un comportamiento sucesional, fueron incrementando a medida que la planta fue desarrollándose, sin embargo la fase final del cultivo para el aprovechamiento del tubérculo el decrecimiento de la fauna edáfica fue notorio.

Por otra parte el corte del ganado es menos agresivo que la implementación de maquinaria y favorece la presencia de organismos asociados al sistema como dípteros.

Dentro de los métodos de captura utilizados en el muestreo la metodología de Anderson e Ingram (1993) fue más efectiva puesto que con las trampas pitfall se encontraron organismos asociados al suelo más no directamente pertenecientes al perfil horizontal.

7. RECOMENDACIONES

Es necesario tener en cuenta las propiedades físicas y químicas del suelo para de esta manera implementar las cantidades óptimas de insumos químicos que se deben emplear en la producción donde se establezca un aprovechamiento total de los insumos sintéticos y determinar la relación con la fauna edáfica.

Es de vitalidad realizar estudios complementarios de análisis microbiológicos que permita establecer la relación con la fauna edáfica.

Resultaría de gran importancia investigaciones sobre la afectación de los insumos químicos en los pobladores y capacitaciones integrales sobre implementación de los equipos de protección y seguridad.

Es importante hacer un seguimiento del comportamiento de las comunidades edáficas en un período de tiempo mayor que permita conocer su distribución espacio temporal, así como conocer qué tipo de estrategias poseen los diversos grupos para responder ante los cambios generados por el uso y/o manejo del suelo.

Los resultados de trabajos de investigación como este deben ser conocidos por la población de la zona de estudio para que sirva de referente en los procesos de conservación que están desarrollando en el ordenamiento y manejo del territorio.

Debe prestarse gran atención en el manejo dado por los agricultores a los plaguicidas, empaques y envases resultantes de estos, puesto que no es el adecuado, en términos de almacenamiento, recolección y disposición, poniendo en riesgo la salud humana y los recursos naturales principalmente el suelo y el agua.

8. BIBLIOGRAFÍA

AGRISTAR, 2013. Carvendazim. [En línea] [Citado 23-02-2013] Disponible en: <http://www.agristar.com.ar/fungicidas/CARBENDAZIM%20INSUAGRO%20Carbendazim.pdf>

AGROSCIENCES, 2013. Nurelle. [En línea] [Citado 23-02-2013] Disponible en: http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_02b4/0901b803802b4891.pdf?filepath=co/pdfs/noreg/013-10030.pdf&fromPage=GetDoc

AGROTERRA, 2013. Complex. [En línea] [Citado 23-02-2013] Disponible en: http://www.agroterra.com/p/abono-con-micronutrientes-complex-cuaje-4-11-8-desde-zaragoza-3029147/3029147?t=1&utm_expid=182777-1&utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com.co%2

AGUILERA, M.A y CASANUEVA, M.E. 2005. Arañas chilenas: estado actual del conocimiento y clave para las familias de Araneomorphae. Gayana. [En línea]. [Citado: 10-01-2013] Disponible en:

ANDERSON, J. e INGRAM, J. 1993. Tropical Soil Biology and Fertility; a hand book of methods. CAB international, Wallingford, UK.

AVILA, D.R. y JARAMILLO Y.D. 2009. Composición de la clase Collembola En un Bosque Alto Andino de la Vereda Noruega Alta, Silvania, Cundinamarca. Proyecto curricular Licenciatura en biología, Bogotá, Colombia.

ARBEA, J. y BLASCO, Z.J. 2001. Ecología de los Colémbolos (Hexapoda, Collembola) en Los Monegros (Zaragoza, España). Aracnet 7 -Bol. S.E.A., nº 28: 35—48. [En línea]. [Citado: 10-01-2013] Disponible en: <http://entomologia.rediris.es/aracnet/7/03ecolembolos/>

BADII, M.; LANDEROS, J. y CERNA, E. 2007. Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. International Journal of Good Conscience. 3(1): 632-660. ISSN 1870-557X. [En línea] [Citado: 28-03-2013]. Disponible en: [http://www.spentamexico.org/v3-n1/3\(1\)%20632-660.pdf](http://www.spentamexico.org/v3-n1/3(1)%20632-660.pdf)

BALLENILLA, F. 2004. Guión de trabajo sobre la agricultura y la energía. Grupo La Illeta. [En línea] [Citado: 14-06-2012]. Disponible en: <http://www.ua.es/personal/fernando.ballenilla/Preocupacion/Energia-agricultura.pdf>

BAUTISTA, C.A.; ETCHEVERS, B.J.; del CASTILLO, R.F. y GUTIÉRREZ, C. 2004. La calidad del suelo y sus indicadores. Colegio de Postgraduados. México.

BAUTISTA, F.; DELFÍN, H.; PALACIO, J.L. y DELGADO, M. del C. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Pdf. [En línea] [citado el 14 de agosto de 2012]. Disponible en: www.ibcperu.org/doc/isis/13112.pdf.

BONILLA, R.; RONCALLO, J.J. Y GARCÍA, T. 2008. Producción y descomposición de la hojarasca en bosques nativos y de *Leucaena* sp., en Codazzi, Cesar 2008 Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria 9(2), 5-11. [En línea]. [Citado: 10-02-2013] Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Revista/Produccinydescomposicindelahojarasca.pdf>

BRAVOAG, 2013. Cipermetrina. [En línea] [Citado: 23-02-2013] Disponible en: http://www.bravoag.com.mx/soluciones/etiquetas/ET1_ZYPERTRIN.pdf

BROWN, G.; PASINI, A.; BENITO, N.P.; POLO, N.; de AQUINO, A.M.; CORREIA, M.E.F. 2001. Diversity and functional role of soil macrofauna communities in Brazilian no tillage agroecosystems: A preliminary analysis. Montreal, Canadá.

CABELLOS, N. y BENHADI, J. 2000. Clase Arachnida: Clave de órdenes. [En línea]. [Citado: 10-01-2013] Disponible en:

CABRERA, G.; ROBAINA, N. y PONCE de L. D. 2011. Functional composition of soil macrofauna in four land uses of Artemisa and Mayabeque provinces, Cuba. Pastos y Forrajes [En línea]. vol.34, n.3 [Citado: 14-06-2012], pp. 331-346. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942011000300008&lng=es&nrm=iso. ISSN 0864-0394.

CAFFERTY, W. y PROVONSHA, A. 1991. Aquatic Entomology. Insectos asociados. Boston, Massachusetts.

CAMERO, É.; J.E.; CAMERO, É.R; DIAZ, J.E.; SALINAS, A.; TÉLLEZ, L. y AGUDELO, D. 2005. Soil arthropos study in two differents ecosystems from Cauca River. Colombia.

CAMPRO, 2013. Fertigro 8-24-0. [En línea] [Citado: 23-02-2013] Disponible en: <http://www.florintegral.com.co/producto.php?opcion=0015&cualinfo=1>

CARRERA, M. 1973. Entomologia para você. 5ª edição. Departamento de zoologia de la secretaria de Agricultura de São Paulo, Brasil.

CASTRO, J.H.; BURBANO, H.O.; BONILLA, C. 2007. Abundance and biomass of soil organisms in three land use systems in the high plateau of Pasto. Colombia. Acta Agron. [En línea]. vol.56, n.3 [citado 30-06-2012], pp. 127-130. Disponible en: http://www.scielo1.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122007000300003&lng=pt&nrm=iso. ISSN 0120-2812.

CEBALLOS, V.E. 2007. Tesis de pregrado. Análisis y distribución de la macrofauna edáfica de dos relictos de bosque de roble (*Quercus humboldtii*, *Bonpland*) con diferente grado de intervención antrópica. Universidad del Cauca. Popayán, Colombia.

CERÓN, P. y GARCÍA, H. 2008. Soil properties in forest and grasslands; pueblo viejo natural reserve, nariño, colombia, Universidad de Nariño, Pasto. Disponible: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v12n1/v12n1a12.pdf>

CHOCOBAR, G. A. 2010. Edafofauna como indicador de calidad en suelo Cumulic phaozem sometido a diferentes sistemas de manejos en un experimento de larga duración, Montecillo, Texcoco, Edo. De México.

CHRISTIANSEN, K. y SNIDER, R. 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. Capitulo Collembola. Tercera edición. Michigan State University, East Lansing.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA (CRC). 2010. Plan de ordenación y manejo de la parte alta de la subcuenca hidrográfica del río Palacé. Gabriel López-Municipio de Totoró-Cauca-Colombia.

COVALEDA, H.J.M. y RUÍZ, N.P. 2005. La cadena de la papa en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica (1991-2005).

Darrigran, G.; Vilches, A.; Legarralde, T. y Damborenea, C.2007. Guía para el estudio de macroinvertebrados. Métodos de colecta y técnicas de fijación. Departamento Ciencias Exactas y Naturales; Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. División Zoología Invertebrados. La Plata, Buenos Aires, Argentina. [En línea] [Citado 28-03-2013] Disponible en: http://www.museo.fcnym.unlp.edu.ar/uploads/docs/divulgacion_4.pdf

DUPONT, 2013. Coragen. [En línea] [Citado 23-02-2013] Disponible en: http://www.agrosoluciones.dupont.com/files/productos/220920091049380_e81.pdf

DUPONT, 2013. Cursate. [En línea] [Citado 23-02-2013] Disponible en: http://www2.dupont.com/DuPont_Crop_Protection/es_MX/products/Fungicidas/Cursate_M8/index.html

ESPINOSA, M., ANDRADE, L.E., RIVERA, O.P. y ROMERO, D.A. 2011. Degradación de suelos por actividades antrópicas en el norte de Tamaulipas, Universidad de Murcia, España. Número 53-54, pp. 77-88. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/407/40721572006.pdf>

FAO, 2003. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas, del campo al mercado. Boletín de servicios agrícolas de la FAO 151. Balcarce, Argentina. ISSN 1020-4334. [En línea] [Citado 23-09-2012] Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y4893S/y4893S00.pdf>

FLÓREZ, E. 1996. Arañas del Departamento del Valle del Cauca: Manual Introductorio de su diversidad y clasificación. Inciva-Colciencias. Cali, Colombia.

GALLEGO, M.C. y MUÑOZ, C.M. 2010. Monitoreo Ambiental para Cambio Climático en Ecosistemas Agrícolas Altoandinos (MACACEA). -GEA- .Universidad del Cauca.

GAMBOA, T.J.; ORJUELA, CH.; MARTÍNEZ, L.L. & MUÑOZ, F.A. 2010. Macroinvertebrados edáficos asociados a tres tipos de cobertura en paisaje de lomerío. Universidad de la Amazonia. Caquetá, Colombia. [En línea]. [Citado: 10-02-2013] Disponible en: <http://apps.uniamazonia.edu.co/documentos/docs/Facultades/Facultad%20de%20Ingenier%EDa/Publicaciones/Revista%20ingenier%EDa%20y%20amazon%EDa/2010/Volumen%203%20No.%201/5-15.pdf>

GIZZI, A.H.; ÁLVAREZ, C.H.; MANETTI, P.L.; LÓPEZ, A.N.; CLEMENTE, N.L. y STUDDERT, G.A. 2009. Characterization of the meso and macrofauna of a Southeastern Buenos Aires province soil under different cropping systems. Unidad Integrada Facultad de Ciencias Agrarias. Argentina.

GÓMEZ, J. A.; PALACIOS, V. G. y CASTAÑO, M. 2010. Abundancia de colémbolos (Hexapoda: Collembola) y parámetros edáficos de una selva baja caducifolia. Revista Colombiana de Entomología 36 (1): 96-105. [En línea]. [Citado: 10-01-2013] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v36n1/v36n1a18.pdf>

GONZALES, R. y CARREJO, N. 1992. Introducción al estudio de los díptera. Centro Editorial Universidad del Valle. Cali, Colombia.

GONZALES, L. y LOZANO, L. 2004. Bioindicadores como herramienta de evaluación de la calidad ambiental en la parte alta de la microcuenca de las Delicias. Umbral científico. Bogotá, Colombia.

GLIESSMAN, S.R. 2002. Agroecología, Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. [En línea]. [Citado: 30-04-2013] Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/34785612/Agroecologia-Procesos-Ecologicos-En-Agricultura-Sostenible>

HART, R.D. 1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza. Capítulo 3. Sistemas agrícolas: Marco conceptual y análisis de sistemas agrícolas.

HOMA, 2013. Biosol. [En línea] [Citado: 23-02-2013] Disponible en: <http://almendrahoma.wordpress.com/2010/03/05/algo-sobre-biofertilizacion-biosol-homa/>

HUERTA, L.E.; RODRÍGUEZ, J.; EVIA-CASTILLO, I.; MONTEJOMENESES, E.; CRUZ-MONDRAGÓN, M.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, R. 2008. Relación entre la fertilidad del suelo y su población de macroinvertebrados. TERRA Latinoamericana, Vol. 26, Núm. 2., pp. 171-181, Universidad Autónoma Chapingo. México.

IANNACONE, J. y ALVARIÑO, L. 2006. Diversity of terrestrial arthropofauna from the Junin Natural Reserve. Perú. Ecol. apl. [En línea]. dic. 2006, vol.5, no.1-2 [Citado: 14-08-2012], p.171-174. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162006000100023&lng=es&nrm=iso. ISSN 1726-2216.

IDEAM, 2001. El medio ambiente en Colombia. Edición 2ª, capítulo 7: Ecosistemas. ISBN 958-95850-94. Bogotá, Colombia. [En línea]. [Citado: 29-11-2012]. Disponible en: <https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/000001/cap7.pdf>

IRAOLA, V. 1998. Introducción a los ácaros (I): Descripción general y principales grupos. Departamento de Ecología y Zoología. Universidad de Navarra. Bol. S.E.A., nº23: 13-19. Pamplona, Navarra. [En línea] [Citado: 29-12-2012]. Disponible en: http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_23/B23-002-013.pdf.

LAVELLE, P.; DANGERFIERL M.; FRAGOSO C.; ESCHENBRENNER, V.; LOPEZ, H.D; PASHANASI y BRUSSAARD L. 2000. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. The Biological Management of Tropical Soil Fertility. Edited by Woomer and Swift. Chapter 6. Hong Kong: A Wiley-Sayce Publication, p. 137-169. [En línea]. [Citado: 10-01-2013] Disponible en: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_55-56/010021566.pdf

MAHECHA, L.; GALLEGO, L. y PELAÉZ, F. 2002. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. Rev Col Cienc Pec Vol. 15: 2. [En línea]. [Citado: 10-03-2013] Disponible en: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/89/88>

MARASAS, M.E. y SARANDÓN, S.J. 2001. Changes in soil arthropod functional group in a wheat crop under conventional and no tillage systems in Argentina. Applied Soil Ecology 18(1): 61-68.

MASÍN, C.E.; RODRÍGUEZ, A.R. & MAITRE, M.I. 2011. Evaluación de la abundancia y diversidad de lombrices de tierra en relación con el uso del suelo en el cinturón hortícola de Santa Fe, Argentina. Ciencia suelo vol.29 no.1 Ciudad Autónoma de Buenos Aires. [En línea]. [Citado: 10-02-2013] Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672011000100003&script=sci_arttext

McGREGOR, 2013. Curacron - 50 EC. [En línea] [Citado: 23-02-2013] Disponible en: http://www.ramac.com.ni/index.php?option=com_content&view=article&id=63&Itemid=121

MORALES, J. y SARMIENTO, L. 2002. Dynamics of soil macroinvertebrates and its relationships to vegetation in a secondary succession of the venezuelan paramo. Sociedad Venezolana de Ecología.

MUÑOZ, C.M. 2011. Efecto del manejo agrícola sobre artrópodos del suelo con énfasis en chisas de la familia Melolonthidae (Insecta: Coleoptera) en tres agroecosistemas y en un relicto de bosque natural del municipio de Puracé, Cauca. Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.

MUÑOZ, F.A. 2007. Evaluación de la susceptibilidad a la erosión en dos tipos de agroecosistemas altoandinos en la cuenca del río Palacé. Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.

MUÑOZ, C. y ÁVILA, S. 2004. Los efectos de un impuesto ambiental a los plaguicidas en México. Instituto nacional de Ecología. [En línea] [Citado: 09-10-2012] Disponible en: redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=53907404.

MYLAGRO, 2013. Complejo NPK 10-30-10 Abocol. [En línea] [Citado: 23-02-2013] Disponible en: <http://www.mylagro.com/products/Complejo-NPK-10%252d30%252d10-Tonelada.html>

OSPINA, C.M.; RODRÍGUEZ, J. y PECK, D.C. 2009. Clave para la identificación de géneros de Collembola en agroecosistemas de Colombia. Revista Colombiana de Entomología Print version ISSN 0120-0488 Rev. Colomb. Entomol. vol.35 no.1 Bogotá. [En línea]. [Citado: 10-01-2013] Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012004882009000100011&script=sci_art_text

PARDO, L.L.; MONTOYA, L.J.; SCHOONHOVEN, A. y MORÓN, R.M. 2000. Riqueza del complejo chisa (Coleoptera: Melolonthidae) en cuatro agroecosistemas del Cauca, Colombia.

PERRIER, R. 1923. Clave para la identificación de quelicerados, miriápodos e isópoda. Sistemática Zoológica. Departamento de Zoología y Antropología Física. Universidad de Murcia [En línea] [Citado: 14-01-2013] Disponible en: <http://ocw.um.es/ciencias/sistemica-zoologica/material-de-clase-1/practicas/claves-quelicerados-y-miriapodos.pdf>

PETERSON, A. 1960. Curso de insectos inmaduros. Departamento de Biología, Universidad del Valle. Cali, Colombia.

PÉREZ, E.H. 2009. Comportamiento y dinámica de los plaguicidas organofosforados clorpirifos y diazinón en suelos con características ándicas del humedal de Calvache, Cauca, Colombia. Predicción de posible contaminación. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Química. Postgrado en Química. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE TOTORÓ. Departamento de Cauca. 2002. Volumen 2.

QUINCHOA, J.Y.R. y VILLEGAS, S.d.C.J. 2010. Determinación del efecto de diferentes niveles de fertilización en papa (*Solanum tuberosum* ssp. Andigena) Diacol Capiro en un Suelo con Propiedades Ándicas de Santa Rosa de Osos, Colombia.

RICHMOND, P. y RILLO, S. 2005. Evaluación del efecto de la compactación por el rodado de maquinarias sobre algunas propiedades físicas del suelo y el cultivo de trigo en siembra directa. INTA EEA 9 de Julio, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/02B1B9D56D66790A852579950079CF58/\\$FILE/6.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/02B1B9D56D66790A852579950079CF58/$FILE/6.pdf)

RUIZ, D. H.; FEIJOO, A. y RODRÍGUEZ, C. 2010. Soil macro-invertebrate communities in different land use systems in the Otún River Valley, Colombia. Acta Zool. Mex vol.26 no.spe2 Xalapa. [En línea]. [Citado: 10-02-2013] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372010000500012&script=sci_arttext

SANS, F.X. 2007. La diversidad de los agroecosistemas. Ecosistemas 16 (1): 44-49. [En línea] [Citado: 14-06-2012] Disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=54016106>> ISSN 1132-6344.

SERNA, F.J. 1996. Entomología general: guías para reconocer órdenes y familias. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

SOCA, L.M.; ROQUE, E.; SOCA, D. y GARCÍA E. 2006. Influencia de la macrofauna edáfica en la desaparición de las excretas en un sistema silvopastoril. Pastos y forrajes, Vol 29, No 2. Cuba. [En línea]. [Citado: 10-01-2013] Disponible en: <http://revista.ihatuey.cu/index.php/pasto/article/view/711/213>

SOCARRÁS, A. y ROBAINA, N. 2011. Edaphic mesofauna in different land uses in the Red Plain of Mayabeque and Artemisa, Cuba. Pastos y Forrajes [En línea]. 2011, vol.34, n.3 [Citado: 14-08-2012], pp. 347-358. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942011000300009&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0864-0394

SOLOSTOCKS, 2013. Fertilizante calfomag. [En línea] [Citado: 23-02-2013] Disponible en: <http://www.solostocks.com.co/venta-productos/agricultura-ganaderia/fertilizantes-plaguicidas-agroquimicos/fertilizante-calfomag-1071524>

SOLOSTOCKS, 2013. Mertec. [En línea] [Citado: 23-02-2013] Disponible en: <http://www.solostocks.com.co/venta-productos/agricultura-ganaderia/fertilizantes-plaguicidas-agroquimicos/fungicida-mertect-500-sc-228739>

STECCHAUNER, R. 2002. Suelos generales, manual de estudio. Facultad de ciencias agropecuarias, Universidad del Cauca.

SYNGENTA, 2013. Dacomil. [En línea] [Citado: 23-02-2013] Disponible en: <http://www.syngenta.com.mx/daconil-2787-w-75.aspx>

SYNGENTA, 2013. Revus. [En línea] [Citado: 23-02-2013] Disponible en: <http://www.syngenta.com/country/cl/cl/soluciones/proteccioncultivos/Documents/Etiquetas/Revus.pdf>

SYNGENTA, 2013. Engeo. [En línea] [Citado: 23-02-2013] Disponible en: <http://www.syngenta.com/country/cl/cl/soluciones/proteccioncultivos/Documents/Etiquetas/Engeo.pdf>

SYNGENTA, 2013. Isabión. [En línea] [Citado: 23-02-2013] Disponible en: <http://www.syngenta.com/country/es/sp/Documents/fds/ISABION.pdf>

SYNGENTA, 2013. Ridomil Gold Plus. [En línea] [Citado: 23-02-2013] Disponible en: <http://www.syngenta.com/country/es/sp/Documents/ficha-tecnica/ft-ridomil-glold-plus.pdf>

TABOADA, M.A. 2007. Efectos del pisoteo y pastoreo animal sobre suelos en siembra directa. 4º Simposio de Ganadería en Siembra Directa, Aapresid, Potrero de los Funes, San Luis, 71-83. *Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, Facultad de Agronomía UBA. [En línea] [Citado: 23-02-2013] Disponible en: http://www.produccionbovina.com.ar/suelos_ganaderos/49-efectos_pisoteo.pdf

TABOADA, M.A. 2007. Cambios en el suelo, asociados al tránsito y pisoteo de la hacienda. Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, Facultad de Agronomía UBA. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/suelos_ganaderos/51-cambios_en_suelo.pdf

VILLALOBOS, L. y SÁNCHEZ, J.M. 2010. Evaluación agronómica y nutricional del pasto Raygrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica.

ZERBINO, B.M.S. 2005. Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción. Universidad de la Republica. Facultad de Ciencias. Uruguay.

ZERBINO, S.; ALTIER, N.; MORÓN, A. Y RODRÍGUEZ, C. 2008. Evaluación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción en siembra directa y con pastoreo. [En línea]. [Citado: 10-02-2013] Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/~agrociencia/VOL12/1/Pages%20from%2044-55.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta



Universidad
del Cauca

Actividades agrícolas y pecuarias en la Vereda Tabaco Municipio de Totoró- Departamento del Cauca

Nombre: _____

Lugar de procedencia: _____

Actividad agrícola y/o pecuaria: _____

I. Caracterización del lugar

1. Nombre del lugar y ubicación.
2. Régimen de tenencia de la propiedad (propia, arrendamiento, aparcería, otro).
3. Superficie total (m² /Hectáreas).
4. Número de parcelas y su extensión (en caso de presentar).
5. Condiciones naturales (clima, suelo, recursos hídricos, vegetación y fauna).

II. Actividades y calendario

1. Rotación
2. Tipo de labranza (Tradicional/ Tecnificado).
3. Maquinaria y/o herramientas utilizadas en la preparación del suelo.
4. Distribución interna de los cultivos (Morfología parcelaría: forma, entramado, surcos, distancia entre plantas, etc.).
5. Obtención de la semilla y cantidad a sembrar.
6. Sistema de riego, procedencia del agua (subterránea-superficial) y punto de suministro (lejanía-proximidad)
7. Insumos químicos a utilizar para la fertilización y control de plagas y métodos de dispersión (aspersión, localizado, goteo, exudación, microaspersión, por gravedad, otro).
8. ¿Cómo se produce y bajo qué criterios se lleva a cabo: arado, siembra, podas, aporque, fertilización y cosecha?

III. Explotación de los cultivos

1. Evolución de cultivos (últimos cinco años)
2. Aumenta o disminuye la extensión cultivada en los últimos años. ¿Cuál es el origen de estas tierras labradas?
3. ¿Se practica la ganadería asociada a la agricultura?
4. Clase de cultivos manejados
5. ¿Monocultivo o policultivo? ¿Cultivos asociados?
6. ¿Cuánto se produce? Variabilidad interanual de las cosechas. Incidencia de factores externos (heladas, viento, inundaciones, sequía, otros)
7. Destino de la cosecha: ¿Comercialización y/o autoconsumo? ¿Es un producto rentable?
8. Innovaciones técnicas: invernaderos, métodos de protección contra el viento y contra las heladas, etc.
9. Uso de elementos de seguridad adecuados para la utilización de insumos químicos.
10. Destino de los vertimientos, empaques y envases resultado del manejo químico.
11. Impactos de la explotación: impactos visuales sobre el paisaje, olores, ruidos, etc.

IV. Explotación ganadera

1. Tipo de ganado: Razas y capacidad productora.
2. Finalidad de la producción: carne, leche, cuero, otra.
3. Tipo de pastoreo: estabulación, semiestabulación, semilibertad o libre.
4. Rotación y tiempo de pastoreo.

V. Aprovechamiento del bosque

1. Caracterización de fauna y vegetación.
2. Uso de material vegetal y la finalidad.
3. Modificaciones de la cobertura vegetal y/o en la presencia de fauna y vegetación en los últimos 5 años.