

**APLICACIÓN DE PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS EN ESPACIOS NO CULTIVADOS
CON CAÑA DE AZÚCAR. UNA ALTERNATIVA PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO
AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICO DE FINCAS CAÑERAS EN, SONSO, VALLE
DEL CAUCA.**

TRABAJO DE GRADO

Santiago Velásquez Martínez¹

Presentado como requisito para optar al título de:

ECÓLOGO

Directora:

Neidy Lorena Clavijo Ponce

Jurados:

Elcy Corrales Roa

Luis Alberto Villa Duran

Pontificia Universidad Javeriana

Facultad de Estudios Ambientales y Rurales

Carrera de Ecología

2012

¹ Correo electrónico: santiagovelasquez0@hotmail.com

AGRADECIMIENTOS

Agradecerle muy especialmente a Neidy Clavijo, por su paciencia, buen trato, aportes, colaboración, conocimiento y acompañamiento, al igual que Andrés Martínez y Gloria Echeverri.

Mi familia por todo.

Luis Uribe, Gerardo Martínez y Marina Chacón por su amabilidad y colaboración.

A María Mercedes Murgueitio, Carlos Molina, Enrique Molina, Enrique Murgueitio, Alfredo Añascos, Gladys Gutiérrez, Miguel Altieri, Clara Nicholls, los estudiantes del doctorado de agroecología y estudiantes de la TEPA por su conocimiento, amabilidad y permitirme compartir su tiempo.

A Dora, Andrés Zuluaga por su colaboración. A Maira Quintero y demás compañeros. Que sea la oportunidad para agradecerle a Juan Adarve, Marta Polo, Estefanía Aponte, Rosalba Parra, Daniel Galvis, Álvaro Calvo, Gonzalo De Las Salas... y a todos aquellos que hicieron que esto fuera posible, muchas gracias.

Elcy Corrales y Luis Alberto Villa muchas gracias por los comentarios, sugerencias, tiempo, amabilidad, conocimiento, buen trato... Villa mi admiración por la excelente persona que es.

Tabla de contenido

RESUMEN	8
1. INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
2. OBJETIVOS.....	12
3. MARCO TEÓRICO.....	13
3.1 AGRICULTURA CONVENCIONAL.....	13
3.1.1 <i>El modelo de desarrollo agropecuario adoptado por Colombia</i>	13
3.1.2 <i>Los monocultivos y sus impactos</i>	14
3.2 AGROECOLOGÍA.....	15
3.2.1 <i>Principios de Sostenibilidad en Agroecosistema</i>	16
3.2.2 <i>Enfoque agroecológico y prácticas agroecológicas</i>	17
3.2.3 <i>Beneficios ambientales, económicos, culturales y sociales de las prácticas con enfoque agroecológico</i>	19
3.3 EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	20
3.4 ESPACIOS NO CULTIVADOS CON CAÑA (ENCC)	22
4. MARCO CONTEXTUAL.....	23

4.1	ÁREA DE ESTUDIO	23
5.	METODOLOGÍA.....	25
5.1	DISEÑO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y LEVANTAMIENTO DEL MARCO TEÓRICO (FASE 1).....	25
5.2	FASE DE CAMPO (FASE 2)	26
5.2.1	<i>Extensión, dinámica temporal y manejo de los espacios no cultivados.....</i>	27
5.2.2	<i>Características biofísicas de los espacios no cultivados con caña.....</i>	28
5.2.3	<i>Experiencias exitosas en la región con enfoque agroecológico.....</i>	36
5.2.4	<i>Factores que incentivarían la disposición del propietario a implementar prácticas agroecológicas.....</i>	37
5.3	FASE DE ANÁLISIS (FASE 3)	37
5.3.1	<i>Selección de prácticas agroecológicas.....</i>	37
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
6.1	UNIDADES FISIONÓMICAS, SU EXTENSIÓN Y BREVE DESCRIPCIÓN DE LA FINCA SAN ROQUE	39
6.2	EXTENSIÓN, DINÁMICA TEMPORAL, ESPACIAL Y MANEJO DE LOS ESPACIOS NO CULTIVADOS CON CAÑA	43

6.2.1 Linderos	44
6.2.2 Callejones cañeros	47
6.2.3 Margen de quebradas	51
6.2.4 Potrero	55
6.2.5 Espacios alrededor de la casa y el kiosco	57
6.2.6 Infraestructura	58
6.2.7 Microambientes de conservación	60
6.3 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS	61
6.3.1 Agrobiodiversidad y captura de carbono	62
6.3.2 Clima	71
6.3.3 Características del suelo en los espacios no cultivados con caña (a1, a2, a3 y a4)	72
6.4 EXPERIENCIAS EN LA REGIÓN CON ENFOQUE AGROECOLÓGICO	83
6.4.1 Reserva natural el Hatico	83
6.4.2 Granja agroecológica familiar Pura Vida	83
6.5 EL PROPIETARIO DE LA FINCA SAN ROQUE	86

6.6 SELECCIÓN DE PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS PARA ESTABLECER EN LA FINCA SAN ROQUE	86
6.7 BENEFICIOS AMBIENTALES, SOCIALES Y ECONÓMICOS ESPERADOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS.	91
<i>6.7.1 Beneficios ambientales esperados</i>	91
<i>6.7.2 Beneficios sociales esperados</i>	93
<i>6.7.3 Beneficios económicos esperados</i>	94
7. CONCLUSIONES	96
8. RECOMENDACIONES	98
9. BIBLIOGRAFÍA	98
10. ANEXOS	105
<i>10.1 Entrevista semiestructurada al agrónomo de la finca San Roque</i>	105
<i>10.2 Entrevista semiestructurada a los trabajadores de la finca</i>	106
<i>10.3 Entrevista semiestructurada al propietario</i>	107
<i>10.4 Vegetación granja Pura Vida</i>	108
<i>10.5 Vegetación arbórea y arbustiva propuesta. Especies de Bs-t del parque natural regional el Vínculo, ubicado a 5km de San Roque.</i>	111

10.6 *Carbono capturado en San Roque*113

RESUMEN

El valle geográfico del río Cauca se ha caracterizado en los últimos años por el monocultivo convencional de la caña de azúcar, con características propias de la revolución verde como la alta dependencia a insumos externos (maquinaria, agroquímicos, semillas, riego, contrato de mano de obra, entre otras). Actualmente el cultivo de caña ocupa una extensión aproximada de 205.000 ha en esta parte del país. Es el principal causante de la intensa transformación y casi desaparición del bosque seco tropical (Bs-t). La mezcla del manejo convencional y la extinción casi total del Bs-t, han propiciado problemas como la degradación del suelo, recursos hídricos, biodiversidad, la fragmentación del paisaje, pérdida de la agrobiodiversidad, y la dependencia de alimentos generados fuera de la región, entre otros. En este contexto, el presente estudio analiza y plantea alternativas, de manejo de los espacios no cultivados con caña, cuya extensión bordea cerca del 12% del área destinada al cultivo, a los cuales se les presta poca importancia e interés y cuyo aprovechamiento a través de un enfoque agroecológico, podría contribuir en la mitigación de efectos ambientales, sociales y económicos causado por el monocultivo de estas fincas.

Para ello se llevó a cabo una caracterización de la temporalidad, espacialidad, manejo y condiciones biofísicas de dichos espacios. Además de visitar experiencias en la región que involucran prácticas agroecológicas y realizar entrevistas semiestructuradas a los actores del sistema productivo involucrado.

Se establecieron 7 tipos de espacios no cultivados con caña, los cuales ocupan 2,8 hectáreas en el caso San Roque. Actualmente estas áreas están siendo desaprovechadas, pero tienen un alto potencial de uso (productivo y ecológico) por sus características biofísicas, las cuales predisponen de manera positiva su aprovechamiento mediante la aplicación de prácticas agroecológicas. Llegando a mitigar y mejorar el desempeño ambiental, social y económico de dichas fincas.

1. INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El modelo de desarrollo agropecuario convencional adoptado de la revolución verde, ha permitido aumentar la productividad de unos pocos cultivos, abasteciendo de alimentos, combustibles, fibras, látex etc. los mercados nacionales e internacionales de una población cada vez más creciente. Este modelo es posible mediante la implementación de un paquete tecnológico caracterizado por el uso de agroquímicos, semillas híbridas, riego y maquinaria, el cual se fundamenta en una alta dependencia de insumos externos derivados del petróleo para el manejo del agroecosistemas (León & Rodríguez, 2002; Lobo, 2008; SOCLA, 2009; Tilman, Cassman, Matson, Naylor, & Polasky, 2002).

Para Altieri, 1999; Foley et al., 2005 y León, 2007, estos sistemas agropecuarios convencionales son generadores y/o potenciadores de problemas ambientales como la fragmentación, transformación y pérdida de ecosistemas, erosión, compactación, contaminación, salinización, acidificación del suelo, emisión de gases de efecto invernadero (GEI), lixiviación de agroquímicos que contribuyen a procesos de eutroficación, degradación de servicios eco sistémicos, entre otros. Así como externalidades sociales, que implican la desaparición de conocimientos ancestrales, inequidad en el mercado y acceso a la tierra, pobreza por sobreexplotación de los recursos naturales, desplazamiento, baja seguridad alimentaria entre otros. También han generado problemas de corte económico como, el aumento en los costos de producción consecuencia de la dependencia a insumos, lo que implica altas inversiones e incremento en las cantidades y concentraciones de agroquímicos, entre otros.

En respuesta a los problemas ambientales y la crisis social generada por la agricultura convencional, surge la agroecología. Una ciencia que integra diversas disciplinas para entender de una manera holística los agroecosistemas, y garantizar el desarrollo sostenible mediante la implementación de prácticas agroecológicas (SOCLA, 2009).

La caña de azúcar en la zona plana del valle geográfico del río Cauca, en los departamentos de Cauca, Caldas, Valle del Cauca y Risaralda ocupan cerca de 205.000 hectáreas (Quintero et al., 2008). Estos suelos tuvieron como vocación la producción de alimentos, hasta la introducción de la caña de azúcar por parte de los españoles, el establecimiento de ingenios (13 actualmente), infraestructura vial y decisiones socio-políticas, que propiciaron el monocultivo, para la producción de azúcar, licor, mieles y actualmente agrocombustibles (CEPAL, 2002; IGAC, 1969; Molina, 1998).

En la mayoría de los casos son sistemas productivos fuertemente influenciados por la revolución verde, reflejado en la simplicidad ecológica y productiva, experimentando en mayor o menor medida las externalidades negativas que arriba se describen (León, 2007; E. Molina, 1998).

No obstante, en estas fincas azucareras convencionales existen espacios no cultivados con caña, los cuales representan entre 10-12% del área total (Agrónomo de la finca San Roque, 2012).

Entre las unidades fisonómicas de dichos espacio se encuentran, los callejones cañeros, linderos, margen de quebradas, acequias, infraestructura, potreros, espacios alrededor de la casa, entre otros. Los cuales corresponde para el caso de la finca San Roque 2,8 hectáreas (12,5%) del área total (22.6 hectáreas).

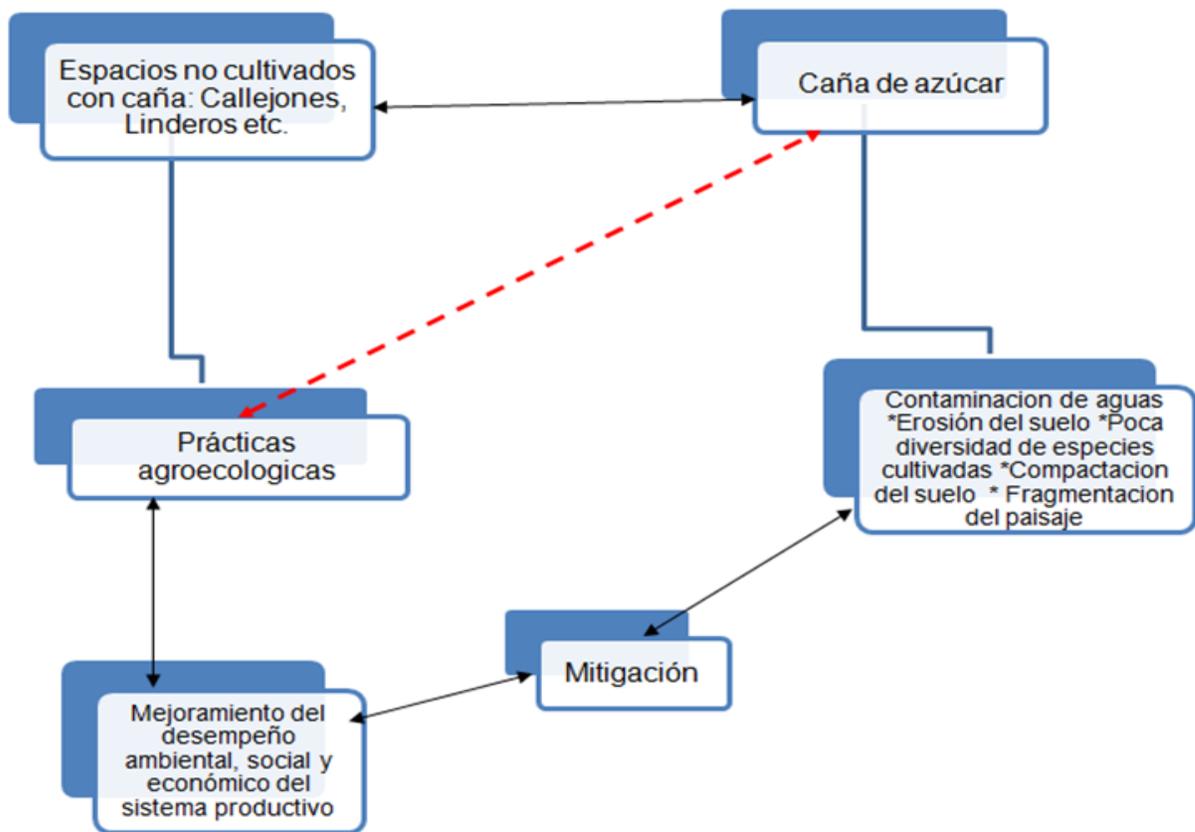
Por la temporalidad de uso de los espacios no cultivados durante las fases del cultivo de la caña, es posible diferenciar dos tipos: temporales y permanentes. Los primeros corresponden a callejones cañeros, utilizados en las labores culturales correspondientes a la siembra, subsolada, aporque, fertilización y cosecha de la caña, además del pastoreo; y espacios permanentes, como: linderos, margen de quebradas, potreros, infraestructura entre otros.

Estos espacios (12%), teniendo en cuenta las 205.000 ha cultivadas actualmente con caña, corresponden aproximadamente a 24.600 ha en el valle geográfico del río Cauca. En la mayoría de los casos no han sido tenidos en cuenta para la planificación de las fincas,

constituyen áreas donde no se desarrolla ningún tipo de actividad productiva y/o de conservación, en otros casos son guadañados y/o fumigados, generan gastos económicos adicionales, entre otros. Constituyendo una gran extensión que de tener otro manejo (rediseño), con enfoque agroecológico permitiría mejorar el desempeño ambiental, social y económico de estas fincas, con implicaciones positivas para la región.

A continuación en la gráfica 1 se resumen los principales componentes de esta investigación.

Gráfica 1. Componentes y resumen de la investigación.



Para el desarrollo de este estudio se plantearon los siguientes objetivos, que buscan responder la pregunta general ¿Cómo involucrar prácticas agroecológicas en los espacios no cultivados de fincas cañeras, para mejorar su desempeño ambiental, social y económico?

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar las prácticas agroecológicas que mejor se adaptan a las condiciones temporales, espaciales, biofísicas, sociales y económicas de una finca cañera en el municipio de Sonso, Valle del Cauca, con el propósito de aportar a su sostenibilidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1 Identificar las dinámicas temporales y espaciales de las áreas no cultivadas con caña de azúcar en la finca San Roque.

OE2 Caracterizar las prácticas con enfoque agroecológico que se pueden implementar en los espacios no cultivados con caña de azúcar, en el estudio de caso.

OE3 Indagar sobre los posibles beneficios ambientales, sociales y económicos de la implementación de prácticas agroecológicas en las áreas no cultivadas con caña de azúcar.

3. MARCO TEÓRICO

La presente investigación considera como soporte de su diseño, ejecución y análisis, los siguientes conceptos:

3.1 AGRICULTURA CONVENCIONAL

La agricultura convencional surge a partir de la revolución verde teniendo como propósito la industrialización del campo y el abastecimiento de alimentos. Por medio de la maximización de la producción y ganancias, sin tener en cuenta las repercusiones a largo plazo y las dinámicas ecológicas en los agroecosistemas. Las principales prácticas son la labranza mecánica intensiva, el monocultivo, sistemas de riego, agroquímicos y manipulación genética. Las cuales han demostrado su insostenibilidad en el largo plazo y hoy se cuestiona su efectividad para abastecer de alimentos a la población (Gliessman, 2002).

La gran mayoría de los sistemas productivos cañeros en el valle geográfico del río Cauca, están apadrinados por la agricultura convencional. La agroindustria azucarera afirma Molina (1998) “ha generado una inestabilidad en el sistema alimentario regional; reflejado en la caída de la producción de alimentos básicos, el incremento de las importaciones de alimentos, los aumentos de precio de los elementos principales de la canasta familiar y por consiguiente el abandono de las dietas tradicionales” (p. 69).

3.1.1 El modelo de desarrollo agropecuario adoptado por Colombia

En Colombia se adoptó el modelo de desarrollo agropecuario convencional/productivista, derivado de la revolución verde desde 1960 hasta la actualidad. Con el fin de aumentar la productividad en cultivos comerciales (algodón, caña de azúcar, palma africana, sorgo, soya y arroz de riego, entre otros), para poder competir en mercados internacionales. De esta manera la frontera agrícola se amplió; pasando de tener en 1970 según León (2007, p. 73) “24,3 millones de hectáreas en cultivos”; a tener

según el Ministerio de agricultura y desarrollo rural en el 2010´´ 50.91 millones de hectáreas´´(p. 3). Producto de la intensificación la cual traería una serie de impactos sociales, culturales y ambientales negativos (León & Rodríguez, 2002; León).

La implementación de este modelo en el país ha generado que cerca del 60-70 % de los suelos cultivados sufran en alguna medida procesos de erosión. La aplicación indiscriminada de agroquímicos ha provocado la contaminación de aguas subterráneas y superficiales, procesos de eutroficación y sedimentación, alteración de procesos ecológicos como la polinización, dispersión, ciclos bioquímicos e hidrobiológicos, además de generar en algunos casos particulares problemas de salud, desprestigio a conocimientos ancestrales, desplazamiento forzado, pérdida de paisajes naturales, entre otros (León, 2007).

3.1.2 Los monocultivos y sus impactos

Como su nombre bien lo expresa se trata de arreglos espaciales y temporales de un solo cultivo, en este caso caña de azúcar. El monocultivo de palma africana, maíz, pasto, caña, papa, arroz, flores, entre otros, en Colombia y el mundo se caracterizan por ocupar grandes extensiones homogéneas simplificadas, dedicadas en su mayoría a la producción agroindustrial (concentrados, agrocombustibles, alimentos), como consecuencia de una demanda internacional y nacional. Impulsados, por el estado, grandes compañías nacionales, multinacionales (Monsanto, Bayer, Dupont,) o una mezcla de estas. Que pretenden concentrar y homogenizar las tierras (León, 2007; Pengue, 2005).

Si bien es cierto que los monocultivos generan momentáneamente ventajas económicas, en el largo plazo tienen consecuencias negativas en el ámbito social, económico y ambiental. El monocultivo exige una alta dependencia de insumos externos, para asegurar la producción en el corto plazo, lo que se traduce en alta demanda energética de combustibles fósiles y derivados, características del paquete de la revolución verde (Altieri, 2009a; León & Rodríguez, 2002).

Los monocultivos tienen muchos de los rasgos o indicadores de insostenibilidad e inestabilidad en sistemas productivos como:

- ignorar las interacciones ecológicas,
- transformar y adaptar grandes áreas para el cultivo de una sola especie,
- baja utilización de mano de obra familiar y local,
- escasa agrobiodiversidad y por lo tanto poca estabilidad,
- causan deterioro de los recursos naturales,
- implican altos costos en la producción,
- generan nociva dependencia a insumos externos,
- ocasionan la contaminación de aguas por lixiviación de agroquímicos.
- Así como problemas de salud en poblaciones humanas y ecosistémicas, (Altieri, 2009a, 2009b; Altieri & Nicholls, 2009a, 2009b; Foley et al., 2005; Gliessman, 2002; León, 2007; Lobo, 2008).

3.2 AGROECOLOGÍA

La agroecología es una ciencia que surge como propuesta alternativa de desarrollo agropecuario, en respuesta a la crisis ecológica y social, derivadas del modelo de la revolución verde “desarrollismo” (Altieri, 1999; Gliessman, 2002; León, 2007; D. Rodríguez, n.d.). Para Altieri, 1999 es la “Disciplina que provee los principios ecológicos básicos para estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que sean productivos y conservadores del recurso natural, y que también sean culturalmente sensibles, socialmente justos y económicamente viables” (p. 9).

Para Gliessman 2003, la agroecología busca la sostenibilidad (conservación de recursos, tradiciones, conocimientos locales,) en agroecosistemas, por medio de la aplicación de conceptos ecológicos para su diseño y manejo, que permitan ser altamente productivos para abastecer de alimentos a la población creciente.

Por su parte la agricultura ecológica según Palacios, 2001(citado en León & Rodríguez, 2002), es un “sistema holístico de gestión de la producción, que realza y fomenta la diversidad de los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo y que se basa en un reducido uso de insumos externos y en la no utilización de fertilizantes y plaguicidas de síntesis química. Además, tiene en cuenta que las condiciones regionales requieren de sistemas adaptados localmente” (p. 36).

3.2.1 Principios de Sostenibilidad en Agroecosistema

Los agroecosistemas, son espacios en la superficie de la tierra destinados a la producción agrícola y/o pecuaria entendidos como ecosistemas, en donde la manipulación del hombre juega un papel fundamental para el desarrollo de cultivos y procesos ecológicos, buscando beneficios alimenticios y/o económicos principalmente. Presentan características muy diferentes a los ecosistemas naturales, como cadenas tróficas simples, fenología sincronizada, etc.(Altieri, 1999).

Son sistemas, que resultan de la coexistencia de elementos bióticos (cultivos, personas, fauna, flora, etc.) y abióticos (clima, suelo, agua, etc.) que interactúan entre sí, por medio de flujos de energía (radiación solar) y materia (ciclaje de nutrientes). Generando diversos beneficios siempre y cuando sean manejados adecuadamente, con prácticas como: la conservación del suelo, agrobiodiversidad y recursos hídricos que permiten la adaptabilidad al cambio climático, mejorar la conectividad funcional y estructural del paisaje, entre otras (Altieri, 1999; Gliessman, 2002; Kolmans & Vásquez, 1999; Rodríguez, n.d.).

La sostenibilidad² en los agroecosistemas, está fuertemente relacionado con las prácticas de manejo. En este sentido Gliessman (2002, p 13), menciona “la agricultura sostenible

² Según el concepto de desarrollo propuesto por la comisión mundial para el medioambiente y desarrollo (1987), citado en SOCLA, 2009 se considera desarrollo sostenible “aquél que puede garantizar la producción a través del tiempo, sin poner en riesgo la disponibilidad al acceso de recursos naturales y la calidad de estos para las generaciones futuras, satisfaciendo las necesidades actuales” (p. 11).

debería tener el mínimo impacto negativo en el ambiente y no liberar sustancias tóxicas o dañinas a la atmósfera, al agua superficial o subterránea. Debe preservar y reconstruir la fertilidad del suelo, prevenir la erosión y mantener la salud ecológica del suelo; usar agua en forma tal que permita la recarga de acuíferos y su uso por parte de la población humana y otros elementos del ecosistema. Hacer uso de los recursos dentro del agroecosistema, incluyendo las comunidades cercanas, reemplazando los insumos externos con un mejor ciclo de nutrientes. Promueve la adecuada conservación y amplio conocimiento ecológico; valorar y conservar la diversidad biológica, tanto en los paisajes silvestres como los domesticados; y garantizar la equidad en el acceso a las prácticas agrícolas apropiadas, al conocimiento y a la tecnología así como permitir el control local de los recursos agrícolas''.

3.2.2 Enfoque agroecológico y prácticas agroecológicas

En los agroecosistemas la producción, diversidad de cultivos, procesos ecológicos y el estado de los recursos naturales, están estrechamente relacionados con las actividades o prácticas culturales (el cómo se hace). El enfoque agroecológico tiene como uno de sus objetivos, que las prácticas agroecológicas permitan reducir y/o evitar el daño en la actividad del edafón (organismos vivos del suelo) estructura y composición del suelo, además de pretender maximizar los beneficios sociales, culturales, ecológicos y económicos(Kolmans & Vásquez, 1999).

Los agroecosistemas con enfoque agroecológico se deben diseñar en función de la protección, del suelo, cultivos, agua y biodiversidad, además de mejorar la fertilidad del suelo, mediante la integración de árboles, arbustos, animales y cultivos, diversos (Altieri & Nicholls, 2009a). En el enfoque agroecológico es indispensable conocer las condiciones biofísicas locales para la correcta formulación y diseño de agroecosistemas, a través de prácticas agroecológicas. No se trata de una receta de cocina o caja de herramientas (agricultura convencional) que se aplican desconociendo las condiciones particulares de cada terreno (N. Clavijo, 2011)

El enfoque agroecológico como lo plantea Gliessman 2002, permite la conservación y uso de la agrobiodiversidad, lo que se traduce en una mayor complejidad en los agroecosistemas y por lo tanto en una mayor estabilidad frente algún tensor ambiental y/o de mercados.

Algunos ejemplos de prácticas culturales con enfoque agroecológico son: el manejo integrado de plagas, fertilización orgánica, las rotaciones y asociaciones de cultivos, el ciclaje de nutrientes, los policultivos, las cercas vivas, el manejo ecológico del suelo, la protección de fuentes hídricas, labranza mínima, mejoramiento de la estructura y funcionalidad del paisaje, la inclusión de flora nativa, uso de vegetación circundante entre otras (Kolmans & Vásquez, 1999). A continuación en la tabla 1 se describen algunas de estas prácticas.

Tabla 1. Prácticas agroecológicas y breve descripción

Práctica agroecológica	Descripción
Manejo integrado de plagas	Implementación y mejoramiento de prácticas, naturales como el control biológico por medio de enemigos naturales; y culturales como, rotación-asociación de cultivos, entre otras que permitan disminuir a umbrales económicos aceptables las pérdidas generadas por plagas (S. Clavijo, 1993).
Incorporación de materia orgánica	Importancia y estrecha relación con fertilidad del suelo ha sido ampliamente reconocida por: mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (Sullivan, 2007)

Las diferentes actividades culturales y el enfoque con que estas se llevan a cabo en los agroecosistemas (convencionales, agroecológicos, orgánicos...) influyen como se menciona anteriormente en la salud y calidad del suelo.

En la imagen 1 se observa, a la izquierda el suelo del cultivo con caña de azúcar en la finca San Roque, detalle la poca materia orgánica, escasa vegetación espontánea y los márgenes de las quebradas desprotegidos, prácticas culturales fundamentadas en el enfoque de la revolución verde. Por su parte a la derecha de estas dos imágenes, se aprecian los suelos

de agroecosistemas estructurados sobre principios agroecológicos. En primera instancia se tiene cobertura vegetal permanente y diversidad de vegetación espontánea, en la Granja Agroecológica Familiar Pura Vida. Por último el suelo en el cultivo de la caña en la Reserva Natural El Hatico, donde se aprecia la gran cantidad de materia orgánica.

Imagen 1. Suelos bajo prácticas convencionales y agroecológicas.



3.2.3 Beneficios ambientales, económicos, culturales y sociales de las prácticas con enfoque agroecológico.

Para Altieri (1999) la agroecología ha buscado sistema de producción autosuficientes y diversificados, donde sea baja la utilización de insumos externos al sistemas y se tenga un uso eficiente de la energía, manteniendo así la biodiversidad (microorganismos, plantas, animales, culturas, tradiciones entre otros) y los procesos ecológicos especialmente los relacionados con el ciclaje de nutrientes y la materia orgánica. Lo anterior orientado a la obtención de los siguientes beneficios.

- Ambientales: captura de carbono, evitar procesos de erosión y degradación del suelo, aumento en la diversidad de especies cultivadas, mejoramiento en la estructura y funcionalidad del paisaje, conservación de la agrobiodiversidad, culturas, suelo y agua entre otros.
- Económicos: valor agregado por la producción de alimentos orgánicos, asegurar y mantener la producción en el largo plazo, conservar los recursos naturales como el

suelo y agua, reducción en la compra de insumos, resiliencia frente algún tensor, autoabastecimiento de gran parte de los insumos requeridos, entre otros.

- Sociales: la recreación, el mejoramiento en la calidad del aire, recuperación y valoración de conocimiento local, fortalecimiento de capacidades productivas y asociativas, en la salud al no estar en contacto con agrotoxicos, el mejoramiento de la belleza paisajística y entorno, entre otros.

3.3 EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es un pasto o gramínea originaria del sureste Asiático llega con Sebastián de Belalcázar al Valle del Cauca en 1538 y rápidamente se dispersa. En 1954 aparece la Corporación Autónoma Regional del Valle del Rio Cauca (CVC) encargada en ese entonces, de la transformación de 80.000 ha de humedales, bosques ripiaros y áreas con ciclos de inundación como las madre viejas del río Cauca, laguna de Sonso o Chircal, laguna del Burro, entre otros, por monocultivos principalmente de caña y pastos. Además de los procesos de transformación paisajísticos para la electrificación de la región, el establecimiento de distritos de riego (modificación del cursos de quebradas y ríos) y la construcción del embalse de la Salvajina en el Cauca (CEPAL, 2002; Orozco, 2002).

Según el IGAC, (1969) en ese entonces la caña ocupaba 80.000 hectáreas, repartidas en terrenos propios de ingenios (35%), terrenos alquilados (15%) y colonos (50%), para abastecer a los 16 ingenios. Según CENICAÑA, (1995) para ese año 185.000 hectáreas se dedicaban al cultivo de la caña en el valle geográfico del río Cauca.

Actualmente el Valle geográfico del río Cauca tiene 1.200 cultivadores de caña que corresponden al 75% de los predios, aunque los ingenios (13) manejan por arrendamiento, cuentas en participación y proveedores en administración el 50% del área cultivada. El área de estos cultivos según Quintero et al., 2008 alcanza las 205.000 ha. El conglomerado del azúcar corresponde a la actividad agroindustrial, económica y social más importante del Valle del Cauca (CEPAL, 2002).

El proceso productivo convencional de la caña consiste en la adecuación de tierras (estudio de suelo, topografía, nivelación del terreno, destrucción de cepas y rastrillada), posteriormente se prepara el terreno para la siembra con la subsolada, arada, surcada y adecuación de drenajes. Después viene el control químico de malezas (batatilla, guinea, cortadera, coquito, entre otras) con Ametrina 2lts/ha; Diurón 1.5 kg/ha; y 2-4 D Amina 1.5lts/ha. El control biológico de plagas (picudo, barrenadores, salivazo, etc) se da por liberación de insectos parasitoides del orden Díptera, familia Tachinidae, como *Lydella mínense*, *Billaea claripalpis* y *Paratheresia* sp, entre otros. Adicional a este control algunas labores culturales como la surcada impiden la aparición de malezas, plagas y enfermedades. Consecutivamente se fertiliza con urea (400kg/ha) al 46% y cloruro de potasio (2kgKCl/ha). Al cabo del 10 mes se aplica glifosato como madurante y al 13 mes se quema, corta, alza y transporta, para seguir su proceso en el ingenio(Agrónomo de la finca San Roque, 2012; CENICAÑA, 1995).

La caña es una planta tipo C-4, lo que se traduce en alta tasa de fotosíntesis y producción de biomasa por hectárea, alcanzando valores de T.C.H. (toneladas de caña por hectárea)/año en promedio (teniendo en cuenta cuatro cortes) que varían según el manejo; 112 ton para el manejo convencional, 127 ton para el manejo agroecológico y 142 ton para el manejo agroecológico integrado con el componente pecuario (Molina, 1998). Lo que en azúcar corresponde al 12% (CENICAÑA, 1995).

Sin embargo pese a este desarrollo tecnológico, el monocultivo de caña ha generado un desplazamiento de los cultivos tradicionales (plátano, yuca, algodón, arroz, café, frutales, girasol, entre otros) hacía zonas marginales (ladera). Y se han identificado problemas como emisiones de GEI, eutroficación de canales, compactación, erosión y salinización del suelo, contaminación de aguas, entre otros. Así como de tipo alimentario, en el sector de la salud y por la alta dependencia de los cultivadores a los ingenios (León, 2007; Molina, 1998).

Actualmente la gran mayoría de las fincas azucareras se encuentra sembrada con la variedad de caña CC-8592 (Cenicaña Colombia). La cual genera mayor dependencia a los

agroquímicos y al paquete que ofrecen los ingenios. Es resistente al glifosato, mientras que otras variedades no.

En 1998 Molina, afirma a la implementación de glifosato como madurante. “La agroindustria es la que más se beneficia de esta práctica, asume que la aplicación de este producto no tiene efectos negativos sobre la producción en socas posteriores, desconociendo los efectos que se producen en el corto y largo plazo al emplear masivamente estos compuestos, no solo sobre el cultivo de la caña, sino sobre el resto de especies vegetales y animales; así como también los riesgos que representa para la salud humana” (p. 101).

3.4 ESPACIOS NO CULTIVADOS CON CAÑA (ENCC)

Corresponden a las áreas de las fincas cañeras que no son cultivados con caña de azúcar. La extensión de estos espacios oscila entre el 10-12% del total de estas fincas (Agrónomo de la finca San Roque, 2012; Molina, 1998). Dentro de estas zonas, es posible diferenciar 2 tipos de ENCC de acuerdo a sus dinámicas temporales (momentos de uso de los ENCC en el proceso productivo de la caña) y espaciales (cambios en la configuración de los ENCC por las fases productivas del cultivo de caña).

- Temporales: como callejones cañeros, espacios para facilitar las labores de la maquinaria en la cosecha y en la adecuación de riego y drenaje, principalmente. Existen callejones primarios y secundarios; los primeros son los encargados de dividir las suertes³ o parcelas, por lo general tienen 9m de ancho; los secundarios dividen tablones (subdivisión de la suerte) en promedio tienen 4.5 m de ancho. Al borde de cada callejón son dejados un metro de ancho a cada lado, para los drenajes y acequias de riego (CENICAÑA, 1995).

³ Suerte: “Unidad parcelaria en que se divide una hacienda, finca, o predio sembrado en caña de azúcar; puede medir desde 1 hasta 25 ha, o más; por lo general, tienen forma regular y se encuentra delimitada por callejones, carreteras y canales” (CENICAÑA, 1995; p vii)

- Permanentes: áreas que no se ven afectadas directamente durante las fases del cultivo de la caña. Como los linderos, infraestructura, margen de las quebradas, espacios alrededor de la casa, microambientes de conservación⁴ entre otros.

En la gran mayoría de la fincas cañeras convencionales de esta parte del país, los ENCC generan gastos económicos para mantenerlos limpios, ya sea con guadañas o con la aplicación de herbicidas. Estos últimos han ocasionado la contaminación del agua, suelo, ambiente y pueden ocasionar problemas de salud humana (Molina, 1998)

4. MARCO CONTEXTUAL

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

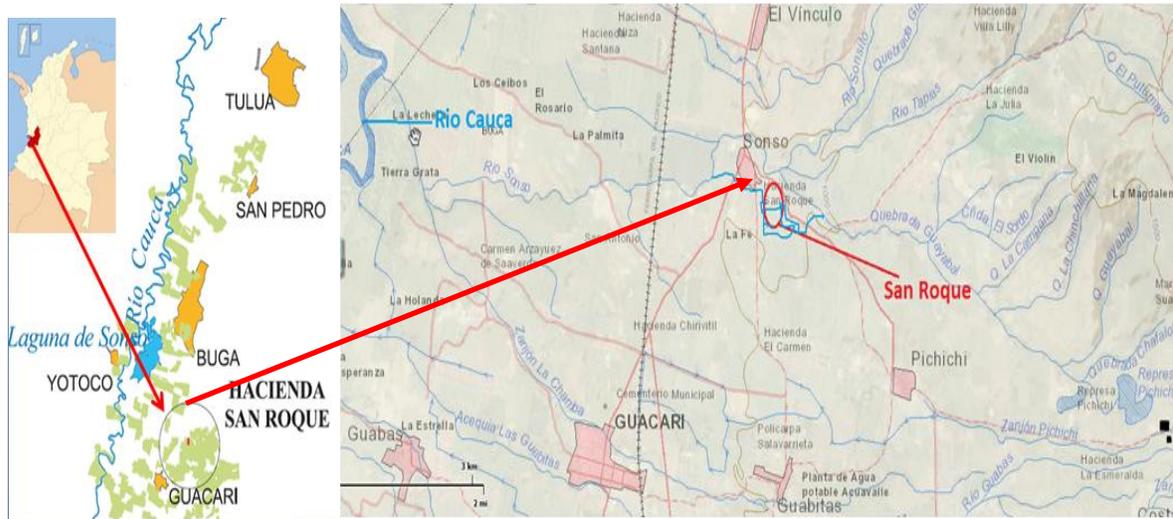
La finca San Roque, se encuentra ubicada en el corregimiento de Sonso, municipio de San Juan Bautista de Guacari en el departamento del Valle del Cauca, Colombia (imagen 2). Aproximadamente a 60 km de Santiago de Cali capital del departamento. Esta a 1000 m.s.n.m., con temperatura promedio de 24 grados centígrados, precipitación promedio 1200 mm (IGAC, 1969; Quintero et al., 2008). Por su predio pasan tributarios del río Sonso que desemboca en el río Cauca. Limita con fincas cañeras y una carretera.

La finca, hace parte de la matriz dominante en el paisaje como lo es la agricultura industrial de la caña de azúcar, además de representar algunas de las características (tenencia de la tierra, contratos con ingenios, manejo, relieve...) más comunes de las fincas cañeras convencionales. Se la considera pequeña (22,6 ha) si se tiene en cuenta que la extensión promedio de estas en el valle geográfico del río Cauca es de 92 ha (CEPAL, 2002).

⁴ Microambientes de conservación: En este caso, corresponden a pequeñas áreas remanentes de la transformación de los ecosistemas naturales, las cuales conservan alguna de la flora, fauna, nivel superficial del agua, temperatura, entre otras condiciones ambientales. Por ejemplo: gradual, humedal, parches de Bs-t, entre otros. Se mantienen entre otras cosas por; decisiones del productor, las condiciones ambientales (relieve, vegetación, drenaje...), factores externos (normas locales, leyes, mercados etc.) o un balance entre estas (Corrales, 2008).

El paisaje del valle geográfico del río Cauca es una planicie de 200 Km de largo por 15 Km de ancho en promedio, abarcando 406.000 hectáreas que van desde Santander de Quilichao (Cauca) hasta el Viterbo (Caldas) (Quintero et al., 2008).

Imagen 2. Área de estudio. Imagen modificada en Paint. Tomada de la página de internet del Igac (www.igac.gov.co).



Conformado por depósitos de sedimentos de origen aluvial (fluvio-lacustres, marino, glaciales), terrazas disectada y abanicos largos de poca pendiente, se cree que fue un gran lago desde Cartago, Valle del Cauca hasta Suárez en el departamento del Cauca. El río Cauca nace en el paramo de las papas en la laguna del Buey, en la vertiente occidental de la cordillera central, es considerado un río maduro por formar meandros, madre viejas, diques, terrazas y basines. Ha sido fundamental en los procesos de sedimentos en la llanura aluvial. Descansa más cerca de la cordillera occidental debido a que la cordillera central presenta mayores alturas, provee más ríos tributarios al Cauca y con mayor carga de sedimentos. Los materiales más gruesos (piedras, arenas) están más cerca de las cordilleras y en la parte más baja son más comunes los limos y arcillas (IGAC, 1969).

Hace parte de las cuatro zonas del mundo donde se puede cultivar caña durante todo el año, además de alcanzar los más altos rendimientos en toneladas de caña/ha/año(CENICAÑA, 1995; CEPAL, 2002; León, 2007).

5. METODOLOGÍA

La metodología de este trabajo se abordó en el orden de los 3 objetivos específicos. Contempla investigación de tipo; cuantitativo, se refiere a variables que se pueden medir en términos matemáticos, químicos, biológicos, etc; e investigación cualitativa, la cual a través de sus instrumentos (entrevistas semiestructuradas⁵; observación directa y participante⁶, entre otros) pretende analizar, comprender y describir los fenómenos o procesos relacionados con las personas y su entorno (Expósito, 2003; Ramírez, n.d.).

Esta investigación consta de tres fases: diseño del proyecto de investigación y levantamiento del marco teórico, de campo y análisis. Las cuales se representan en la imagen 3.

5.1 DISEÑO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y LEVANTAMIENTO DEL MARCO TEÓRICO (FASE 1)

Esta fase consistió en estructurar el marco teórico del proyecto de investigación y la identificación de las unidades fisionómicas a investigar.

⁵ Entrevista semiestructurada: Entrevista planificada previamente con una serie de preguntas establecidas, que busca explicar fenómenos o procesos. Donde se puede desarrollar un dialogo sin tensiones con el entrevistado, las preguntas pueden cambiar (Expósito, 2003).

⁶ Observación directa y participante: Observación, permite al investigador apropiarse y tener una aproximación sobre el espacio ocupado por los grupos sociales. Directa cuando el investigador observa desde afuera, es ajeno a la realidad, solamente observa. Participante cuando este se involucra en las actividades cotidiana (Expósito, 2003)

Para el primer caso se determinaron y caracterizaron los temas a tratar entre ellos, el manejo convencional del cultivo de la caña de azúcar, las prácticas agroecológicas, los espacios no cultivados, entre otros. Fue un proceso de más de seis meses, donde los profesores Neidy Clavijo y Andrés Etter colaboraron enfatizando sobre las temáticas pertinentes, al igual que los ingenieros agrónomos Andrés Martínez y Gloria Echeverri.

Una vez establecidos se procedió a la búsqueda, en la biblioteca de la Universidad Javeriana, Universidad del Valle y en internet; otro material fue facilitado por estas personas. La organización de la información y bibliografía se realizó mediante el programa Mendeley, el cual esta gratuitamente en internet.

Para el establecimiento de las unidades fisionómicas⁷ a estudiarse, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- Primero, se realizó un recorrido a pie por toda la finca, elaborando un mapa con las diferentes coberturas vegetales (cultivo de caña, pasto, jardines, frutales, etc.) y no vegetales (bodega, establos, casa, etc).
- Posteriormente, se hizo una socialización y corrección del mapa con los trabajadores, habitantes, agrónomo y propietario.
- Finalmente, las unidades fisionómicas establecidas se plasmaron en el plano realizado por Harold Echeverri en Junio de 2007, realizando las modificaciones mediante el programa Paint, generando un nuevo mapa.

5.2 FASE DE CAMPO (FASE 2)

La fase de campo implicó la recolección de información concerniente a los siguientes componentes y variables que se muestran en la tabla 2.

⁷ Unidad Fisionómica: En este caso se tomo, como el espacio del agroecosistema (San Roque) que comparte características comunes en cuanto a su cobertura (vegetal o no) (Corrales & Forero, 2007)

Tabla 2. Componentes de estudio y sus variables a determinar.

Componente	Variables
Extensión, dinámica temporal, espacial y manejo de los espacios no cultivados	Linderos, callejones cañeros, margen de quebradas, potrero, infraestructura, espacios alrededor de la casa, kiosco; y microambientes de conservación.
Características biofísicas de los espacios no cultivados con caña.	Agrobiodiversidad, captura de carbono, clima y suelo.
Experiencias exitosas en la región con enfoque agroecológico	Prácticas agroecológicas implementadas, identificación y características de la vegetación.
Factores que incentivarían la disposición del propietario de San Roque a implementar prácticas agroecológicas	Los requerimientos y necesidades del productor para llevar a cabo prácticas agroecológicas en dichos espacios.

A continuación se explica más detalladamente la metodología utilizada para cada uno de los componentes.

5.2.1 Extensión, dinámica temporal y manejo de los espacios no cultivados.

- Una vez identificados los espacios no cultivados con caña en la fase 1, se procedió a determinar en campo la extensión de cada uno, mediante la medición directa con una cinta métrica⁸. Para ello, en un libro de campo, elaborado previamente para tal fin, se registraron el largo y ancho de cada uno de estos espacios con el propósito de estimar su área aproximada, en metros cuadrados (m²).

⁸ Cinta métrica: Instrumento para medir longitud, consiste en una cuerda plástica de 100 m de largo marcada cada metro con cinta aislante.

- Consecutivamente se observó, fotografió y se describió en el libro de campo, el movimiento y uso de dichos espacios, sobre todo en la época en la que se registra mayor tránsito, la cosecha del cultivo de caña⁹.
- También se realizaron entrevistas semiestructuradas a los siguientes actores: el ingeniero agrónomo encargado del manejo de la finca (ver en el anexo 1); y los dos trabajadores de la finca (ver en el anexo 2), con el fin de consultarles sobre las dinámicas temporales y espaciales de las zonas no cultivadas con caña, durante las distintas fases del cultivo con caña de azúcar (siembra, fertilización, Corte, Alce y Transporte (CAT), fumigaciones, adecuación de tierras etc.).
- Por otra parte, el uso y manejo de los espacios no cultivados con caña se determinaron de dos formas: la primera consistió en realizar recorridos por toda la finca e ir registrando mediante fotografías y, con la descripción en el libro de campo la cobertura, vegetal, infraestructura, vías, etc.; la otra forma se fundamentó en las entrevistas semiestructuradas a los trabajadores y el agrónomo de la finca.

5.2.2 Características biofísicas de los espacios no cultivados con caña.

Por la magnitud, confiabilidad y temporalidad de los datos climáticos (precipitación, humedad relativa, temperatura) esta variable se determinó mediante información secundaria principalmente de IGAC, (1969) y Carbonell et al., (2001).

Las variables biofísicas de los espacios no cultivados que se tomaron directamente fueron:

- La agrobiodiversidad: Vegetación espontánea¹⁰, interacciones ecológicas¹¹ y flora de microambientes de conservación.

⁹ Cosecha: Se realizó el 07 Abril de 2012.

¹⁰ Vegetación espontánea: “También llamada maleza, la define Benzing (2001, citado en Clavijo et al., s.f) como aquellas plantas de buena capacidad de colonización que aprovechan las condiciones creadas por el ser humano en el

- Captura de carbono.
- Características del suelo: Se tuvo en cuenta la fertilidad, densidad aparente, velocidad de infiltración¹², abundancia de lombrices, presencia-ausencia y abundancia de micelio, *Dichotomius* sp, olor del suelo y el nivel de actividad biológica¹³.

De acuerdo a lo realizado en la fase 1 y 2 se establecieron por sus características de manejo, con criterios (del investigador, agrónomo, trabajadores de la finca y propietario) y extensión, siete tipos de espacios no cultivados con caña, para realizar los muestreos correspondientes a cada variable biofísica, los cuales se detallan en la tabla 3.

Tabla 3. Unidades fisionómicas establecidas y las variables biofísicas a tener en cuenta para cada una.

Unidad fisionómica	Variables
a.1 Linderos	Agrobiodiversidad: vegetación espontanea e interacciones ecológicas. Captura de carbono. Suelo.
a.2 Callejones cañeros	
a.3 Margen de quebradas	
a.4 Potrero	
a.5 Espacios alrededor de la casa y kiosco	Agrobiodiversidad: interacciones ecológicas. Captura de carbono
a.6 Infraestructura	Agrobiodiversidad: interacciones ecológicas.
a.7 Microambientes de conservación	Agrobiodiversidad: vegetación en microambientes e interacciones ecológicas.

ecosistema; es decir, son las primeras especies por medio de las cuales la naturaleza trata de recuperar su espacio'' (X. Zuluaga, 2010:59)

¹¹ Interacciones ecológicas: Relaciones ecológicas como el parasitismo, la predación y la asociación de especies.

¹² Velocidad de infiltración: Indicador indirecto del grado de compactación. Por lo tanto de los impedimentos físicos para penetrar el suelo por parte de las raíces, y del daño a la estructura.

¹³ Lombrices, micelio, *Dichotomius* sp y actividad biológica: Son indicadores de la presencia de materia orgánica, la fertilidad, manejo y salud del suelo. Se valoran en el enfoque agroecológico por su capacidad para transformar materia orgánica, fertilizar el suelo, mejorar la retención de humedad, infiltración y aireación, proveer sustancias estimulantes para el crecimiento de plantas, consumir organismos perjudiciales, realizar la labranza biológica, indicar el buen o mal manejo del suelo entre otros (Brechelt, 2004; Núñez, 1997; Sullivan, 2007).

A continuación se realiza una explicación más específica de la metodología implementada para cada variable biofísica.

5.2.2.1 Agrobiodiversidad.

En la tabla 4 se presentan las variables a tener en cuenta y el procedimiento realizado para cada una.

Tabla 4. Variables y procedimiento para determinar la agrobiodiversidad.

Variable	Procedimiento
Vegetación espontánea	Según la metodología de Zuluaga, 2010 se construyó un marco de madera de 1m ² , donde se contó el número de individuos por especies, se estimó visualmente el porcentaje de suelo desnudo, con hojarasca y se identificó la vegetación. Se realizaron 3 muestreos (elegidos por el investigador) para cada una de las unidades fisionómicas.
Interacciones ecológicas	Se determinaron e identificaron mediante recorridos a pie por las unidades fisionómicas. Las interacciones se establecieron de acuerdo a observaciones que se hacían notorias a simple vista, para el investigador.
Vegetación en microambientes	

La identificación de la vegetación, se desarrolló mediante la observación participativa junto a los trabajadores y el agrónomo. Durante recorridos por la finca se les pregunto por los nombres que recibe la flora, para su posterior búsqueda en la literatura: Malezas más comunes de Colombia (Armando Bermúdez, 1997); Malezas tropicales (Juan Cárdenas, Carlos Reyes y Jerry Doll, 1972); Flora arvense de la región cafetera centro-andina de Colombia (María Vélez, Carlos Agudelo y Diego Macías, 1998), Manual de malezas (Schering Corporation, 1972); Centrosema: Biología, Agronomía y Utilización (Schultze-Kraft, Clements, & Keller-Grein, 1997); Fundamentos y metodología para la identificación de plantas (Mahecha, 1997); Estudio en leguminosas Colombianas (Forero & Romero, 2005); Manejo y control de malezas en el trópico (Doll, 1979); Fundamentos de limnología neotropical (Roldán & Ramírez, 2008); Water plants of the world. A manual for the identification of the genera of freshwater macrophytes (Cook, Gut, Rix, & Schneller, 1974);

y Plantas acuáticas vasculares de Venezuela (Velásquez, 1994). Adicionalmente se mostraron fotografías de la vegetación de humedal a la profesora Ángela María Zapata, para su identificación.

Para determinar las especies involucradas en las interacciones ecológicas se utilizó la siguiente literatura: La gran enciclopedia de los insectos (Toole, 2007); Enciclopedia de las plagas y enfermedades de las plantas (Greenwood & Halstead, 2002); e Insectos de Colombia (Wolff, 2006); y la bibliografía que arriba se enumeró. Además de la observación participativa con los trabajadores y el agrónomo, de la misma manera que arriba se describe.

5.2.2.2 Suelo.

A continuación en la tabla 5 se detalla la metodología implementada para cada variable del suelo.

Tabla 5. Variables del suelo y procedimiento llevado a cabo.

Variable	Procedimiento
1. Fertilidad y densidad aparente.	<p>El muestreo se realizó el 16 de marzo faltando 3 semanas para la cosecha de la caña.</p> <p>Siguiendo la metodología de Osorio, (1999), las 10-20 submuestras de suelo se toman al azar hasta completar un kilo. Tobón, n.d. (citado en Osorio, 1999) “caminando en zig-zag el terreno y tomando submuestras en cada vértice que se cambie de dirección” (p. 2). En la imagen 7 se observan los puntos donde se tomaron las submuestras.</p> <p>Primero se remueven las plantas y hojarasca (entre 1-3cm profundidad) de un área de 40x40 cm, se introduce la pala hasta 20 cm de profundidad y se colectan las submuestras de suelo. Las cuales se van depositando en un balde, hasta completar un 1kg (muestra). Posteriormente se remueven las raíces, lombrices, piedras gruesas e insectos del suelo. Se desmenuza el suelo con la mano y, se transfiriere cada muestra a una bolsa marcada, con cada espacio no cultivado(W. Osorio, 1999)</p> <p>Al laboratorio de la Universidad Nacional sede Palmira, se pidió un análisis químico de caracterización y elementos menores. Y físico de densidad aparente.</p>
2. Velocidad de infiltración.	<p>Se siguió la metodología propuesta por USDA, (2000). La cual consiste en clavar sobre el suelo, con ayuda de un mazo y un bloque de madera, un anillo (de 15,24 cm de diámetro; 12,70 cm de altura; y 3,17mm de espesor) por el lado biselado a una profundidad de 7,5 cm. Posteriormente el anillo se cubre con un plástico y se le añade agua destilada de una botella plástica (aforada a 444ml). Consecutivamente se retira el plástico e inmediatamente se cronometra el tiempo que tarda el suelo en absorber el agua. El cálculo se realizó siguiendo la metodología de este mismo autor. Se hicieron tres repeticiones para cada unidad fisionómica, de acuerdo al criterio del investigador</p>
3. Lombrices.	<p>Según USDA, (2000) consiste en delimitar un espacio de 900 cm² (30 * 30 cm) y cavar con una pala hasta 30cm de profundidad, este trozo de suelo se lo pone en una bandeja para contar las lombrices. Posteriormente la cantidad de lombrices encontradas fue llevada a m². Se realizaron tres repeticiones para cada unidad fisionómica</p>

	muy cerca al ensayo de infiltración.
4. Colonización de micelio.	<p>Fue aprendido durante la visita a la reserva natural el Hatico, el 30/03/2012, al igual que los otros indicadores (<i>Dichotomius</i> sp, olor del suelo y actividad biológica). Donde participaron los profesores del doctorado de agroecología Miguel Altieri y Clara Nicholls; los propietarios del Hatico e investigadores asociados al CIPAV (Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria), Carlos Molina, Enrique Molina y María Mercedes Murgueitio; y el director del CIPAV Enrique Murgueitio.</p> <p>Consiste en evaluar, de acuerdo a los criterios establecidos por el investigador la presencia-ausencia y el grado de colonización con micelio de un actinomiceto sp. Básicamente se hace un hueco en forma de "V" con una pala, a poca profundidad (5-15cm), y se toma esta porción de suelo para hacer la evaluación visual.</p> <p>Los valores de calificación dados fueron de 0 a 5, siendo 5 el suelo con abundante presencia de micelio como el del Hatico (imagen 4), 0 para la ausencia de micelio y valores intermedios (1-4). Al igual que para los otros indicadores (<i>Dichotomius</i> sp. olor del suelo y actividad biológica) se realizan tres repeticiones por cada unidad fisionómica.</p>
5. <i>Dichotomius</i> sp	Busca evaluar la presencia-ausencia y la abundancia de una especie del género <i>Dichotomius</i> sp del orden Coleoptera (ver imagen 5). En el mismo hueco hecho para las lombrices, se evaluó. Dándole: 0 para la ausencia del <i>Dichotomius</i> sp, 5 para su fácil aparición con gran cantidad de individuos y valores intermedios.
6. Olor del suelo	Este indicador también la propone Sullivan, 2007 y Pérez, 2010. Se hace un hueco en "V" (5-15cm de profundidad) con una pala, se toma una porción de suelo y se huele. Se tomó como calificativo para considerar un olor bueno (5 puntos) el muestreo en el Hatico, el cual daba una sensación a humedad, olor a tierra fresca, o a hongo; 0 para un suelo sin olor; y valores intermedios.
7. Actividad biológica	En el hueco realizado para el muestreo anterior, se toma un trozo de suelo y se le agrega agua oxigenada, para estimar de acuerdo al nivel de efervescencia el grado de actividad biológica. Al igual que el caso anterior se tomó como referencia las pruebas realizadas en el Hatico. Otorgándole valores de 0 a 5; siendo cero, cuando no existe efervescencia; 5 con excelente nivel de efervescencia (imagen 6); y valores intermedios.

Imagen 4. Colonización con micelio de actinomiceto sp en el suelo del Hatico. Observe la gran cantidad de micelio (5), en blanco.



Fuente: este trabajo

Imagen 5. *Dichotomius* sp en el Hatico.



Fuente: esta investigación

Imagen 6. Indicador de actividad biológica en el suelo. Detalle la muy buena efervescencia en el suelo del Hatico.



Fuente: esta investigación

Imagen 7. Sitios donde se tomaron las submuestras de suelo.



Fuente: esta investigación

5.2.2.3 Captura de carbono

En la tabla 6 se que se presenta a continuación se explica detalladamente la variable a tener en cuenta y su método.

Tabla 6. Estimación del carbono capturado y su procedimiento.

Variable	Procedimiento
Carbono capturado	<p>Se siguió la metodología expuesta en clase de análisis de ecosistemas por el profesor Gonzalo De Las Salas en el 2011. Para este cálculo se mide la circunferencia a la altura del pecho (CAP) de todos los árboles y/o arbustos con un metro de costura; la altura se calculó a simple vista. Para hallar la biomasa se desarrollo en orden las siguientes ecuaciones.</p> <p>Área basal (m²) $G = \pi * R^2$</p> <p>Biomasa en ton= $G * H * F * FEB * W$:</p> <p>G=área basal; H = Altura; F=0,7 factor forma; FEB=1,4 factor de expansión de la biomasa (ramas y hojas); W=densidad de la madera (0,6).</p> <p>Como no todo el tallo tiene el mismo diámetro; se aplica un factor forma (0,7).</p> <p>Para encontrar el carbono almacenado se multiplica la biomasa por 0,5</p>

5.2.3 Experiencias exitosas en la región con enfoque agroecológico

En la región se desarrollan experiencias, como la reserva natural el Hatico y la granja agroecológica familiar Pura Vida, de agroecosistemas con enfoque agroecológico. Son de suma importancia para esta investigación, ya que se identificaron y caracterizaron algunas prácticas agroecológicas y vegetación que se implementan exitosamente en la región. A continuación se detalla la metodología implementada.

- Prácticas agroecológicas: se fundamentó en las visitas grupales que ofrecen estos agroecosistemas. Se realizó una descripción en el libro de campo con las observaciones, y comentarios realizados por las personas encargadas de guiar las visitas.
- La identificación de la vegetación y sus características: se determinó a partir de los nombres comunes y observaciones, que eran mencionados durante la visita. Para su posterior identificación, con ayuda de la literatura que se describió para la vegetación espontánea.

5.2.4 Factores que incentivarían la disposición del propietario a implementar prácticas agroecológicas

De manera complementaria se realizó una entrevista semiestructurada (anexo 4) al propietario de la finca San Roque, con el propósito de conocer los factores y necesidades que incentivarían la disposición a implementar prácticas agroecológicas, en los espacios no cultivados con caña.

5.3 FASE DE ANÁLISIS (FASE 3)

5.3.1 Selección de prácticas agroecológicas

Teniendo en cuenta las características temporales y espaciales de los espacios no cultivados así como los factores biofísicos, además de las prácticas agroecológicas que se implementan en la región y los elementos que incentivarían la disposición del propietario. Se realizó la triangulación (control cruzado) de la información compilada, para seleccionar las prácticas agroecológicas que mejor se adaptan a las condiciones particulares de cada uno de estos espacios no cultivados.

5.3.2 Estimación de los posibles beneficios ambientales, sociales y económicos

Para determinar los posibles beneficios ambientales, sociales y económicos generados por la implementación de prácticas agroecológicas en los espacios no cultivados, se establecieron las siguientes variables actuales, que se presentan en la tabla 7.

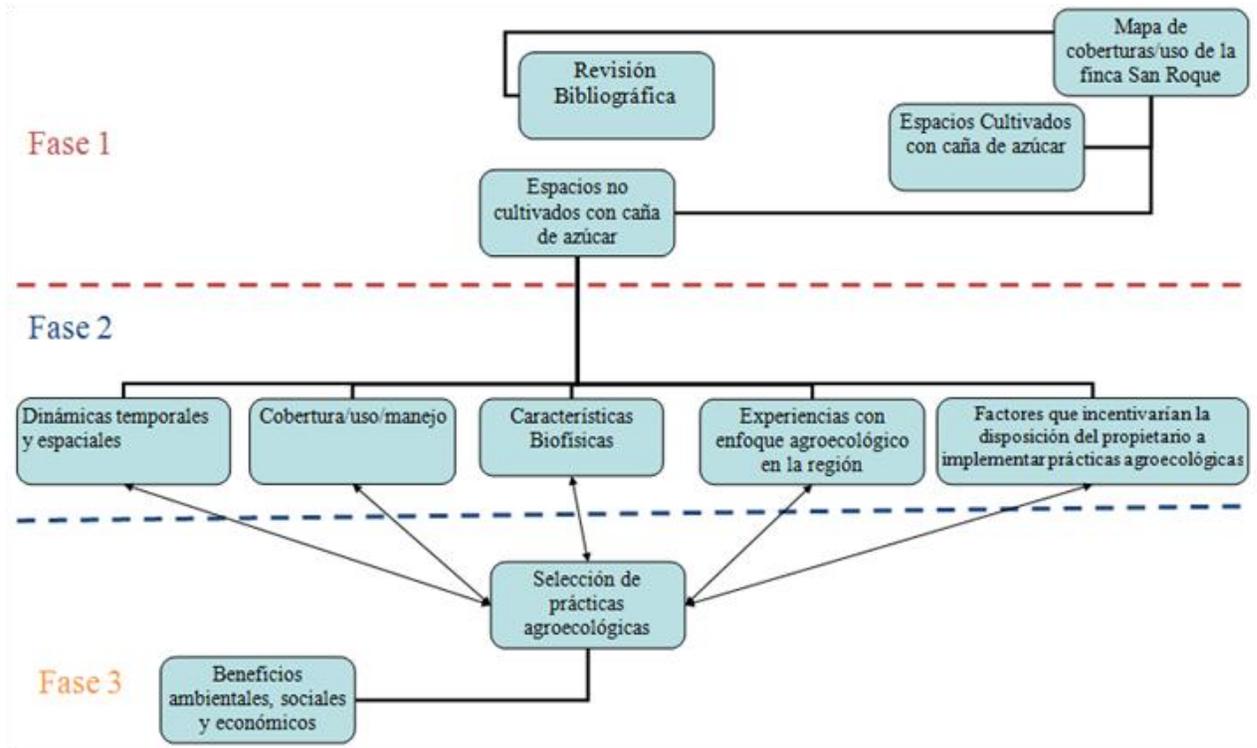
Tabla 7. Variables que se tuvieron en cuenta para establecer los beneficios y la metodología implementada para cada una.

Variable	Metodología
Manejo de estiércoles, microambientes de conservación, quebradas y frutales.	Entrevistas semiestructuradas a los trabajadores y agrónomo. Observación directa.
Socavamiento de quebradas y remoción en masa.	
Concentrados comprados para la alimentación animal.	
Oferta de alimento para bovinos.	
Carbono capturado	Anteriormente se describió.
Especies invasoras.	La identificación se realizó con la literatura mencionada para la vegetación espontánea, mas, Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia (Baptiste et al., 2010)
Número de cultivos que tienen como destino la alimentación familiar.	Entrevista semiestructurada al trabajador que habita la finca o encargado.
Plantas medicinales que se utilizan.	
Percepción del entorno.	Entrevistas semiestructuradas a trabajadores cañeros y propietario.

Estas mismas variables se compararon, con el escenario que ocurriría a partir de la implementación de prácticas con enfoque agroecológico en los espacios no cultivados

con caña. Con ayuda de la literatura, experiencias agroecológicas en la región y análisis personal.

Imagen 3. Fases metodológicas de la investigación



A continuación se discuten los resultados arrojados por esta investigación

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 UNIDADES FISIONÓMICAS, SU EXTENSIÓN Y BREVE DESCRIPCIÓN DE LA FINCA SAN ROQUE

La finca San Roque tiene una extensión total aproximada de 22,6 ha. Por las características de manejo y cobertura se determinaron 2 tipos de espacios; el primero corresponde al cultivo de la caña y los canales de riego, que representan el 87.5% (19,8 ha) del área total de la finca. El otro tipo son las áreas no cultivadas con caña

que corresponden al 12,5% (2,8 ha) aproximadamente de la extensión total. Las 9 unidades fisionómicas identificadas se presentan a continuación en la tabla 8.

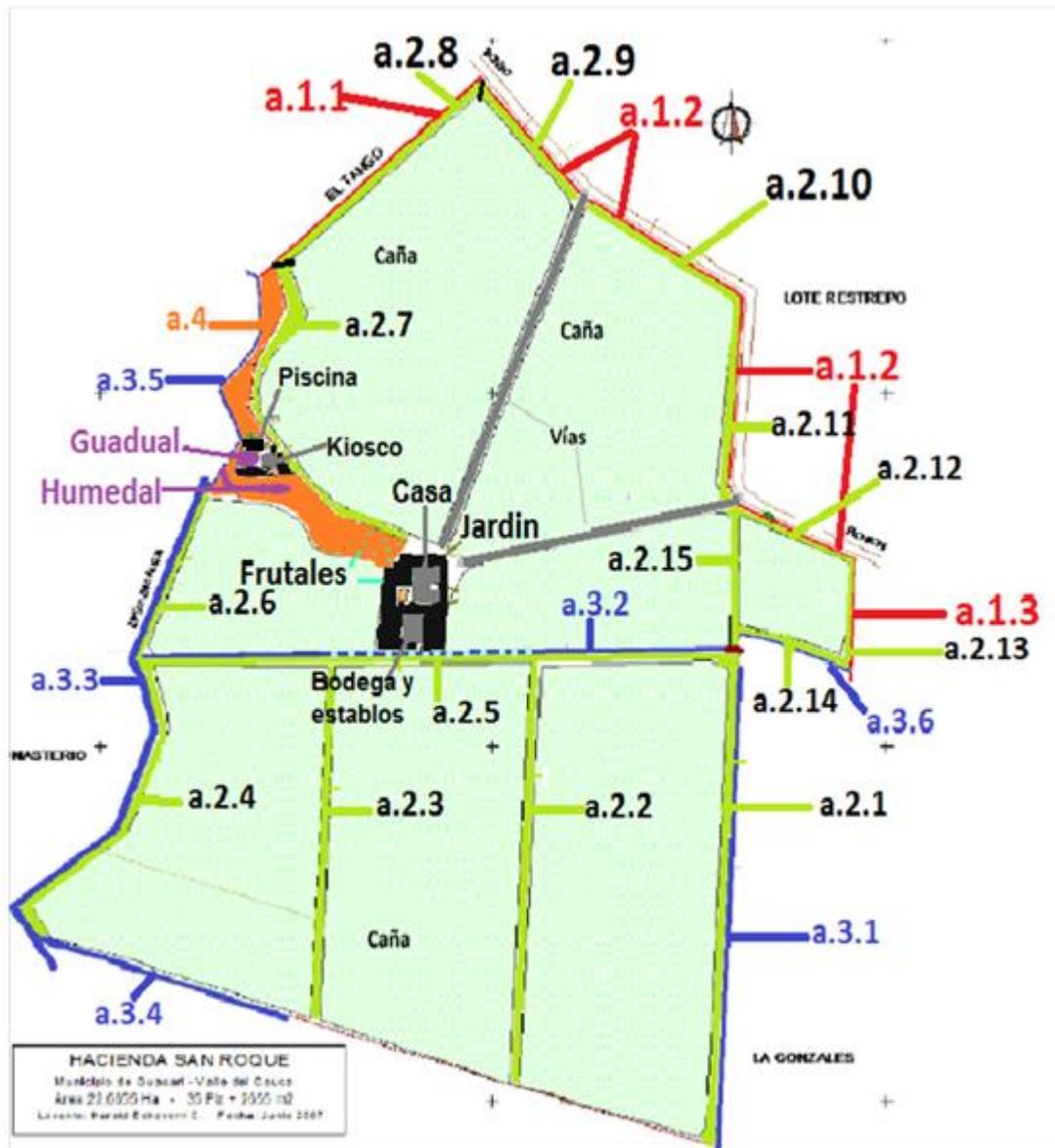
Tabla 8. Área correspondiente a cada unidad fisionómica, dentro de la Finca cañera, San Roque, 2012.

Unidades Fisionómicas de la finca San Roque	Área en Hectáreas	% respecto al área total
Caña de azúcar (a8)	19,60	86,72
Callejones cañeros (a2)	1,27	5,62
Potrero (a4)	0,60	2,65
Infraestructura (a6)	0,48	2,12
Margen de quebradas (a3)	0,22	0,97
Canales (a9)	0,18	0,80
Espacios alrededor de la casa (a5)	0,12	0,53
Linderos (a1)	0,10	0,44
Microambientes de conservación (humedal y guadual) (a7)	0,05	0,13
Total en Ha	22,6	100,00

Fuente: esta investigación

Las unidades fisionómicas de los espacios no cultivados y las subdivisiones de cada una fueron plasmadas sobre el plano realizado por Harold Echeverri C, en Junio de 2007, modificado mediante el programa Paint. Conformando un nuevo mapa de la finca, que se presenta en la imagen 8.

Imagen 8. Mapa con las unidades fisionomicas de la finca San Roque y las subdivisiones realizadas.



- Linderos (a.1)
- Callejones cañeros (a.2)
- Margen de quebradas (a.3)
- Potrero (a.4)
- Espacios alrededor de la casa y kiosco (a.5)
- Infraestructura (a.6)
- Microambientes de conservación (a.7)

Fuente: esta investigación

Como se observa (en la tabla e imagen 8) la principal actividad agropecuaria de este sistema productivo está orientada a la producción y comercialización del cultivo de caña.

La actividad que le sigue en orden de importancia económica y por área de ocupación es el levante semiestabulado de ganado, para la comercialización en pie (carne), de cuatro terneros (brahmán rojo); y 2 novillas (f1¹⁴) para la producción de leche que tiene como destino la alimentación familiar de los habitantes de la finca (una pareja y dos niñas) y en algunas ocasiones la venta.

Las otras actividades agropecuarias que se realizan en este sistema productivo son la cría de 9 gallinas ponedoras, dos conejos y frutales (naranjos, mandarinos, aguacates, guayabos, ciruelos y limones) que están en edad de producción, para el autoconsumo de la familia que habita la finca. En ocasiones se venden los huevos.

Por último se cuenta con una carretilla tirada por un caballo, para la recolección y el transporte de alimento para los animales, agua para el consumo, entre otras.

Para las actividades de campo que demanda esta finca, se cuenta con 2 trabajadores permanentes, que se encargan de todo lo relacionado con el cultivo de caña. Aunque cabe destacar que también realizan el mantenimiento (jardines, cuidado de terneros, novillas, gallinas, frutales, establos, recolección de forrajes, cercos, entre otros) y del cuidado. La esposa del encargado de la finca, se encarga del manejo de las gallinas, conejos, la alimentación familiar, entre otras. El otro trabajador es la persona encargada de colaborarle al encargado de la finca.

No obstante, en el cultivo de la caña también intervienen más personas dependiendo de las diferentes fases productivas (corteros, maquinistas, alzadores, entre otros). La

¹⁴ F1: Cruce entre holstein y brahmán rojo

persona encargada de dirigir las labores relacionadas con el cultivo de la caña es un ingeniero agrónomo.

6.2 EXTENSIÓN, DINÁMICA TEMPORAL, ESPACIAL Y MANEJO DE LOS ESPACIOS NO CULTIVADOS CON CAÑA

Son aquellos espacios que no son cultivados con caña. Algunos como los callejones y canales son utilizados en las fases del proceso productivo de la caña. Se encontraron y se definieron 7 tipos de unidades fisionómicas en dichos espacios.

La extensión de cada unidad fisionómica y su proporción dentro del área total de los espacios no cultivados se presenta en la tabla 9. La distribución espacial y subdivisiones realizadas para cada uno de estos espacios, en la finca se detallan en la imagen 8.

Tabla 9. Unidades fisionómicas encontradas en los espacios no cultivados, su extensión y porcentaje de ocupación respecto al área total de estos espacios.

Unidades Fisionómicas de los espacios no cultivados con caña (ENCC)	Área en Hectáreas	% respecto al área total de los ENCC
Callejones cañeros (a2)	1,27	44,7
Potrero (a4)	0,60	21,1
Margen de quebradas (a3)	0,22	7,7
Espacios alrededor de la casa y kiosco (a5)	0,12	4,2
Linderos (a1)	0,10	3,5
Infraestructura (a6)	0,48	16,9
Microambientes de conservación (a7)	0,05	1,8
Total en Ha	2,8	100,00

Fuente: este estudio

Por la temporalidad de uso de los espacios no cultivados con caña durante las diferentes fases del proceso productivo de este cultivo, se identificaron y establecieron dos tipos de espacios:

- Temporales: Corresponden a los callejones cañeros, los cuales son utilizados durante algunos momentos del cultivo de la caña (siembra, fertilización, cosecha, etc.).
- Permanentes: Representados en los linderos, margen de quebradas, infraestructura, potrero, espacios alrededor de la casa y microambientes de conservación. Los cuales no se ven afectados directamente, en ningún momento del proceso productivo de la caña.

Es importante, resaltar la gran cantidad de espacio no cultivado que existe en este sistema productivo 28000m², en total corresponde a 12.5% del área total.

A continuación se describen y discuten las características de manejo, uso, extensión y temporalidad de los 7 tipos de espacios no cultivados con caña presentes en San Roque.

6.2.1 Linderos

Los linderos (a1) se definieron como aquellas áreas sobre la superficie del suelo que se encargan de delimitar las fronteras espaciales en la finca. En promedio sus dimensiones corresponden a 1,3 metros de ancho y su longitud varía dependiendo de la distribución. Representan el 0,4% del área total de la finca con 1018,9 m² y en los espacios no cultivados representa el 3,5%.

Se estableció que este 1,3 m de ancho no se ve afectado en ninguna de las fases del proceso productivo de la caña (imagen 9). En la imagen se observa cómo el 1,3 m de ancho, se mantiene sin uso durante las diferentes fases productiva de este cultivo, en este caso durante la cosecha de Abril, momento en el cual se utiliza mayor cantidad de maquinaria y con mayor envergadura.

Imagen 9. Los linderos, espacios permanentes en el cultivo de la caña, el caso San Roque.



Fuente: este estudio

Dentro de los linderos se realizaron subdivisiones por el uso y la cobertura vegetal, como se ve en la imagen 8. La extensión y composición de cada subdivisión se presenta a continuación en la tabla 10.

Tabla 10. Extensión en m² de los diferentes linderos establecidos en la finca, su composición y manejo. Exceptuando la vegetación espontanea.

Linderos (a1)	Extensión en m ²	Composición	Uso y manejo
a.1.1	264,16	Cerco constituido por postes de madera y alambre de púa.	Recambio de postes y alambre.
a.1.2	652,08	La gran mayoría con swinglea (<i>Swinglea glutinosa</i>). Bosque seco tropical (Bs-t): Un árbol de chambimbe (<i>Sapindus saponaria</i>) Forraje: tres individuos de	Poda de swinglea cada 2 meses. El matarratón es cosechado para la alimentación bovina y de

		matarratón.	conejos.
a.1.3	102,7	Forraje: 8 Árboles de Matarratón (<i>Gliciridia sepium</i>) Bs-t: 4 guácimos (<i>Guazuma ulmifolia</i>).	El matarratón es cosechado para la alimentación bovina y de conejos.
área total en m2	1018,94		

Fuente: esta investigación

El manejo de a.1.2 consiste en realizar cada dos meses la poda para mantener la swinglea a la altura deseada. Es una especie introducida de Asia y según lo observado debajo de su cobertura, parece estar impidiendo el desarrollo de vegetación espontánea y afectando la presencia de lombrices. Esto se puede explicar por la producción de exudados alelopáticos por parte de los frutos, hojas y/o raíces, que inhiben a otras especies vegetales, además modifican la fauna del suelo (C. Murcia, n.d.). Posiblemente también generen la disminución en el pH del suelo.

Los cercos vivos deben tener funcionalidad y heterogeneidad en el sistema productivo, que no se establezcan únicamente como barreras para impedir la visión y el paso de personas, como se observa que ocurre en gran parte del departamento del Valle del Cauca, donde los linderos son sembrados en monocultivo de swinglea, por sus características botánicas (espinas, densidad, fácil recuperación después de la poda, escaso ataque de plagas y enfermedades).

Los linderos deberían mejorar la conectividad estructural y funcional dentro del paisaje monótono y aburridor del cultivo de la caña en la región azucarera del valle geográfico del río Cauca.

A pesar de no representar grandes áreas y no ser tenidos en cuenta en muchas ocasiones para la planificación de fincas cañeras, toman gran importancia en paisajes

tan transformados y homogéneos como el del valle geográfico del río Cauca, para la conservación de la biodiversidad en paisajes rurales (Múgica et al., 1999).

Estos espacios cuando son planificados adecuadamente conociendo las implicaciones ecológicas y estructurales que tienen las plantas sembradas, puede fomentar la presencia de insectos benéficos, mantienen el suelo cubierto, proveen de leña, frutas, fibras, medicinas, aportan materia orgánica al suelo, maderas finas, forrajes, generan microclimas favorables, favorecen la regulación de la temperatura, ofrecen refugios de néctar para los depredadores y parasitoides, entre otros (Altieri, 1999; Altieri & Nicholls, 2009a; N. Pérez, 2004).

Con las entrevistas semiestructuradas se reconoció que existe un consenso entre los diferentes actores, en cuanto a las oportunidades que ofrecen los espacios no cultivados con caña y el desaprovechamiento que se da en la mayoría de los casos. Hace falta oferta de alimento para los animales de la finca y estos espacios podrían contribuir a cubrir parte de esta demanda.

6.2.2 Callejones cañeros

Los callejones cañeros (a2) son unidades fisionómicas en forma de franjas o corredores (ver imagen 10), que utiliza la maquinaria pesada, en algunas fases del proceso productivo de la caña como: siembra, subsolada, surcada, fertilización, aporque y CAT. Su uso es el de vías para el tránsito de maquinaria. La otra función que cumple es la de dividir las suertes y tablones del cultivo de caña (CENICAÑA, 1995).

Imagen 10. Callejones cañeros en San Roque. A la izquierda un callejón de 10 meses sin utilización por parte de maquinaria y a la derecha un callejón inmediatamente después de haber sido utilizado durante la cosecha.



Fuente: este estudio

Los callejones tienen entre 4-5 metros de ancho en promedio y su longitud varía dependiendo de su configuración espacial en el sistema productivo (imagen 8). Dicha unidad fisionómica representa el 5,6 % (12707,3 m²) de la extensión total de esta finca, en área corresponde al segundo lugar después del cultivo de la caña; y en los espacios no cultivados representa la zona con mayor extensión 44,7%.

Se establecieron subdivisiones dentro de esta unidad fisionómica, la extensión y composición de cada una de se presenta en la tabla 11.

Tabla 11. Extensión en m² de las subdivisiones realizadas para los diferentes callejones cañeros en la finca y su composición.

Callejones cañeros (a2)	Extensión en m²	Composición	Manejo y uso
a.2.1	1809	Principalmente pastos y vegetación espontánea, que no sobrepasa los 60cm de altura. Además	Durante la siembra, subsolada, surcada, fertilización, aporque y CAT, de la caña. Esporádicamente para el
a.2.2	1450		
a.2.3	1251,5		
a.2.4	1118		
a.2.5	1408		

a.2.6	456	de parches de suelo desnudo.	pastoreo de bovinos y equino.		
a.2.7	1430				
a.2.8	930				
a.2.9	372,4				
a.2.10	424				
a.2.11	655				
a.2.12	375,75				
a.2.13	276,5				
a.2.14	301,2				
a.2.15	450				
área total en m2	12707,35				Control cultural de la vegetación espontánea, se enfoca en el pasto guinea (<i>Panicum maximum</i>), batatilla (<i>Ipomoea</i> spp), frijolillo (<i>Phaseolus lathyroides</i>), caminadora (<i>Cyperus ferax</i>) y coquito (<i>C. rotundus</i>).
					Se realiza manual y otras son consumidas por los animales durante el pastoreo.

Fuente: este estudio

Se determinó que los callejones en este sistema productivo, tienen un manejo adicional al dado por las necesidades del cultivo de la caña. Se utilizan esporádicamente (cada que haya pasto) y por corto tiempo, para el pastoreo de 4 terneros de engorde, 1 caballo y dos novillas de leche, ya que se cuenta con un manejo semiestabulado. A diferencia de otros sistemas productivos convencionales no son subutilizados durante 10 meses.

Según lo observado durante la cosecha. El uso de callejones por parte de la maquinaria pesada (superan las 20 ton) para el CAT de la caña, ocasiona la compactación del suelo en algunas áreas (de los callejones y parte del cultivo de caña) de 30 cm de profundidad o más. Generando el deterioro puntual de la sepa de la caña y la destrucción de la mayor parte de la vegetación espontánea de los callejones, como se observa en la imagen 11.

Imagen 11. A la izquierda la compactación del suelo en callejones generada por el paso de maquinaria pesada y a la derecha la destrucción casi total de la vegetación espontánea presente en San Roque.



Fuente: este estudio

Cabe mencionar, que el grado de compactación es mayor cuando se cosecha durante época de lluvias (ver imagen 11), ocasionando que la maquinaria “patine” generando mayor compactación y daño a la vegetación espontánea. Durante la temporada seca los impactos negativos sobre el suelo son menores.

La compactación del suelo en este caso se da por la maquinaria pesada, lo cual genera la reducción o pérdida del espacio poroso, destrucción de la estructura del suelo, aumento en la densidad aparente y por lo tanto la disminución en la infiltración del agua, lo que ocasiona con el paso del tiempo la infertilidad de los suelos por el lavado de nutrientes (erosión por escurrimiento), la saturación con Mg y otras bases que afectan de manera negativa la estructura. Llegando a ocasionar impedimentos físicos para el desarrollo de raíces. Los parches de suelo desnudo pueden estar indicando este impedimento físico (Cenicafé, 1975; Convenio Sena-Minambiente, 1998; U. Murcia, 2010; Núñez, 1997; Sociedad Colombiana de Ciencia del suelo, 2003).

Al desaparecer la vegetación espontánea se termina, con la descompactación que han realizado las raíces hasta ese momento. Gran parte de la micro y meso fauna que habita en ella, con las implicaciones ecológicas y productiva que esto pueda generar, para el manejo de plagas, aporte materia orgánica al suelo, fijación de nitrógeno por leguminosas entre otras.

Una vez termina el CAT de la caña, el cual genera el mayor impacto negativo (especialmente en el porcentaje de materia orgánica) sobre el suelo de los callejones. Con el pasar del tiempo, la vegetación espontánea (sucesión vegetal natural) va protegiendo el suelo, aunque siguen existiendo parches de suelo desnudo.

6.2.3 Margen de quebradas

El margen (a3) fue definido como el ancho en sentido paralelo a la quebrada, de suelo que bordea el curso de agua. Este no se utiliza en ningún momento, de las fases del cultivo con caña (imagen 12). Esta unidad fisionómica corresponde, aproximadamente el 1% (2221 m²) del área total y en las unidades fisionómicas de los espacios no cultivados corresponde a la tercera unidad con mas área, representa el 7,7%.

Imagen 12. A la izquierda la subdivisión a.3.1 y derecha a.3.2



Fuente: esta investigación.

Observé como en ambas imágenes los árboles imponen los límites físicos para determinar el ancho del margen. Su presencia indica que han permanecido en el tiempo a pesar de las labores del cultivo de la caña que se realizan a su alrededor.

En bancos mixtos de forrajes¹⁵ se siembran plantas entre 40-50cm de distancia para el caso de la leucaena, el botón de oro, morera (Uribe, Zuluaga, Murgueitio, et al., 2011). Los márgenes de quebradas son un espacio bastante amplio (ver imagen 13) que puede tener un mejor manejo, el cual aporte a la sostenibilidad de esta finca, mediante las prácticas agroecológicas.

Las subdivisiones espaciales de esta unidad fisionómica se observan en la imagen 8, la extensión de cada una y su composición en la tabla 12.

Tabla 12. Extensión en m² de las subdivisiones y su composición, exceptuando la vegetación espontánea.

Margen de quebradas (a3)	Extensión m ²	Composición	Uso y manejo
a.3.1	758,1	Forraje: 38 árboles de matarratón Bs-t: 2 guácimos	El matarratón es cosechado para la alimentación bovina y de conejos.
a.3.2	457,6	<p>Frutales: 2 Guanábanos;3 guayabos; 2 naranjos; 1 mango y limón.</p> <p>Maderables: 5 cedros rosados (<i>Cedrela odorata</i>) y 2 guayacanes rosados (<i>Tabebuia rosea</i>)</p>	<p>Fertilización con elementos menores, humus de lombriz y triple 15.</p> <p>Embolsado de frutos de guayaba para evitar el ataque de las moscas.</p> <p>El control de afidos, agallas de hormigas y arrieras, se realiza con lorsban.</p> <p>Riego con manguera.</p> <p>Alimentación familiar</p>

¹⁵ Banco mixto de forrajes: “ Son cultivos intensivos donde se asocian especies herbáceas, arbóreas y arbustivas de alto valor nutricional, con el fin de obtener forrajes de excelente calidad, ricos en proteínas, minerales, azúcares, fibra y vitaminas para la alimentación animal... Los bancos mixtos son aquellos donde se combinan tanto forrajes proteicos (leucaena, guácimo, leguminosas, entre otras), como energéticos (caña de azúcar, pastos de corte, etc)” (Uribe, Zuluaga, Murgueitio, et al., 2011, p. 50).

		Bs-t: 1 árbol de guácimo Maderable: 3 cedros rosado	Los cedros se fertilizan con humus.
a.3.3	548,1		
a.3.4	216	Vegetación espontanea.	Al igual que todos los márgenes son fumigados con glifosato.
a.3.5	166,7		
a.3.6	75,3		
área total en m2	2221,8		

Fuente: este estudio

La fertilización y el manejo que se da a los frutales, con agroquímicos, genera mayor dependencia a insumos externos, trayendo consigo las externalidades que se habían mencionado, lo cual hace presumir que este tipo de manejo pudiera estar favoreciendo a la insostenibilidad que ha caracterizado las fincas azucareras.

Imagen 13. Márgenes de quebradas, de izquierda a derecha a.3.1 y a.3.3.



Fuente: este estudio

Detalle la cantidad de espacio, la vegetación espontanea de pequeño porte y la ausencia en la mayoría de los márgenes de arboles y/o arbustos.

Se encontró para todas las subdivisiones, que el ancho varía entre 1-2 metros según su distribución, la unidad fisionómica que se encuentren a su alrededor, y el grado de erosión del suelo. Causado por la remoción en masa y el socavamiento de las quebradas (imagen 14).

Imagen 14. Socavamiento y remoción en masa de algunas partes de la quebrada a.3.2.



Fuente: esta investigación.

La ausencia de vegetación arbórea y/o arbustiva en gran parte del margen de las quebradas, ha generado y puede seguir ocasionando estos procesos de erosión (Cenicafé, 1975; Rivera, 2001). La vegetación en general (hierbas, árboles, arbustos, entre otras) a través de sus raíces amarra el suelo, evitando deslizamientos, protegiendo el suelo de la erosión, regulando el agua, entre otras (Perea, Villegas, Cerquera, & Cortés, 2003; Rivera, 2001).

Esta ausencia de vegetación se debe, a que se realizan fumigaciones con el herbicida glifosato cuando el suelo está "enmontado", para mantener los márgenes "limpios". Este tipo de manejo genera impactos ambientales negativos, además de gastos económicos adicionales, y está acelerando la velocidad de los procesos erosivos (Altieri, 1999; Gliessman, 2002; León, 2007; León & Rodríguez, 2002; Pengue, 2005; SOCLA, 2009).

Cabe anotar que aparte de la vegetación (árboles y frutales) descrita anteriormente para cada una de las subdivisiones, el resto de cobertura vegetal del margen de las quebradas se encuentra con vegetación espontánea de poca envergadura (<60cm altura) por las actividades de manejo realizadas.

6.2.4 Potrero

Se definió como el área dedicada al cultivo de pasto estrella (*Cynodon sp*) cobertura dominante, donde los bovinos interactúan con el suelo, clima, vegetación y otros animales (Dávila, Ramírez, Rodríguez, Gómez, & Barrios, 2005). La finalidad de este espacio es la alimentación de los bovinos. Tiene una extensión aproximada de 6000 m² lo que representa el 2,6 % del área total de la finca. En cuanto a los espacios no cultivados con caña representa el segundo lugar con el 21,1%. Su distribución y configuración espacial en San Roque se observa en la imagen 8.

A continuación en la tabla 13, se detalla la composición y el manejo de esta unidad.

Tabla 13. Composición y manejo del potrero.

Composición	Uso y Manejo
Frutales: Un, zapote y aguacate; 3 guanábanos y tamarindos (<i>Tamarindus indica</i>)	Igual al manejo anteriormente descrito.
Forrajes: 3 matarratón; y 20 sembrados por estaca recientemente.	Cosechado para la alimentación bovina y de conejos.
Bs-t: 2 tachuelos (<i>Zanthoxylum sp</i>); 9 chiminangos (<i>Pithecellobium dulce</i>); una ceiba (<i>Ceiba sp</i>); y 3 guácimos.	Ninguno
Maderable: 2 cedros rosados y un guayacán	Fertilización con humus de lombriz.
Pasto estrella	Ninguno

Fuente: este estudio

El potrero tiene algunos árboles dispersos de mediano a gran porte, pero la gran mayoría (aproximadamente 80%), se encuentra a plena exposición solar (imagen 15).

Imagen 15. Potrero de San Roque



Fuente: esta investigación

El potrero, se divide mediante una cinta eléctrica para el pastoreo de los animales el cual se realiza cada 30 días, durante 2 días; el resto del tiempo están estabulados o en los callejones cuando hay pasto. La comida proviene de pastos de corte y cogollo de caña (se los pica en la pica pasto) el cual se consigue en la finca o es traído (carretilla) de sus alrededores, al igual que el matarratón (*Gliricidia sepium*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*), además de miel de purga, gallinaza, sal y agua.

Dejar la dependencia a los alimentos e insumos generados fuera de la finca, constituye uno de los pilares de la agroecología, ya que le otorga un mayor grado de sostenibilidad, reduce su huella ecológica, otorga mayor estabilidad frente algún tensor ambiental, permite la independencia a insumos externos, entre otras (Altieri, 1999; Gliessman, 2002). Lo anterior da la pauta para considerar una posible opción de manejo de los potreros en la finca San Roque, la cual se centra en el diseño de sistemas silvopastoriles.

6.2.5 Espacios alrededor de la casa y el kiosco

Se definieron como aquellas áreas circundantes a la casa, bodega, establos y kiosco (imagen 8). La extensión es de 1200m² y corresponde al 0,5%, de la extensión total, en cuanto al área que ocupa en los espacios no cultivados su proporción es del 4,2%. A pesar de las labores mecánicas intensivas que se realizan para el cultivo de la caña estos se mantienen sin afectaciones. A continuación en la tabla 14 se muestra su composición, uso y manejo.

Tabla 14. Composición de los espacios alrededor de la casa y el kiosco, con el manejo actual.

Composición	Uso y manejo
Frutales: 8 naranjos; 1 mandarina, grosello, granado y limón; 3 aguacates y ciruelos; 5 mangos; 2 guayaba-manzana y palmas de coco; 4 guayabos y guanábanos.	Igual al manejo anteriormente descrito. Las hojas y frutos que caen al suelo se utilizan para elaborar la comida de las lombrices, junto a las heces fecales de todos los animales de la finca.
Forrajes y sombrío: 2, matarratón, samanes y carboneros; y tres nacederos	El matarratón y nacedero se cosechan para la alimentación animal.
Plantas ornamentales: 8 especies de heliconias; un ébano y dos borracheros	Riego con manguera; Fertilización con humus de lombriz.
Medicinales: 2 matas de coca; y 1 mata de yerba buena.	Riego con manguera. Fertilización con humus de lombriz. La coca se emplea para dolores de muelas y la yerba buena se toma en té como digestivo.

Fuente: esta investigación.

En los espacios alrededor del kiosco, se cuenta con una piscina de 7m de largo por 2,5m de ancho y 1,3m de profundidad, la cual se encuentra desocupada (imagen 16).

Imagen 16. A la izquierda la piscina desocupada y a la derecha uno de los espacios alrededor de la casa, con plantas de jardín.



Fuente: este estudio.

6.2.6 Infraestructura

Comprende una extensión aproximada de 4800m², representando el 2,1% del área total y el tercer espacio no cultivado más grande con casi el 17%. Su distribución espacial en el sistema productivo se observa en la imagen 8. Corresponden a zonas que por su cobertura (cemento), manejo y uso se diferencia de otros espacios. La composición y manejo de esta unidad fisionómica se detalla en la tabla 15.

Imagen 17. A la izquierda la bodega y a la derecha el área estabulada.



Fuente: este estudio

Tabla 15. Composición de la infraestructura y el manejo actual.

Composición	Uso y manejo
Una bodega	Se almacenan herramientas relacionada con el cultivo de la caña (fertilizantes, tubería, plásticos, herramientas, entre otras). (ver imagen 17)
4 Establos	4 perros que son alimentados con concentrado comprados y sobrados domésticos. Los excrementos se utilizan para elaborar la comida de las lombrices.
	Una cama de lombrices para la producción de humus y su lixiviado. Para abonar los frutales y maderables.
	9 gallinas alimentadas principalmente con concentrados y maíz molido comprados. El excremento se utiliza para elaborar la comida de las lombrices
	Un caballo encargado de tirar la carreta. El excremento se utiliza para elaborar la comida de las lombrices
2 Vías de acceso	En realidad son callejones cañeros; pero son utilizados con mayor frecuencia que los otros callejones, por estos transitan el propietario, agrónomo, la carretilla tirada por el caballo; además se realizan permanentes rellenos (escombros) para que puedan cumplir esta función.
Área estabulada.	Recoger con pala los excrementos de los 6 bovinos, para abonar la caña y en menor medida generar el alimento para las lombrices. Se pica el cogollo de caña y los pastos de corte en una pica pasto, para los animales, además de suministrarles matarratón, botón de oro y nacedero. En muchas ocasiones cosechados fuera de la finca (ver imagen 17).
Espacio donde se elabora la comida de lombrices y se apilan los estiércoles	Área donde se elabora la comida para las lombrices, se realizan volteos cada semana.
Casa y Kiosco	Principalmente limpieza.

Detalle que los componentes de esta unidad fisionómica dependen para su funcionamiento de insumos externos (concentrados, alimentos para animales y forrajes) a la finca. Los cuales se podrían generar en otros espacios no cultivados.

6.2.7 Microambientes de conservación

Se establecieron dos microambientes de conservación, por características como: presencia de agua superficial, composición, estructura de la vegetación y manejo. El primero corresponde a un humedal, inmerso en el potrero con tan solo 200m² y el otro es un guadual de aproximadamente 300m² que se encuentra, en los espacios alrededor del kiosco. La distribución de estos en la finca se observa en la imagen 8.

Esta unidad es la de menor área, representa tan solo el 0,2% de la extensión total de la finca y el 1,8% de los espacios no cultivados.

A este tipo de espacios no se le realiza ningún tipo de manejo extractivo y/o productivo, desde que se es propietario de la finca (5 años). Tampoco se desarrollan prácticas de manejo orientadas a la conservación, salvo la no extracción. Antiguamente según las entrevistas semiestructuradas a los trabajadores se realizaban entresagues al guadual, lo que genera en la actualidad guaduas de poco espesor y no se justifique hacer un aprovechamiento.

En la imagen 18 se observa a la izquierda el área que fue delimitada como humedal, tiene un ancho promedio de 2 metros y 100m de largo, esta área permanece anegada durante todo el año, conserva una vegetación adaptada a esta condición. A la derecha el espacio que fue delimitada por su cobertura vegetal dominante, la guadua macana (*Guadua sp*), está compuesto de aproximadamente 60 tallos o matas de guadua.

Imagen 18. A la izquierda humedal y derecha el guadual dentro del kiosco



Fuente: este estudio

Antiguamente según el trabajador que lleva más tiempo en la finca, aseveró: “El potrero y el kiosco eran una laguna en donde la gente del pueblo (Sonso) llegaba a lavar, recoger agua y recrearse...hace más o menos 10 años fue rellenado todo”. Hoy el humedal es lo que ha quedado de esta transformación. Explicación a los mayores porcentajes de saturación con Mg y materia orgánica que se encontraron en los análisis de suelos

Se observó como los animales durante el pastoreo pisotean el humedal, afectando el suelo y la vegetación; muy posiblemente los estén contaminando con sus excreciones.

6.3 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS

Una vez identificados y descritos los diferentes espacios no cultivados con caña, así como sus respectivas unidades fisionómicas. Se procedió a determinar las características biofísicas de cada una de ellos, con el fin de tener una base ecológica para poder plantear las posibles prácticas con enfoque agroecológico que pueden establecerse para aportar en la sostenibilidad de la finca cañera San Roque.

6.3.1 Agrobiodiversidad y captura de carbono

6.3.1.1 Vegetación espontánea en los linderos, callejones, margen de quebradas y potrero

En la tabla 16 se presentan las especies encontradas, su abundancia para cada unidad fisionómica y los porcentajes de cobertura para el caso de los pastos, suelo desnudo y hojarasca. Las familias más diversas en especies fueron; primero las leguminosas como una gran familia (Fabaceae; Mimosaceae; y una especie indeterminada); seguida de las Asteraceae y Poaceae.

Como puede apreciarse, el margen de las quebradas y los linderos, son las unidades fisionómicas con mayor diversidad de especies. Constituyen los espacios con mayor capacidad para ofrecer recursos (hábitat, néctar,) a la fauna benéfica (Altieri, 1999). Esta riqueza puede estar relacionada con el manejo, debido a la menor intensidad y frecuencia de las perturbaciones ya que según Nicholls (2008), al disminuirse las intervenciones culturales (fertilización química, labranza, plaguicidas, etc.) se aumenta la diversidad y la efectividad de los enemigos naturales en el control biológico.

El potrero y los callejones, presentan la menor riqueza de especies vegetales. Posiblemente se deba al pasto estrella que ocupa gran parte de la cobertura, corresponde a una especie introducida del África y se considera invasora, desplazando especies nativas (Baptiste et al., 2010). Los bovinos y el equino pueden ser una de las razones a la menor riqueza. Otra se puede deber al mayor porcentaje de saturación con Mg, el cual es tóxico para alguna vegetación (Aristizabal, 2009).

Por otra parte, los eventos de perturbación continua en los callejones por el manejo del cultivo con caña, generan menor diversidad de especies lo que se traduce en cadenas alimentarias más cortas, la adaptación de pocas especies (malezas, plagas, etc.) y la reducción de enemigos naturales (Nicholls, 2008).

Tabla 16. Vegetación espontánea de San Roque.

Familia	Especie	Nombre común	Linderos	Callejones	Margen de las quebradas	Potrero
Fabaceae	<i>Crotalaria striata</i>	Frijolillos	2	8	4	5
	<i>Centrosema sp</i>		3	5		1
	<i>Phaseolus sp</i>			2		
	<i>Desmodium sp1</i>				8	
	<i>Desmodium sp2</i>	Pega-pega	2			2
Poaceae	<i>Panicum máximum</i>	Pasto guinea			10% de la cobertura	
	<i>Paspalum conjugatum</i>	Pasto horqueta	2% de la cobertura	2% de la cobertura		
	<i>Cynodon sp</i>	Pasto estrella	30% de la cobertura	60% de la cobertura	20% de la cobertura	90% de la cobertura
Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus</i>	Marihuana macho	2	16	22	
	<i>Emilia sp</i>			3		
	<i>Bidens pilosa</i>	Amor seco			4	
	<i>Emilia sonchifolia</i>	Yerba socialista			3	
Mimosaceae	<i>Mimosa púdica</i>	Dormidera				1
Cyperaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Chiminango	3			
	<i>Cyperus ferax</i>	Cortadera				7
	<i>Cyperus diffusus</i>	Coquito				2
Verbenaceae	<i>Lantana sp1</i>		2			
Convolvulaceae	<i>Ipomoea sp1, sp2 y sp3</i>	Batatilla	3			
			2			
			1			
Rubiaceae	<i>Borreria laevis</i>	Botoncillo	3		2	
Solanaceae	<i>Solanum hirtum</i>	Lulo de perro			1	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i>	Yerba de sapo		5		
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo			1	
Cucurbitaceae					1	
Acanthaceae	<i>Thumbergia alata</i>	Susana amarilla			2	
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetaefolia</i>	Cordón de fraile			1	
Lobeliaceae	<i>Laurentia longiflora</i>	Ciegajojo			1	
Morfoespecie 1				2	1	
Morfoespecie 2			1			
Leguminosa sp1						3
Otra cobertura			50%Hojas de swinglea	5% suelo desnudo	5% Hojarasca	
15 Familias	24 géneros	Total: 31 especies	13 especies	9 especies	15 especies	8 especies

Es importante resaltar la cantidad de vegetación espontánea que no se considera "maleza" para la caña de azúcar, la cual ofrece beneficios ambientales y productivos, como las leguminosas, pero que en la mayoría de estos cultivos son fumigadas (intencional o no intencional) con herbicidas de amplio espectro.

Los géneros *Crotalaria*, *Desmodium*, *Centrosema* y *Phaseolus*, son sembrados como abonos verdes, forrajes para la alimentación animal y/o humana o como cultivos de cobertura. Dentro de sus beneficios se encuentran mejorar la estructura, aireación y descompactar el suelo, aporte de materia orgánica, favorecen la actividad biológica, permiten el ciclaje de nutrientes, evitan la erosión, disminuyen la temperatura del suelo, producen sustancias orgánicas fitoestimulantes, forman asociaciones mutualistas con microorganismos, fijan nitrógeno por lo tanto mejoran la fertilidad de los suelos, ofrecen recursos para organismos benéficos entre otros (M. Gómez et al., 2002; Núñez, 1997; Prager & Angel, 1989; D. Rodríguez, n.d.; Schultze-Kraft et al., 1997; Uribe, Zuluaga, Valencia, Murgueitio, & Ochoa, 2011).

Lo anterior constituye una agrobiodiversidad tremendamente beneficiosa. Para su uso a través de prácticas agroecológicas que permitan, mejorar el desempeño ambiental, social y económico de estas fincas. Además de estar adaptada a las condiciones edáficas y climáticas locales.

Cabe señalar que en los recorridos, se identificó vegetación espontánea que no fue incluida en los muestreos, entre estas especies están: *Gomphrena serrata* utilizada en la medicina popular; bledo (*Amaranthus dubius*) las hojas cuando se presenta la sequía acumulan sustancias tóxicas, las hojas se comen en ensaladas, la comen los ovinos, importancia apícola, para calmar cólicos, dolores abdominales, desinfectar heridas, entre otros; Llantén (*Plantago major*) remedio pectorante; plántulas de uchuva (*Physalis peruviana*), zapallo o auyama (*Cucurbita máxima*) y guayaba, de valor comercial por sus frutos (Velez, Agudelo, & Macias, 1998). Además de Atarraya

(*Kallstroemia máxima*), pasto argentina (*Cynodon dactylon*), viernes santo (*Phyllanthus niruri*) y escoba morada (*Melochia pyramidata*).

6.3.1.2 Interacciones ecológicas

A continuación en la tabla 17 se detallan las interacciones ecológicas observadas en la finca San Roque.

Tabla 17. Interacciones ecológicas

Especies involucradas	Descripción	Unidad donde se observaron e imagen
<p>Marihuana macho-afidos y mariquita.</p> <p>Detalle en la imagen19.</p>	<p>Los afidos son insectos chupadores de savia, generan graves afectaciones a las plantas y cultivos. Las mariquitas (<i>Cicloneda sanguínea</i>) representan uno de los insectos mas implementados en el control biológico, por ser depredadores generalistas, principalmente de ácaros, afidos, moscas blancas, pulgones, escamas, entre otros (Greenwood & Halstead, 2002; Nicholls, 2008; Toole, 2007).</p> <p>En el caso de la caña controlan a los pulgones (<i>Melanaphis sacchari</i>, <i>Sipha flava</i>), saltahojas (<i>Perkinsiella saccharicida</i>, <i>Saccharosydne saccharivora</i>), entre otros (Bustillo, 2011).</p> <p>Esta planta (<i>Parthenium hysterophorus</i>) constituye uno de los hábitats importantes para las mariquitas, ya que son espacios para el apareamiento, la alimentación y la eclosión de huevos.</p> <p>La presencia de esta planta podría estar evitando el mayor ataque por parte de afidos, a los cítricos que se encuentran alrededor de la casa, ya que estos insectos atacan principalmente los cítricos, leguminosas y fresas(Nicholls, 2008; D. Rodríguez, n.d.).</p>	<p>a.1; a.2; a.3; y a. 5.</p> <p>Imagen 19. Una planta de Marihuana macho, repleta de afidos; a la derecha una larva de mariquita y los huevos de mariquita (amarillos);</p>  <p>y por ultimo dos mariquitas apareándose en esta planta.</p>  <p>Fuente: esta investigación.</p>

<p>Libélula. Imagen 20</p>	<p>Estos insectos son carnívoros, por lo que muchas de las estrategias para el control de insectos plagas se enfocan en mejorar sus poblaciones, a través de la conservación de la vegetación circundante entre otras(N. Pérez, 2004; Toole, 2007)</p>	<p>Toda la finca Imagen 20. Libélula presente en todo San Roque.</p>  <p>Fuente: este estudio.</p>
<p>Araña (Nephila sp). Imagen 21</p>	<p>Se consideran uno de los depredadores más altos de la cadena trófica de un agroecosistemas, debido a que son voraces depredadores. Son muy importantes en el equilibrio de los agroecosistemas ya que controlan gran cantidad de insectos (Nicholls, 2008; Toole, 2007).</p> <p>Las telarañas las construyen principalmente sobre los árboles.</p>	<p>a.1; a.3 y a.5. Imagen 21. A la izquierda se ve la araña alimentándose de una mosca.</p>  <p>Fuente: esta investigación.</p>

<p>Dos especies del genero <i>Polistes</i> sp. Imagen 22</p>	<p>Este tipo de avispas sociales, son buenos depredadores de larvas de lepidóptero, aunque no son muy selectivos (Nicholls, 2008).</p> <p>En las fincas cañeras, realiza una importante función en el control biológico de larvas especialmente de diatrea (<i>Diatraea saccharalis</i> y <i>Diatraea indigenella</i>) barrenadores de la caña.</p> <p>El ciruelo (<i>Spondias purpurea</i>) constituye una importante fuente de energía para la realización del control biológico, por parte de estas dos avispas.</p>	<p>Toda la finca. Los nidos los construyen en a.6, especialmente en los techos.</p> <p>Imagen 22. A la izquierda avispa alimentándose del néctar de las flores del ciruelo, a la vez que las va polinizando.</p>  <p>Fuente: este estudio</p>
--	---	--

Conocer la ecología de los depredadores, nos guía hacia las practicas agroecológicas que fomenten el aumento y conservación de sus poblaciones, en todos los espacios no cultivados con caña, mejorando los resultados del control biológico (N. Pérez, 2004).

6.3.1.3 Vegetación de los Microambientes de conservación

A continuación en la tabla 18, se detalla la composición vegetal de los microambientes de conservación y las funciones que desempeña.

Tabla 18. Microambientes y su función

Microambiente	Función
<p>Guadual compuesto de <i>Guadua sp.</i></p>	<p>Está asociada a cuerpos de agua, permite la regulación hídrica, conservación de suelos, ciclaje de nutrientes, captura de carbono, mejoramiento en la estructura y funcionalidad del paisaje, entre otras. Además de considerarse el acero vegetal y cultivarse para su aprovechamiento en la construcción, artesanías, etc (Martínez, Pinzón, & Espinosa, 2005).</p>
<p>Humedal constituido de: Lenteja de agua (<i>Lemna sp.</i>); <i>Egeria sp.</i>; <i>Limnocharis flava</i>; <i>Hydrocotyle sp.</i>; <i>Cyperus diffusus</i>; <i>C. ferax</i>; Junco (<i>Eleocharis sp.</i>); <i>Heteranthera sp.</i>; y 4 morfoespecies.</p>	<p>Regular ciclos de agua, retención de sedimentos, control de erosión, regulación de nutrientes, descomposición de la biomasa, mantienen poblaciones de peces, áreas para la recreación, mejoramiento de la belleza escénica del paisaje, regulan inundaciones, actualmente se imitan estos ecosistemas para el tratamiento de aguas derivadas de actividades agropecuarias, entre otros beneficios ambientales, sociales y económicos (Roldán & Ramírez, 2008).</p> <p>El humedal desemboca en la quebrada a.3.5 la cual desemboca en el río Sonso que es uno de los afluentes o tributario del río Cauca.</p> <p>La lenteja de agua ha sido utilizada para reducir la contaminación de aguas, alimentación animal y compostaje (Lord, 1982).</p> <p><i>Limnocharis flava</i>, tiene alto contenido de potasio, sustituta de la espinaca, forraje para cerdos y en procesos de compostaje (Velásquez, 1994).</p> <p><i>Egeria sp.</i> es una especie invasora nativa del Brasil (Baptiste et al., 2010), con abundante presencia en las quebrada, su acumulación puede llegar generar procesos de eutroficación.</p>

En San Roque *Egeria sp*, es muy abundante en las quebradas y canales (imagen 23). El manejo consiste, en remover con pala cada 6 meses, para que la corriente la arrastre.

Imagen 23. Quebrada con *Egeria sp*.



Fuente: esta investigación

La anterior vegetación constituye un elemento beneficioso, para su uso a través de prácticas agroecológicas que permitan, mejorar el desempeño ambiental, social y económico de estas fincas. Además de estar adaptada a las condiciones locales.

6.3.1.4 Carbono capturado

En total se midieron 40 árboles y/o arbustos, los cuales tienen una biomasa aproximada de 20 toneladas (ver anexo 6). El carbono capturado corresponde a 0.5 de esta biomasa, por lo se tienen 10 ton capturadas o secuestradas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que un solo individuo, la *Ceiba sp* está aportando el 45% (9 ton) de la biomasa.

Todos los individuos medidos se encuentran en los espacios (a1, a3, a4 y a.5), los cuales ocupan un área aproximada de 1 hectárea, encontrando que se están

capturando 10 ton de carbono/hectárea. Sin la presencia de la *Ceiba sp*, esta cifra se reduce a tan solo 5,5 ton/hectárea.

Los servicios ambientales de captura de carbono, conservación y uso de biodiversidad y la belleza paisajística (A. Zuluaga, Giraldo, & Chará, 2011), en San Roque al igual que la mayoría de fincas azucareras, se encuentra en deuda por la masiva liberación de GEI (gases efecto invernadero) a la atmosfera producto de la quema de la caña, y la escasa presencia de arboles y/o arbustos.

6.3.2 Clima

A continuación en la tabla 19 se detalla la información climática del área de estudio.

Tabla 19. Características climáticas de la zona de estudio

Variable	Características
Temperatura	Temperatura promedio de 24 grados centígrados.
Precipitación	Precipitación anual en promedio es de 1200mm, marcada por la estacionalidad bimodal siendo los meses más lluviosos entre Marzo-Mayo (>100mm/mensual) y Octubre-Noviembre (>100mm/mensual) y los menos lluviosos entre Diciembre-Febrero (50-100 mm/mensuales) y el más seco de Junio-Septiembre (<50mm/mensuales).
Humedad relativa	76%
Altitud	1000 metros sobre el nivel del mar
Brillo solar	El promedio anual es de 6 horas día
Vientos	Dominantes norte-occidentales durante el día y los norte-orientales durante la noche. Circulación valle-montaña

Por sus características climáticas corresponde a una de las áreas más idóneas del país para el desarrollo de la gran mayoría de actividades agropecuarias.

Anteriormente esta región se consideraba una de las despensas del país, por su capacidad para abastecer diversos alimentos (IGAC, 1969; León, 2007; Molina, 1998). Además no se debe olvidar que se encuentra en una región tropical, por lo que, no presenta estaciones climáticas adversas que impidan el desarrollo de actividades agropecuarias (IGAC, 2008).

6.3.3 Características del suelo en los espacios no cultivados con caña (a1, a2, a3 y a4)

6.3.3.1 Fertilidad y densidad aparente

A continuación en la Tabla 20 se presentan los resultados del análisis químico y físico del suelo.

Los suelos de San Roque, casi en su totalidad (20,8 ha) son Vertisoles, ocupan geomorfológicamente posiciones de cuerpo y ápice de los abanicos aluviales, algunos cauces abandonados de la llanura aluvial de desborde de los ríos tributarios del Cauca, dentro del paisaje de Piedemonte(IGAC y Cenicaña, 2006).

Según este mismo autor hace parte de la consociación Corintias conformada por típicos Haplusterts, con régimen de temperatura isohipertérmico¹⁶ y humedad ústico¹⁷. De familia fina esmectítica (montmorillonita), que corresponden a arcillas con relación 2:1. Por lo que la superficie específica (cm²/g) es alta, tienen gran cantidad de cargas negativas, lo que genera la mayor capacidad de retener cationes (Ca, Mg, en este caso) y menor capacidad para aniones (fosfatos, sulfatos, etc.) (Convenio Sena-Minambiente, 1998).

¹⁶ Temperatura entre 22-27 °C entre 1000-1800 m.s.n.m.

¹⁷ Más de 90 días secos acumulados consecutivos; y >180>90 días húmedos acumulados y consecutivos.

Este tipo de arcilla y la alta saturación con Mg generan la menor capacidad de aireación, conductividad hidráulica, infiltración y disminuye la estabilidad estructural. Generando características indeseables para su manejo. Además limita la disponibilidad de elementos esenciales para los cultivos, como el nitrógeno, azufre, fósforo, hierro y manganeso(Aristizabal, 2009; Convenio Sena-Minambiente, 1998).

Las arcillas y el Mg otorgan al suelo alto grado de plasticidad y pegajosidad en estado húmedo y duras en seco. Dificultando el arado y en general las labores agrícolas. Esto se observa en la cantidad de suelo que se adhiere a la maquinaria. Se debe buscar el óptimo de humedad para evitar los daños a la estructura del suelo (IGAC y Cenicaña, 2006).

El agua en este tipo de arcillas penetra los espacios interlaminares, separándose unas de otras. Dicho proceso ocasiona que las arcillas se expandan cuando se humedecen, se contraigan y agrieten cuando se secan. El agrietamiento puede producir daño mecánico de ruptura y estrangulación de las raíces de las plantas; sin embargo, las grietas favorecen la penetración del agua y la aireación, lo cual se dificultaría si las grietas no existieran, dada la permeabilidad reducida(IGAC y Cenicaña, 2006). Lo cual genera una muy lenta infiltración, por lo tanto mayor erosión por escorrentía (Cenicafé, 1975)

En San Roque al igual que ocurre con cerca de 117.000 ha en el valle del río Cauca, se presentan suelos magnésicos, típicos de esta región(Aristizabal, 2009). Esto se debe a los altos porcentajes de saturación con magnesio y a la relación Ca/Mg invertida o estrecha. Condiciones como la mayor evapotranspiración que precipitación, aguas de riego, ascenso del nivel freático transportando sales a la superficie e inundaciones propician este tipo de suelo (Sociedad Colombiana de Ciencia del suelo, 2003).

En general presentan alta capacidad de intercambio cationico, sin embargo la alta saturación con Ca y Mg está ocupando la mayor parte, provocando deficiencias en el intercambio, por lo tanto en la fertilidad. Según Convenio Sena-Minambiente, (1998) los valores óptimos de estos elementos para el desarrollo de cultivos con la CIC encontrada, en Ca corresponden a 12 (meq/100) y en Mg a 6 (meq/100). Este mismo autor menciona que la relación ideal de Ca:Mg:K para la toma de nutrientes por parte de las plantas, es de 2:1:0,25.

En la tabla 20 se observa como la relación Ca/Mg de los linderos y márgenes de quebradas se acerca más a lo ideal (2:1), que los callejones y potrero. Sin embargo las altas concentraciones de Mg, en relación a los otros elementos, le otorgan al suelo propiedades físicas (estructura masiva) indeseables al dispersar las arcillas, materia orgánica, disminuir la conductividad hidráulica y modificar las propiedades hídricas. Este elemento interfiere en el crecimiento de las plantas, por su toxicidad. Los altos niveles de Mg causan una reacción de deficiencia de Ca, elemento fundamental para la vegetación(Aristizabal, 2009; Sociedad Colombiana de Ciencia del suelo, 2003).

Las velocidades de infiltración para los linderos y margen de quebradas fueron mayores, lo que puede causar un mayor lavado de Mg y por lo tanto las mejores condiciones en el pH. En estas dos unidades también se encuentra mayor abundancia de vegetación arbórea y/o arbustiva; y más diversidad de vegetación espontánea, que mejoran la estructura del suelo y por lo tanto ocurre una menor saturación con Mg.

El pH de los linderos es más bajo que el de las otras unidades, acercándose a valores más óptimos para el desarrollo de la mayoría de cultivos. La vegetación (swinglea) está jugando un papel fundamental en la estabilidad del pH. Probablemente por la acción de raíces y materia orgánica que han mejorado el drenaje, la estructura, infiltración y porosidad del suelo. Además las especies de esta familia se caracterizan por las sustancias alelopáticas que pueden estar causando la disminución en el pH.

Tabla 20. Resultados del análisis químico de caracterización y elementos menores. Y de la densidad aparente.

Variable	Linderos	Interpretación según (IGAC, 2000)	Callejones	Interpretación	Margen de quebradas	Interpretación	Potrero	Interpretación
pH (1:1)	7,9	Ligeramente alcalino	8,8	Medianamente alcalino	8,5	Medianamente alcalino	8,8	Medianamente alcalino
Textura al tacto	FAr	Franco arcillosa	FAr	Franco arcillosa	FAr	Franco arcillosa	FAr	Franco arcillosa
Fósforo asimilable (ppm)	1,12	Bajo	1,26	Bajo	4,21	Bajo	5,61	Bajo
Materia orgánica %	2,12	Medio	1,17	Bajo	2,17	Medio	2,96	Medio
CIC (meq/100g)	32	Alto	26	Alto	32	Alto	30	Alto
Ca	21	Intercambiable en meq/100	14		21		16	
Mg	15		15		15		19	
K	0,87		0,13		0,15		0,90	
Na	0,56		0,32		0,37		0,46	
SCa	65,63	Saturación %	53,85		65,63		53,33	
SMg	46,88		57,69		46,88		63,33	
SK	2,72		0,50		0,47		3,00	
SNa	1,75		1,23		1,16		1,53	
% saturación de bases	116,96	Saturado	113,26	Saturado	114,12	Saturado	121,20	Saturado
Ca/Mg	1,40	Relación de cationes	0,93		1,40		0,84	
Mg/K	17,24		115,38		100,00		21,11	
Cobre(ppm)*	0,76	Bajo	0,30	Bajo	0,23	Bajo	0,22	Bajo
Zinc (ppm)*	0,16	Bajo	0,72	Bajo	0,05	Bajo	0,01	Bajo
Manganeso (ppm)*	11	Alto	0,74	Bajo	0,51	Bajo	0,63	Bajo
Hierro (ppm)*	1,54	Bajo	2,68	Bajo	1,21	Bajo	1,06	Bajo
Boro (ppm)*	0,09	Bajo	0,06	Bajo	0,04	Bajo	0,13	Bajo
Densidad aparente (g/cm ³)	1,28		1,30		1,25		1,30	

La degradación (pérdida de la estructura, compactación, alcalinización, contaminación, reducción de la materia orgánica y edafofauna), del suelo es un proceso natural o incitado por el hombre, el cual tiene impactos ambientales negativos en la disminución o pérdida de la capacidad de las tierras para producir bienes o mantener funciones ecosistémicas. Propiciado por el uso inadecuado y el mal manejo, poniendo en riesgo la sostenibilidad (Murcia, 2010; Pinzón, 2010).

Los valores de las densidades aparentes (tabla 20), no se consideran que puedan llegar a dificultar o limitar seriamente el desarrollo de la vegetación, penetración de raíces (Convenio Sena-Minambiente, 1998; Pinzón, 2010; Porta, López, & Roquero, 1994). Cabe destacar que la densidad aparente y estructura del suelo tienen una relación directa (Porta et al., 1994). Por lo que los callejones y el potrero presentan la estructura más deficiente, influenciada por los altos porcentajes de saturación con Mg, entre otras.

6.3.3.2 Velocidad de infiltración

La velocidad de infiltración en el suelo determina la cantidad de agua que penetra o se infiltra en un periodo de tiempo, es variable dependiendo del tipo, estructura, manejo, uso y humedad del suelo; y la temporalidad del muestreo (todos realizados el mismo día). En la tabla 21 se observa los valores obtenidos según las clasificaciones de Convenio Sena-Minambiente, 1998; Sociedad Colombiana de Ciencia del suelo, 2003; USDA, 1999.

Tabla 21. Velocidad de infiltración en promedio para cada uno de los espacios no cultivados en San Roque.

Espacio no cultivado	cm/hora	Clasificación
Linderos	7,02	Moderadamente rápida
Callejones	1,69	Lenta o baja
Margen de quebrada	23,51	Rápida o alta
Potrero	2,53	Moderada o mediana

La temporalidad del muestreo de la infiltración y densidad aparente, faltando pocas semanas para la cosecha de la caña, influyó en los resultados encontrados para los callejones.

La baja velocidad de infiltración en los callejones se debe a la mayor densidad aparente, el alto porcentaje de saturación de Mg, el tránsito de la maquinaria pesada durante las diferentes fases del proceso productivo de la caña y el pisoteo de los animales. Afectando la estructura del suelo, ocasionando mayor escurrimiento superficial, por lo tanto acelerando los procesos de erosión, alcalinización y pérdida de materia orgánica.

El potrero presentó la segunda velocidad de infiltración más baja e igual valor en la densidad aparente, se puede deber a dos razones, una histórica (hace 5 años era cultivado con caña; y hace 10 años era una laguna); y al pisoteo actual de los bovinos. La moderada infiltración no parece estar afectando las poblaciones de lombrices, ya que fue la zona con mayor abundancia, debido al aporte de materia orgánica por los bovinos, la vegetación espontánea, los árboles dispersos, la cobertura permanente del suelo y razones históricas.

La diversidad de vegetación espontánea representa variedad en las raíces (formas, estructuras, profundidad de penetración). Esto puede estar explicando la relación entre la velocidad de infiltración, densidad aparente y diversidad de vegetación espontánea. En el margen de las quebradas y linderos se encontraron las velocidades más altas de infiltración, los valores más bajos en densidad aparente y la mayor riqueza de especies.

En los linderos se presentó una velocidad de infiltración moderadamente rápida, posiblemente se deba a la acción realizada por las raíces de swinglea, el mayor porcentaje de materia orgánica, la menor densidad aparente y saturación con Mg. Configurando una estructura del suelo más apropiada para la vegetación.

Para el caso del margen de las quebradas se encontró la mayor velocidad de infiltración por lo tanto la menor densidad aparente, posiblemente esta sea una representación de los valores que anteriormente se tenían para todo el suelo de la finca. Pero por razones de manejo relacionadas con el cultivo de la caña y las condiciones edáficas propias, se ha ido modificando.

6.3.3.3 Lombrices

En la tabla 22 se muestran las abundancias promedio encontradas para cada unidad fisionómica.

Tabla 22. Numero de lombrices encontradas en promedio, llevadas a m2.

Espacio no cultivado	# de lombrices por m2
Linderos (a.1)	44
Callejones (a.2)	66
Margen de quebradas (a.3)	72
Potrero (a.4)	105

Los valores obtenidos constituyen un buen indicador de la salud del suelo, en cuanto a la no aplicación de agroquímicos (carbamatos, organofosfatos, nematicidas, triazina, urea, entre otros) tóxicos, para las lombrices (USDA, 1999).

En los linderos se encontró la más baja densidad de lombrices por m2, a pesar del aporte de materia orgánica generada por la hojarasca y poda de la swinglea. Como la mayoría de las plantas de esta familia (Rutaceae), probablemente este liberando sustancias alelopáticas que puedan estar afectando las abundancias (Lizalda, 2008).

La temporalidad del muestreo influyó en la abundancia encontrada en los callejones. Si se realizara después de la cosecha de la caña, muy seguramente la cantidad de lombrices disminuiría notablemente. La escasa materia orgánica aportada por los bovinos y la vegetación espontánea, mantienen las poblaciones.

El margen de las quebradas y el potrero, fueron las unidades fisionómicas con mayor abundancia de lombrices y más porcentaje de materia orgánica. En el caso del potrero la cobertura permanente del suelo, los arboles dispersos, la vegetación espontanea y los bovinos, aportan mayor cantidad de materia orgánica al suelo, lo que permite mantener poblaciones más altas, además del manejo.

Durante el muestreo se observo que las lombrices del potrero tenían mayor tamaño, en cuanto a su longitud (22cm o mas) y espesor; que las presentes en los linderos, más cortas (5-10cm) y por lo tanto menor espesor. Por lo que el tipo de materia orgánica y la cobertura vegetal, interfieren positiva o negativamente las poblaciones.

Esta mesofauna del suelo se debe fomentar mediante las prácticas agroecológicas en los espacios no cultivados, ya que mejoran, la aireación, infiltración, densidad aparente y estructura del suelo, fomentan la actividad mircobiana, generan humus fuente de N, P, K, Ca y Mg, descomponen materia orgánica, contribuyen a los procesos de labranza ecológica, controlan patógenos, estimulan fauna benéfica, aumentan la capacidad de almacenar agua, entre otras (Brechelt, 2004; Murcia, 2010; Núñez, 1997; Sullivan, 2007; USDA, 1999).

6.3.3.4 *Dichotomius sp*

Esta especie coprófaga, se encarga de transformar las excreciones fecales bovinas (y en general de los vertebrados), desempeñando un papel ecológico fundamental dentro de ecosistemas naturales y productivos. Sin estos coleópteros muchos sistemas productivos colapsarían en términos ambientales. Se debe incentivar su presencia ya que mejora la estructura y aireación del suelo, aporta materia orgánica, fomenta el ciclaje de nutrientes, entre otras (Bohórquez & Montoya, 2009; Toole, 2007).

En ninguna de las unidades fisionómicas se pudo establecer su presencia (ver tabla 23). A pesar que la finca no cuenta con el registro de esta especie, muy probablemente se debería encontrar ya que la reserva natural el Hatico, área donde fue observado se

encuentra a menos de 20 kilómetros, y es una especie que se encuentra en la zona plana del Valle del Cauca según Bohórquez & Montoya, 2009.

Su ausencia en el potrero y callejones, se podría explicar por las características de manejo (semiestabulado), por lo que no tiene un constante aporte de eses fecales. Otra explicación puede estar relacionada con la cobertura vegetal de pequeño porte y poca cobertura, que no permite la regulación microclimática y el aporte de buena cantidad de hojarasca, como si se presenta en un sistema silvopastoril o en el Bs-t (Zuluaga et al., 2011).

Tabla 23. Indicadores cualitativos de sostenibilidad en suelos.

Unidad fisionómica	Actividad biológica del suelo	Grado de colonización de un actinomiceto sp.	Olor del Suelo	Dichotomius sp	Total
Linderos	3	2	3	0	12
Callejones	2	1	1	0	5
Margen de quebradas	4	2	3	0	13
Potrero	4	2	3	0	13

Fuente: este estudio

6.3.3.5 Micelio de un actinomiceto sp

Los actinomicetos son bacterias (con micelio verdadero) ampliamente distribuidas en ecosistemas naturales y productivos, donde cumplen la función de degradar (mineralización y humificación) la materia orgánica, mejorar la estructura, ayudan a fijar nitrógeno, producen antibióticos, controlan hongos fitopatógenos, entre otras (Brechelt, 2004; Franco-Correa, 2009; Kolmans & Vásquez, 1999; Núñez, 1997; Sullivan, 2007).

Su presencia y abundancia se ven influenciados entre otras cosas, por la cantidad de materia orgánica, el manejo, tipo y características físicas del suelo; y pH del medio ambiente (Franco-Correa, 2009). Los valores encontrados para cada unidad fisionómica se presentan en la tabla 23.

A pesar que constituyen uno de los microorganismos más abundantes en el suelo y se ven beneficiados por las condiciones alcalinas de este (Sullivan, 2007). En ninguna de las unidades se encontró buena presencia de este microorganismo, posiblemente la baja cantidad de materia orgánica aportada, la poca cobertura de arboles y/o arbustos que generen microclimas favorables y mejoren las condiciones físicas del suelo, el pH, la estructura masiva del suelo, entre otras. Lo que permite inferir la poca actividad del edafón.

La ausencia de colonización con micelio en los callejones, se puede deber a su estructura, el daño físico causado durante las fases del cultivo de la caña, la pérdida de la cobertura vegetal, poco aporte y porcentaje de materia orgánica, entre otras.

6.3.3.6 Actividad biológica

Este indicador cualitativo, para la realización de una evaluación rápida de suelos según Altieri y Nicholls (durante la visita al Hatico, 30/03/2012). Le permite conocer y establecer al investigador parámetros del nivel de actividad biológica presente en el suelo. La cual está influenciada entre otras cosas por el aporte de materia orgánica, el manejo y la humedad del suelo. Es un indicador de la salud y calidad del suelo, dado por la presencia y actividad de la micro, meso y macro fauna edáfica, raíces vivas entre otras (Sullivan, 2007; USDA, 1999).

Prácticas agropecuarias convencionales como la utilización de agroquímicos, laboreo inadecuado, falta de cobertura, monocultivo entre otras muchas condiciones naturales y antropicas afectan la diversidad y abundancia de organismo benéficos en el suelo (Pérez, 2010).

Se podría establecer que existe una relación entre la abundancia de lombrices, porcentaje de materia orgánica y el nivel de actividad biológica. En el margen de las quebradas y potreros se obtuvieron la mejor calificación para estas tres variables. Por su

parte los linderos y callejones presentaron las poblaciones de lombrices más bajas, un menor grado de actividad y menor porcentaje de materia orgánica.

Los callejones cañeros por su manejo generan el mayor daño al edafón y la materia orgánica otorgándoles más rasgos de insostenibilidad. Por su parte los otros tres espacios, se podría decir que poseen mejor salud y calidad de suelo, reflejado en la mejor actividad del edafón, la mayor velocidad de infiltración y el más alto porcentaje de materia orgánica.

6.3.3.7 Olor del suelo

Este indicador cualitativo, se encuentra relacionado con la presencia de microorganismos en el suelo, la materia orgánica, cobertura vegetal, manejo entre otros. Constituye un indicador indirecto de la calidad y salud del suelo (Brechelt, 2004; Núñez, 1997). Ver tabla 23.

Cabe rescatar que uno de los microorganismos que le dan un olor particular al suelo son los actinomicetos, los cuales le otorgan el hedor a humedad, por la producción de un metabolito (geosmina) (Franco-Correa, 2009; Sullivan, 2007). Explicación, a la relación directa que existe entre el grado de colonización con micelio y el olor del suelo.

Los linderos, el potrero y márgenes de las quebradas presentaron un olor bueno (a suelo fresco, húmedo o a hongo) con mejores porcentajes de materia orgánica, por lo que tienen mejor salud y calidad, en comparación con los callejones donde no se percibió ningún tipo de olor y el porcentaje de materia orgánica es bajo.

Las características de manejo han ido y continuarán determinando la salud y calidad del suelo, con las implicaciones que esto genera para el desarrollo sostenible de la región.

6.4 EXPERIENCIAS EN LA REGIÓN CON ENFOQUE AGROECOLÓGICO

6.4.1 Reserva natural el Hatico

Se encuentra localizada en el municipio de El Cerrito, Valle del Cauca. Tiene una extensión total de aproximadamente 285 hectáreas, de las cuales 135 se dedican a la ganadería (sistemas silvopastoriles intensivos), 110 al cultivo con caña y 40 a la conservación del bosque seco tropical y los guaduales.

Por las buenas prácticas agroecológicas que caracterizan a este agroecosistema, se presenta un alto porcentaje de materia orgánica más del 3% y fosforo asimilable entre 50 a 60 ppm.

6.4.2 Granja agroecológica familiar Pura Vida

Está localizada en la cabecera municipal de Andalucía, Valle del Cauca. Su extensión aproximada es de 5500m². No tiene una actividad agropecuaria dominante, constituye un espacio con alta diversidad de especies cultivadas y animales domésticos, que tienen como primer destino la alimentación familiar y la venta en el mercado local.

A continuación en la tabla 24 se describen algunas de las prácticas agroecológicas, que se pudieron establecer. Cabe anotar que estos agroecosistemas también están ubicados en la zona plana del Valle del Cauca, a pocos kilómetros (<20km) de San Roque.

Tabla 24. Prácticas agroecológicas identificadas en las experiencias exitosas de la región.

Agroecosistema	Prácticas agroecológicas
Reserva natural el Hatico	Protección del margen de las quebradas. En el estrato más bajo se observó pasto y vegetación espontánea; en el estrato medio se cultiva palmiche (<i>Sabal mauritiaeformis</i>) sus hojas son utilizadas para la construcción al igual que la caña brava (<i>Gynerium sagittatum</i>); y en el estrato superior se identificó la palma cubana que ofrece una madera muy buena.
	Sistemas silvopastoriles intensivos. Los cuales tienen vegetación multiestrata. En el primer nivel se encuentran las gramíneas (estoloníferas y cespitosas); nivel 2 leucaena; en el tercer nivel árboles (mataratón, chiminango, nacedero, algarrobo, flor amarillo entre otros); cuarto nivel árboles de gran porte (samanes, ceibas, <i>Enterolobium</i> sp); y el quinto corresponden a maderables (pala chonta, cubana, caoba, cedro rosado).
	Los linderos son cercos vivos, con especies maderables, forrajes y de Bs-t.
	El manejo de vegetación espontánea en callejones y en el cultivo de caña se realiza con ovinos, los cuales tienen amplio espectro en sus dietas. Para evitar que se coman la caña se utilizan perros (border collie). Otra es incorporada al suelo como abono verde.
	No aplicación de agroquímicos; no quema de la caña; conservación de variedades de caña menospreciadas por el manejo convencional; constante y abundante aporte de materia orgánica; fomento de la actividad biológica del suelo; control biológico de plagas y enfermedades.
	Conservación del bosque seco tropical y su biodiversidad.
	Integración familiar alrededor del agroecosistema; sensibilidad ambiental y social.
	Alta diversidad de especies cultivadas.
	Buena estructura y funcionalidad de la vegetación, que mejora la conectividad en el paisaje. La inclusión del árbol y/o arbusto como elemento fundamental del sistema productivo.
	Integración de los componentes pecuarios y agrícolas.
	Utilización del ganado Lucerna, que hace parte de las razas criollas de Colombia, adaptado a las condiciones biofísicas locales del valle geográfico del río Cauca.
	Permitir la regeneración y sucesión natural que conforman los

	actuales sistemas silvopastoriles.
	Las visitas para sensibilizar y plantear alternativas productivas con enfoque agroecológico que permitan el desarrollo sostenible.
Granja agroecológica familiar Pura Vida.	Alta diversidad de especies cultivadas que tienen como destino la alimentación familiar y/o animal (ver anexo 4). 36 especies de frutas, 30 matas de plátano, entre otra.
	Utilización de estiércol de cerdos para la producción de gas (biodigestor). El efluente de este se utiliza para la alimentación de lombrices y como abono.
	Cobertura permanente del suelo en su totalidad.
	El manejo de vegetación espontanea como alimento para animales (pollos, gallinas, cerdos) y abono verde.
	La fabricación de concentrados, a partir de harinas de leguminosas (matarratón, frijol), tortas de soya, coca, trigo amazónico, maíz, entre otros.
	No hay aplicación de vitaminas, hormonas y demás productos químicos a los pollos.
	Bienestar animal. Los cerdos y pollos tienen áreas de pastoreo.
	El desecho de los pollos (sangre, tripas) se cocina y se les da a los cerdos como alimentación.
	Su manejo se fundamenta en la mano de obra familiar; y la sensibilidad ambiental y social.
	No aplicación de agroquímicos.
	Vegetación multiestrata (arbóreo, arbustivo, herbáceo, epifito y trepador) y diversa. Que mejora la conectividad del paisaje, ofrece alimento para la familia y fauna benéfica.
	Conservación de la agrobiodiversidad.
	El desarrollo de la piscicultura
	Aprovechamiento de todos los espacios.
	Alta cantidad de especies medicinales y con otros usos.
	Fabricación de biofertilizantes, compost y lombricompost
	Las visitas para sensibilizar, capacitar y plantear alternativas productivas que permitan el desarrollo sostenible.
	Aplicación de caldos con microorganismos eficaces (<i>Lactobacillus</i> spp, <i>Saccharomyces</i> spp, entre otros) a los estiércoles para acelerar su descomposición, evitar malos olores y moscas.
Rotación y asociación de cultivos.	
Manejo integrado de plagas y enfermedades.	

6.5 EL PROPIETARIO DE LA FINCA SAN ROQUE

Los principales factores que incentivarían la disposición del propietario a implementar prácticas agroecológicas en los espacios no cultivados con caña en San Roque, según se pudo establecer en la entrevista semiestructurada son: que aumenten la oferta de alimento para los animales, generen maderas, frutos, forrajes, leña y prevengan el deslizamiento de la tierra en las quebradas, además de que no requieran grandes inversiones económicas.

6.6 SELECCIÓN DE PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS PARA ESTABLECER EN LA FINCA SAN ROQUE

Con la información recopilada sobre:

1. Las dinámicas temporales y espaciales de los espacios no cultivados con caña;
2. características biofísicas y de manejo de estos espacios;
3. las prácticas agroecológicas que se llevan a cabo en las experiencias exitosas de la región, además de la vegetación;
4. los factores que incentivarían la disposición del propietario de San Roque a implementar dichas prácticas en estos espacios;

más las fuentes secundaria consultada, se realizó un control cruzado de la información compilada. A partir de esto, se seleccionaron las prácticas agroecológicas para cada una de las unidades fisionómicas no cultivadas con caña en la finca San Roque (ver tabla 25), con el fin de aportar a su sostenibilidad y mitigar las externalidades causadas por el monocultivo de caña. Adicionalmente en el anexo 4 y 5, se encuentra información de la vegetación que se menciona a continuación.

Tabla 25. Prácticas agroecológicas propuestas para cada espacio no cultivado con caña

Unidad fisionómica		Prácticas agroecológicas propuestas
Linderos	a.1.1	Establecimiento de un cerco vivo con especies forrajeras mixtas (nacedero, totumo, guácimo, matarratón y botón de oro), maderables (aguacatillo, caoba, laurel, nogal y cedro rosado) y de Bs-t (mestizo, sangregado, guáimaro, naranjuelo, pisamo, siete cueros, flor amarillo y arrayan).
	a.1.2	Remover algunos individuos de swinglea para establecer especies nativas como: chambimbe, ciprés de estación, palma zancona, palmiche, jagua, espino de mono, ficus y caracolí. Además de las especies forrajeras y maderables, anteriormente mencionadas.
	a.1.3	Aumentar las especies forrajeras con: totumo, botón de oro, bore y guácimo
Callejones cañeros		Generar un calendario de uso por parte del ganado, en donde se tenga en cuenta el tiempo de pastoreo que debe permanecer, la frecuencia de pastoreo y el área de pastoreo.
		Trasplantar la regeneración natural de guayabo, guácimo y chiminango, hacia otras áreas.
Margen de quebradas	a.3.1	Sembrar especies forrajeras, maderables y de Bs-t.
	a.3.2	Aumentar la diversidad de especies para la alimentación familiar, sembrando (mamey, corozo, guamo, cidra, piña de agua, granadilla de hueso, maracuyá, pitaya, poma rosa, zapallo y maíz) asociadas con leguminosas (frijolillos) de la vegetación espontánea.
	a.3.3	Sembrar especies forrajeras mixtas, maderables y de Bs-t.
	a.3.4	
	a.3.5	
	a.3.6	
Potrero		Dividir el potrero con especies forrajeras. Aumentar la cantidad de árboles dispersos con especies como el guayabo, laurel, caoba, pisamo, siete cueros, espino de mono, flor amarillo y ceiba (Uribe, Zuluaga, Murgueitio, et al., 2011). Para ir consolidando un sistema silvopastoril.
Espacios alrededor de la casa y kiosco		Establecer una huerta donde se cultiven especies para: <ul style="list-style-type: none"> Alimentación familiar: banano, maíz, cidra, yuca, ají pajarito, piña de agua, arracacha, soya, granadilla de hueso, acelga, cilantro, papaya, frijol, caraotas, auyama, uchuva, cebollín, maní, habichuela, tomate, bombo, ajonjolí, chaya, sagú y maracuyá.

	<ul style="list-style-type: none"> • Medicinales y con otros usos: gaviñana, noni, pronto alivio, trigo amazónico, sagú, tabaco y achiote. • Sembrar plantas acompañantes (rábano, tabaco, y yerbabuena) a los frutales que tienen efectos benéficos evitando el ataque de plagas (D. Rodríguez, n.d.).
Infraestructura	<p>Utilización de los microorganismos eficaces (bacterias fotosintéticas, ácido láctico y levadura) para tratar los estiércoles.</p> <p>Establecer en una parte de la bodega camas para la cría de lombrices, roja californiana para la producción de humus de lombriz.</p>
Microambientes de conservación	Sembrar especies arbóreas como el nacedero, la guadua, el pisamo, sangregado, guimaro, y caracolí; además de arbustivas como lulo de perro y dormidera. Como un cerco protector del humedal y evitar que los animales ingresen.

Adicional a las prácticas agroecológicas seleccionadas en la tabla 25 para cada espacio no cultivado y sus subdivisiones. Se propone las siguientes:

- Sensibilización de todas las personas que están involucradas directamente con este sistema productivo, sobre la importancia (social, ambiental y económica) de las prácticas agroecológicas.
- Por las características del suelo, especialmente el pH y la alta saturación con Mg, los cuales impone restricciones para el desarrollo de la mayoría de cultivos, se debe hacer uso de la vegetación nativa adaptada a estas condiciones adversas.

- Sembrar especies en los márgenes de las quebradas que ayudan a amarrar el suelo y proteger el recurso hídrico, como el cedro rosado, nacedero, la guadua, caracolí, guimaro, sangregado, pisamo, palmiche, caña brava y el bore (Vargas, 2000)
- Dirigir la sucesión y regeneración vegetal dando prioridad a especies como: guayabo, guácimo, chiminango, uchuva, ají pajarito y leguminosas (frijolillos). Si es necesario trasplantar esta vegetación para su posterior ubicación y reproducción.
- Generar calendarios para organizar el momento de cosecha, fertilización y manejo de plagas, en todas las unidades. A la vez de llevar un registro con toda la información (semillas, enfermedades, cosechas, siembra).
- Hacer uso de las leguminosas (frijolillos) que hacen parte de la vegetación espontanea. Para evaluar su desempeño como cultivos de cobertura, forrajes y abonos verdes.
- Utilizar y cultivar las especies medicinales que hacen parte de la vegetación espontanea. Incluir y aprovechar el guácimo como una especie forrajera (Gómez et al., 2002). Utilizar la vegetación espontanea como fuente de alimentación para las gallinas y pollos.
- Erradicar manualmente los individuos de Susana amarilla. Para el caso del pasto estrella en los linderos y margen de quebradas se afectara con la sombra de los árboles.
- Parar las fumigaciones con glifosato, para mantener los márgenes “limpios” y madurar la caña. Ir sustituyendo gradualmente los fertilizantes (triple

15 y elementos menores) e insecticidas (lorsban) de síntesis química que se utilizan para el manejo de frutales. Por abonos orgánicos, actividad biológica del suelo, ciclaje de nutrientes, abonos verdes, control biológico, insecticidas orgánicos (extractos botánicos) y prácticas como el compostaje a base de nidos de arrieras (Olaya, n.d.)

- Incorporar la biomasa generada por la macrofita *Egeria sp.* para la producción de compost, junto con los estiércoles de los animales. Evaluar las condiciones de esta especie como alimento para los bovinos, lombrices y equino. Cubrir (hojas, bagazo, barbecho, etc.) el compost protegiéndolo de la radiación, precipitación, calor y viento (Kolmans & Vásquez, 1999). También puede ser utilizado para la alimentación de lombrices.
- Hacer uso de la piscina, asociando la vegetación acuática *Lemna sp* (para el mejoramiento de la calidad de agua y la alimentación bovina), y *Limnocharis flava* (fuente de alimentación familiar, porcina, lombrices y para la producción compost).
- Aumentar la cantidad de materia orgánica producida en la finca, para su posterior incorporación en los espacios no cultivados y el cultivo de la caña.

6.7 BENEFICIOS AMBIENTALES, SOCIALES Y ECONÓMICOS ESPERADOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS.

6.7.1 Beneficios ambientales esperados

A continuación en la tabla 26, se detallan los beneficios ambientales que se espera se generen a partir de la implementación de prácticas agroecológicas en los espacios no cultivados.

Tabla 26. Condición ambiental actual y esperada después del rediseño de los espacios no cultivados con caña, considerando un enfoque agroecológico.

Variable	Condición actual	Beneficio ambiental esperado
Manejo de estiércoles	Pequeña parte para la elaboración de comida de lombrices. La mayor parte se apila, al aire libre y se utiliza para abonar la caña.	El compost mejora la estructura, fertilidad, fomenta la presencia de microorganismos, aumenta la velocidad de infiltración, almacena agua, evita la erosión del suelo, mejora la salud de los cultivos entre otros. Constituyendo una manera ambientalmente sostenible de disponer este tipo de residuos (Brechelt, 2004; Kolmans & Vásquez, 1999; Núñez, 1997; D. Rodríguez, n.d.; Sullivan, 2007). Hacer uso de los microorganismos eficaces para acelerar su descomposición, evitar malos olores y la presencia de moscas.
Manejo de los microambientes de conservación y quebradas	Humedal: ninguno	Se busca evitar la contaminación de aguas con estiércoles bovinos, permitir la sucesión natural de este ecosistema, asegurar la prestación de servicios ambientales, mejorar la estructura y funcionalidad el paisaje, conservar el suelo, agua y su biodiversidad (Roldán & Ramírez, 2008).

		Hacer uso de las macrofitas acuáticas (<i>Lemna sp</i> y <i>Limnocharis flava</i>), para mejorar la calidad de agua y aumentar la producción de biomasa.
	Guadual: no extracción	Continuar con este manejo, para que en el largo plazo se mejore la conectividad del paisaje y se pueda hacer uso sostenible de este recurso forestal.
	Margen de quebradas: fumigadas con glifosato.	Evitar generar resistencia de las malezas (supermalezas) y daños a la salud del agroecosistema. Este producto afecta negativamente los hongos y bacterias benéficos, destruye el hábitat de estos organismos, aumenta la susceptibilidad de los cultivos al ataque de plagas y enfermedades, contaminación de aguas, contiene un surfactante considerado tóxico para peces e invertebrados acuáticos, se acumula en alimentos, permanece activo en el suelo, entre otros (Altieri, 2009b; Pengue, 2005). Estas zonas se podrían constituir en corredores biológicos para algunas especies, refugios para organismos benéficos, conservara el suelo, permitirá el ciclaje de nutrientes, entre otros beneficios ambientales.
Manejo de frutales	Plagas: con Lorsban	Evitar generar daños al agroecosistema y la salud humana. Se ha demostrado que los insectos plaga generan resistencia a este producto, elimina insecto benéficos, se puede lixiviar y alcanzar acuíferos donde mata los peces (León & Rodríguez, 2002; Nicholls, 2008). Los organofosforados como este y carbamatos son los de mayor toxicidad para el hombre y los animales, pueden causar a largo plazo neurotoxicidad retardada y son sospechosos de generar cáncer (Ministerio de salud. Subdirección de control de factores de riesgo del ambiente, 1992)
	Fertilización: triple 15 y elementos menores	Impedir que los fertilizantes de síntesis química generen mayor susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades en los cultivos, contaminación de aguas, aceleran los procesos de eutroficación, aumenta a huella ecológica de los sistemas productivos, entre otros (Altieri, 1999; León, 2007)
Socavamiento de quebradas y	Ninguno	Amarre al suelo por parte de la vegetación propuesta, evitando procesos de erosión, pérdida de fertilidad, fomentando el ciclaje de nutrientes, la conservación del suelo, fauna, flora y agua,

remoción en masa		entre otras.
Carbono capturado	Ninguno	Aumenta la cantidad de carbono secuestrado por el mayor número de árboles y/o arbustos, a la vez que mejora la conectividad del paisaje, ofrece recursos para la fauna y flora silvestre, entre otros.
Especies invasoras.	Ninguno	Permitir el desarrollo de la vegetación espontánea nativa, conservación de la agrobiodiversidad, ofrecer recursos para la fauna nativa, entre otros

6.7.2 Beneficios sociales esperados

En la tabla 27, se presentan los beneficios sociales esperados después del rediseño de los espacios no cultivados con caña, considerando un enfoque agroecológico.

Tabla 27. Beneficios sociales actuales y esperados después del rediseño de los espacios no cultivados con caña, considerando un enfoque agroecológico

Variable	Condición actual	Beneficio social esperado
Número de especies cultivadas que tienen como destino la alimentación familiar.	13 (guanábana, guayabo, naranjo, mango, limón, mandarino, aguacate, ciruelo, guayaba-manzana, grosella, coco, plátano y mamoncillo)	27 (banano, maíz, cidra, yuca, ají pajarito, piña de agua, arracacha, soya, granadilla de hueso, sagú, chaya, acelga, cilantro, frijol, caraotas, auyama, uchuva, cebollín, maní, habichuela, tomate, bombo, ajonjolí, maracuyá, mamey, papaya, corozo, guamo, pitaya, poma rosa y bore). Ofertando mayor diversidad de alimentos, aumentando la cantidad, de buena calidad y mejorando la disponibilidad.
Manejo de frutales y estiércol	Frutales: Convencional. Anteriormente mencionado	No exposición ha agroquímicos tóxicos para la salud humana.

	Estiércol. Se menciona anteriormente.	Microorganismos eficaces que evitan los malos olores y la presencia de moscas.
Número de plantas medicinales.	Que se les da uso 2 (coca y yerbabuena)	15 (Noni, gaviñana, pronto alivio, achiote, lulo de perro, <i>Gomphrena serrata</i> , llantén, amor seco, totumo, ají, tomate, sábila, bledo, limoncillo, yerba socialista). Mejorar y recuperar el conocimiento de la medicina tradicional. Proporcionar una herramienta de fácil acceso frente a problemas de salud.
Percepción del entorno.	Consideran que le hace falta mejorar, se siente mucho calor, casi no hay sombra, se ve poca fauna y arboles.	Regulación microclimática por los árboles y/o arbusto generan microclimas (reducción de temperatura) favorables. Aumento significativo en la diversidad e individuos de arboles y/o arbusto que atraen fauna.

6.7.3 Beneficios económicos esperados

En la siguiente tabla 28 se describen los beneficios económicos, que se espera se generen a partir de la implementación de prácticas agroecológicas en los espacios no cultivados.

Tabla 28. Beneficios económicos

Variable	Condición actual	Beneficio económico esperado
Número de especies que tienen como destino la alimentación familiar	13	Se espera 28 especies destinadas a la alimentación familiar, lo cual reduciría los costos para este rubro
Manejo de frutales	Convencional. Anteriormente se mencionó	Reducción de gastos en el uso de agroquímicos
Concentrados comprados para la alimentación animal	Alimentación de pollos, perros, gallinas y conejos	Fabricación de concentrados a partir de leguminosas y otras especies. Disminuyendo los costos de mantenimiento
Oferta de alimento para bovinos	Poca, la mayoría se cosecha fuera de la finca	Diversidad y abundancia de especies forrajeras mejorando la alimentación animal y ganancia de peso.

Adicional a estos beneficios económicos se espera que los excedentes de la producción que no es caña se puedan vender.

7. CONCLUSIONES

- Los espacios no cultivados con caña constituyen áreas actualmente desaprovechadas, pero con un alto potencial para aplicar prácticas agroecológicas que mejoren el desempeño ambiental, social y económico de estos sistemas productivos. Sin embargo, para implementarlas se debe tener en cuenta las dinámicas temporales y espaciales, además de conocer las condiciones biofísicas de los espacios no cultivados. Es de vital importancia conocer las prácticas con dicho enfoque que se llevan a cabo en la región de manera exitosa, y establecer los factores incentivarían la disposición del agricultor, para lograr la correcta aplicación.
- El uso de los ENCC durante las fases productivas de la caña: siembra, subsolada, fertilización, surcada y CAT, se limita a los callejones, canales, vías y parte de la infraestructura. En cuanto a cambios en la configuración espacial de los ENCC generados por el proceso productivo de este cultivo, se encuentra los márgenes de quebrada, callejones, quebradas y canales. No obstante, estas dinámicas temporales y espaciales no generan limitantes importantes para la aplicación de prácticas agroecológicas, en dichos espacios.
- La mayoría de características biofísicas de los espacios no cultivados con caña, en la finca San Roque, predisponen de manera positiva la aplicación de prácticas agroecológicas, ya que la presencia de meso y microfauna en el suelo, así como al diversidad de especies vegetales espontáneas, la distribución de árboles nativos, fuentes de agua, entre otras, son factores que a través del enfoque agroecológico, pueden ser aprovechados para mitigar los efectos negativos, causados por las prácticas de agricultura convencional, fundamentadas en el enfoque de revolución verde.

- Una vez implementadas las prácticas agroecológicas propuestas se esperaría que mejoraran, las condiciones: ambientales, en cuanto a la estructura y funcionalidad del paisaje; mitigar los procesos de erosión por remoción y socavamiento de quebradas; conservar y mejorar las condiciones de los microambientes; evitar el uso de agroquímicos que genera problemas ambientales como la contaminación y eutroficación; aumentar la captura de carbono y remover vegetación invasora que desplaza a especies locales, entre otras. Sociales, por el aumento en la diversidad y cantidad de especies que tienen como destino la alimentación familiar, además de mejor la calidad; el no uso de agroquímicos evitando poner en riesgo la salud de las personas que los manipulan; mejorando las percepciones del entorno y la belleza paisajística, entre otros. Y beneficios económicos por, la disminución en gastos de la alimentación familiar, concentrados para animales, forrajes, agroquímicos y otros insumos; además de excedentes de producción que se podrían vender.
- La aplicación de prácticas agroecológicas en los espacios no cultivados con caña de azúcar, se podría replicar en otras fincas de la región teniendo en cuenta siempre las condiciones (biofísicas, sociales, económicas y culturales) locales y particulares de cada una. De esta manera se contribuye con el mejoramiento en la conectividad del paisaje del valle geográfico del río Cauca. El cual debido al monocultivo de la caña y la desaparición casi total del Bs-t ha perdido su estructura, funcionalidad e identidad, además de disminuir la calidad en los servicios ambientales y afectar de manera negativa los procesos ecológicos de las especies.

8. RECOMENDACIONES

- Ejecutar la valoración financiera que implicaría la aplicación de prácticas agroecológicas en los ENCC.
- Consultar con los propietarios de fincas cañeras la viabilidad para implementar las prácticas con enfoque agroecológico en los ENCC, así como los factores que incentivarían su disposición.
- Analizar la factibilidad de alternativas energéticas renovables (solar y eólica) que permitan mejorar y mitigar, el desempeño económico, social y ambiental de estas fincas
- Realizar un análisis a las aguas de riego ya que pueden ser uno de los factores que este favoreciendo la alcalinidad de los suelos.
- Monitorear las condiciones del suelo, para comprender algunas de sus dinámicas temporales y como el manejo determina ciertas características.

9. BIBLIOGRAFÍA

Agronomo de la finca San Roque. (2012). *Ingeniero agronomo de la Universidad nacional sede Palmira*. Cali.

Altieri, M. (1999). *Agroecologia Bases científicas para una agricultura sustentable* (Nordan-Com.). Montevideo.

Altieri, M. (2009a). Desiertos verdes: monocultivos y sus impactos sobre la biodiversidad. In S. Trujillo (Ed.), *Azúcar roja desiertos verdes* (pp. 55-63). HIC-AL, FIAN y SAL.

Altieri, M. (2009b). Los impactos ecologicos de los sistemas de produccion de biocombustibles a base de monocultivos a gran escala en America. *Agroecologia*, 4, 59-67.

Altieri, M., & Nicholls, C. (2009a). *BIODIVERSIDAD Y MANEJO DE PLAGAS* (Icaria.). Barcelona.

- Altieri, M., & Nicholls, C. (2009b). Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna beneficiosa en agroecosistemas. *Sociedad científica Latinoamericana de agroecología*, 62.
- Aristizabal, A. (2009). *EFEECTO DE ALTAS SATURACIONES DE Mg⁺² y Ca⁺² EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN SUELO DEL VALLE DEL CAUCA*. Universidad nacional de Colombia.
- Baptiste, M., Castaño, N., Cárdenas, D., Gutiérrez, F. de P., Gil, D., & Lasso, C. (2010). *Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia* (Instituto.). Bogotá.
- Bohórquez, J., & Montoya, J. (2009). ABUNDANCIA Y PREFERENCIA TRÓFICA DE DICHOTOMIUS BELUS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) EN LA RESERVA FORESTAL DE COLOSÓ, SUCRE. *Boletín del museo de entomología de la Universidad del Valle*, 10(1), 1-7.
- Brechelt, A. (2004). *Manejo Ecológico del Suelo* (Red de Acc.). República Dominicana: Fundación Agricultura y Medio Ambiente.
- Bustillo, A. (2011). Parasitoides, predadores y entomopatógenos que afectan las plagas de la caña de azúcar en Colombia. *Centro de investigación de la caña de azúcar de Colombia (cenicaña)*. Retrieved from http://www.cenicana.org/publicaciones/carta_trimestral/ct2010/ct3y4_10/ct3y4_10_plagas.php
- CENICAÑA. (1995). *El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia*. (C. Cassalett, J. Torres, & C. Isaacs, Eds.). Cali.
- CEPAL. (2002). El conglomerado del azúcar del Valle del Cauca, Colombia. *Naciones unidas*, 134.
- Carbonell, J., Amaya, Á., Valeska, B., Torres, J., Quintero, R., & Isaacs, C. (2001). Zonificación agroecológica para el cultivo de caña de azúcar en el valle del río Cauca. Tercera aproximación. *Centro de investigación de la caña de azúcar de Colombia (cenicaña)*, 29.
- Cenicafé. (1975). *Manual de conservación de suelos de ladera* (Federación., p. 73). Chinchiná, Caldas.
- Clavijo, N. (2011). *Ingeniera Agrónoma. Clase de agroecología de los andes*. Bogotá.
- Clavijo, S. (1993). *Fundamentos de manejo de plagas*.

- Convenio Sena-Minambiente. (1998). *Edafología y dinámica de suelos* (Programa d., p. 31). Manizales.
- Cook, C., Gut, B., Rix, M., & Schneller, J. (1974). *Water plants of the world. A manual for the identification of the genera of freshwater macrophytes* (DR. W. JUN.). Holanda.
- Corrales, E. (2008). *Apuntes sobre el estado del arte y elementos conceptuales para el análisis de espacios de conservación en fincas en escalas mayores*.
- Corrales, E., & Forero, J. (2007). *La reconstrucción de los sistemas de producción de Campesinos. El caso de Asproinca en Riosucio y Supía*. Bogotá: Fundación Swissaid, Asproinca, Universidad Javeriana y Colciencias.
- Doll, J. (1979). *Manejo y control de malezas en el trópico*. (CIAT, Ed.). Cali.
- Dávila, O., Ramírez, E., Rodríguez, M., Gómez, R., & Barrios, C. (2005). *El manejo del potrero. Proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas Colombia, Costa Rica y Nicaragua*. Retrieved from www.catie.ac.cr
- Expósito, M. (2003). *Diagnóstico Rural Participativo. Una guía práctica*. (Centro Cul.). Santo Domingo, República Dominicana.
- Foley, J. a, Defries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., et al. (2005). Global consequences of land use. *Science (New York, N.Y.)*, 309, 570-574.
- Franco-Correa, M. (2009). Utilización de los actinomicetos en procesos de biofertilización. *Revista Peruana de biología*, 16(2), 239-242.
- Gliessman, S. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba, C.R.: CATIE.
- Greenwood, P., & Halstead, A. (2002). *Enciclopedia de las plagas y enfermedades de las plantas. Guía completa para la prevención, la identificación y el tratamiento de los problemas de las plantas*. (Royal Hort.). Barcelona.
- Gómez, M., Rodríguez, L., Murgueitio, E., Ríos, C., Méndez, M., Molina, C. H., Molina, C. H., et al. (2002). *Arboles y Arbustos Forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como Fuente Proteica*. Director (Tercera ed.). Cali: Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria (CIPAV).
- IGAC. (1969). *Estudio detallado de suelos, para fines agrícolas, del sector plano de los municipios de Ginebra, Guacari, Cerrito y Palmira*. Bogotá.

- IGAC. (2000). *Consideraciones generales para interpretar análisis de suelos* (Subdirecci.). Bogotá.
- IGAC. (2008). *Atlas Básico de Colombia*. Bogotá.
- IGAC y Cenicaña. (2006). *ESTUDIO DETALLADO DE SUELOS Y CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS SEMBRADAS CON CAÑA DE AZÚCAR EN EL VALLE GEOGRAFICO DEL RÍO CAUCA. Hacienda San Roque*.
- Kolmans, E., & Vásquez, D. (1999). *Manual de Agricultura Ecológica* (Álvarez.). La Habana: Grupo de agricultura organica de la asociacion Cubana de técnicos agrícolas y forestales.
- León, T. (2007). *Medio ambiente, tecnología y modelos de agricultura en Colombia. Hombre y Arcilla* (Ecoe Edici.). Colombia: Universidad nacional.
- León, T., & Rodriguez, L. (2002). *Ciencia, tecnología y ambiente en la agricultura colombiana. Network* (ILSA.). Bogotá: Cuadernos tierra y justicia.
- Lizalda, C. (2008). *Estudio fitoquímico y alelopático de extractos polares de las hojas de Swinglea glutinosa Merr. (Rutaceae)*. Universidad tecnológica de Pereira.
- Lobo, M. (2008). Importancia de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad en el desarrollo de sistemas de producción sostenible. *Corpoica-ciencia y tecnología agropecuaria*, 9, 19-30.
- Lord, R. (1982). *Uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales* (Marsa.). México.
- Mahecha, G. (1997). *Fundamentos y metodología para la identificación de plantas* (Proyecto b.). Bogotá.
- Martínez, H., Pinzón, N., & Espinosa, D. (2005). *La cadena de la Guadua en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinamica 1991-2005. Director*. Bogotá.
- Ministerio de agricultura y desarrollo rural. (2010). *Una Política Integral de Tierras para Colombia*. Bogotá.
- Ministerio de salud. Subdirección de control de factores de riesgo del ambiente. (1992). *La problemática de los plaguicidas en la region de las Americas. Tomo II*. (C. Calderón, Ed.). Bogotá.
- Molina, E. (1998). *Sistemas productivos integrados al cultivo de la caña de azúcar en el Valle del Cauca*. Pontificia Universidad Javeriana.

- Murcia, C. (n.d.). *ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA EN EL ACEITE Y EXTRACTO ETANÓLICO DE LAS HOJAS, CÁSCARA Y PULPA DE LA Swinglea Glutinosa Merr.* Santiago de cali. Retrieved from <http://es.scribd.com/doc/71951913/PROYECTO-DE-INVESTIGACION>
- Murcia, U. (2010). *Agrologo. Apuntes de clase principios de edafología.* Bogotá.
- Múgica, M., Fernandez, J., Martinez, C., Sastre, P., Atauri, J., & Montes, C. (1999). *Integración territorial de espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos.* Anda Lucia.
- Nicholls, C. (2008). *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico* (Universida.). Medellín.
- Núñez, M. (1997). *Manual de Técnicas Agroecológicas.* Mérida, Venezuela.
- Olaya, L. (n.d.). *Prácticas alternativas de control de Hormiga arriera.*
- Orozco, C. (2002). Áreas protegidas y ordenamiento ambiental del territorio. *Entorno Geográfico, 2.*
- Osorio, W. (1999). Muestreo de Suelos. *Universidad nacional, 1-4.*
- Palacios, M. . (2001). *“Agricultura ecológica”, memorias del primer taller nacional sobre investigación y transferencia en agricultura Ecológica.* Bogotá: Octubre de 2000, IICA-Pronatta.
- Pengue, W. (2005). *Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina ¿La transgénesis de un continente?* (Programa d.). México D.F.: Red de formación ambiental para América Latina y el Caribe.
- Perea, J., Villegas, J., Cerquera, Y., & Cortés, M. (2003). *Evaluación y documentación de prácticas sobresalientes sobre el manejo de la cosecha y maduración de la guadua en el departamento del Huila.* (Fundación para el desarrollo de la ingeniería, Ed.) Area (Ministerio.). Neiva, Huila.
- Pinzón, A. (2010). *Edafología.*
- Porta, J., López, M., & Roquero, C. (1994). *Edafología. Para la agricultura y el medio ambiente* (Mindi-Pren.). Madrid.
- Prager, M., & Angel, D. (1989). *Contribución de los abonos verdes al mejoramiento de la calidad de los suelos* (Producción.). Cali.

- Pérez, M. (2010). *Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos, guía metodológica*. (Corporació.). Bogotá.
- Pérez, N. (2004). *Manejo ecológico de Plagas* (CEDAR.). La Habana.
- Quintero, R., García, A., Cortés, A., Muñoz, F., Stember, J., Alí Carbonell, J., & Osorio, C. (2008). Grupos homogéneos de suelos del área dedicada al cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca (segunda aproximación). *Centro de investigación de la caña de azúcar de Colombia (cenicaña)*, 37. Cali.
- Ramírez, A. (n.d.). *Metodología de la investigación científica* (Pontificia.). Bogotá.
- Red Nacional de Jardines Botánicos. (2008). Sistema de información sobre la biodiversidad en Colombia. Retrieved from www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=1413&method=displayAAT
- Rivera, J. (2001). *Utilización del Nacedero Trichanthera gigantea (H.& B.) Nees. Para la prevención y recuperación de áreas degradadas por erosión y remociones masales en suelos de ladera Colombiana. Idea*. Retrieved from www.oocities.org/biotropico_andino/cap9.pdf
- Rodríguez, D. (n.d.). *Agricultura ecológica aplicada* (Graficoz.). Bogota.
- Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* (Universida.). Medellín.
- SOCLA. (2009). *Vertientes del pensamiento agroecológico: Fundamentos y Aplicaciones*. (M. Altieri, Ed.). Medellín.
- Sarandón, S., & Flores, C. (2009). EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EN AGROECOSISTEMAS : UNA PROPUESTA METODOLÓGICA. *Agroecología*, 4, 19-28.
- Schultze-Kraft, R., Clements, R., & Keller-Grein, G. (1997). *Centrosema: Biología, Agronomía y Utilización* (CIAT.). Cali.
- Sociedad Colombiana de Ciencia del suelo. (2003). *Manejo integral de la fertilidad del suelo*. (M. Triana, R. Lara, M. Gómez, & G. Peñaloza, Eds.). Bogotá.
- Sullivan, P. (2007). El Manejo Sostenible de Suelos. *ATTRA-El servicio nacional de información de la agricultura sostenible*, 11-15.
- Tilman, D., Cassman, K., Matson, P., Naylor, R. y, & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 671-677.

- Toole, C. (2007). *La gran enciclopedia de los insectos* (LIBSA San .). Alcobendas, Madrid.
- USDA. (1999). *Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo* (National s.). USA.
- Uribe, F., Zuluaga, A., Murgueitio, E., Valencia, L., Zapata, Á., Solarte, L., Cuartas, C., et al. (2011). *Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Manual 1 Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles* (p. 78). Bogotá: GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC.
- Uribe, F., Zuluaga, A., Valencia, L., Murgueitio, E., & Ochoa, L. (2011). *Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Manual 3 Buenas prácticas ganaderas* (p. 82). Bogotá: GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC.
- Vargas, W. (2000). *Guía ilustrada. De las plantas de las montañas del Quindío y los Andes centrales*. (Universida.). Manizales.
- Velez, M., Agudelo, C., & Macias, D. (1998). *Monografías de la flora andina. Flora arvense de la region cafetera centro-andina de Colombia Tomo 1*. Armenia: Universidad del Quindío, Herbario de la Universidad del Quindío.
- Velásquez, J. (1994). *Plantas acuaticas vasculares de Venezuela* (Universida.). Caracas.
- Wolff, M. (2006). *Insectos de Colombia* (Laboratori.). Medellín.
- Zuluaga, A., Giraldo, C., & Chará, J. (2011). *Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Manual 4 Servicios ambientales que proveen los Sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad*. Bogotá: GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC.
- Zuluaga, X. (2010). *Análisis comparativo de sistemas productivos de cultivo de papa con manejo integrado y manejo convencional a partir de indicadores de sostenibilidad en el municipio de carmen de Carupa (Cundinamarca)*. Pontificia Universidad Javeriana.

10. ANEXOS

10.1 Entrevista semiestructurada al agrónomo de la finca San Roque

1) Componente: El cultivo de la Caña de azúcar

a) ¿Cómo es el proceso productivo (siembra-socas-renovación) de la caña de azúcar en la finca San Roque?

2) Componente: Espacios No Cultivados con Caña de azúcar (ENCC)

b) ¿Cuáles ENCC y en que fases del proceso productivo de la caña de azúcar son utilizados? ¿Hasta dónde se utilizan estos por parte de la maquinaria?

c) ¿Con que frecuencia se usan los ENCC, durante cada una de las fases productivas de la caña?

d) ¿Qué uso tienen estos espacios? ¿En qué consiste el manejo?

e) ¿Qué nombre tiene la vegetación no cultivada que se encuentra en los ENCC? ¿Qué usos tiene?

3) Componente: Ambiental

f) ¿Cuál es el manejo actual de los residuos orgánicos (estiércoles, restos de cosecha)?

g) ¿En qué consiste el manejo de los microambientes de conservación?

h) ¿Qué nombre tiene la vegetación que se encuentra en los microambientes de conservación? ¿Qué usos?

4) Componente: Económico

i) ¿Cómo se alimentan (concentrados, forrajes) los animales de la finca?

j) ¿Cómo calificaría la oferta de alimento para el componente pecuario?

10.2 Entrevista semiestructurada a los trabajadores de la finca

1) Componente: Espacios No Cultivados con Caña de azúcar (ENCC)

a) ¿Cuáles ENCC y en que fases del proceso productivo de la caña de azúcar son utilizados?

b) ¿Con que frecuencia se usan los ENCC, durante cada una de las fases productivas de la caña?

c) ¿Qué uso tienen estos espacios? ¿En qué consiste el manejo?

d) ¿Qué nombre tiene la vegetación no cultivada que se encuentra en los ENCC? ¿Qué usos tiene?

3) Componente: Ambiental

e) ¿Cuál es el manejo actual de los residuos orgánicos (estiércoles, restos de cosecha) en la finca?

f) ¿En qué consiste el manejo de los microambientes de conservación?

g) ¿Qué nombre tiene la vegetación que se encuentra en los microambientes de conservación? ¿Qué usos tiene?

5) Componente: Social

h) ¿Qué animales y cultivos tiene en los ENCC? ¿Cuántos tienen como destino la alimentación familiar?

i) ¿Cómo describiría el clima y entorno de la finca?

j) ¿Tiene plantas medicinales?

__si_no__ ¿Que usos tiene? ¿Cuáles son los usos medicinales que le da a la vegetación no cultivada, si tienen?

6) Componente: económico

k) ¿Cómo se alimentan (concentrados, forrajes, agua-masa,) los animales?

q) ¿Cómo calificaría la oferta de alimento para el componente pecuario?

10.3 Entrevista semiestructurada al propietario

1) Componente: Practicas agroecológicas

a) ¿Conoce la agricultura con enfoque agroecológico y sus prácticas?

__si__no__¿Cuales?_¿Que opinión tiene frente a estas?

2) Componente: Espacios no cultivados con caña de azúcar (ENCC)

b) ¿Qué factores incentivaría su disposición a implementar prácticas agroecológicas en los espacios no cultivados?

3) Componente: Social

c) ¿Qué tipo de cultivos y animales le gustaría tener en estos espacios?

d) ¿Cómo describiría el clima y entorno de la finca?

10.4 Vegetación granja Pura Vida

Vegetación identificada, usos y observaciones realizadas durante la visita a la granja agroecológica familiar Pura Vida.

Nombre Común	Nombre científico	Variedad	Usos y observaciones comentados en la visita por los propietarios.
Limón	Citrus sp.	Castalia	Alimentación familiar y venta cuando hay cosecha; todos los frutales se abonan con efluente del biodigestor y pollinaza
Mango	<i>Magnifera indica</i>	Mango y manga	Alimentación familiar; y venta cuando hay cosecha
Mandarino		Oneco	Alimentación familiar; y venta cuando hay cosecha
Naranja		Tangelo	Alimentación familiar; venta cuando hay cosecha; cuando se produce orgánicamente dan cosecha durante todo el año.
Guanábano	<i>Annona muricata</i>	No se determinó	Alimentación familiar; y venta cuando hay cosecha
Plátano, banano	<i>Musa acuminata</i>	Hartón, banano Gros Michel, bocadillo, el indio,	Alimentación familiar; y venta cuando hay cosecha.
Bore	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	No se determinó	Hojas de alimento para gallinas y peces; mejora el color de la carne y los huevos. Tallo para el consumo humano (tortas, buñuelos, bebida); común en las quebradas. Utilizada en sistemas silvopastoriles como forraje(Uribe, Zuluaga, Murgueitio, et al., 2011).
Mamey	<i>Mammea americana</i>	Unica	No está en producción es un árbol que demora bastante en dar frutos (más de nueve años); como insecticida
Chaya	<i>Cnidoscolus chayamansa</i>	No se determinó	Alimenticio; hojas como alimento para gallinas, pollos y cerdos; alimento altamente proteico
Leucaena	Leucaena sp	No se determinó	Llegadero y sitio donde se alimentan las loras con la semilla de este árbol evitando que se coman el maíz. Utilizada en sistemas silvopastoriles como forraje(Uribe, Zuluaga, Murgueitio, et al., 2011).
Nony	<i>Morinda citrifolia</i>	No se determinó	Medicinal
Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	No se determinó	No se determinó
Corozo	<i>Attaea butyracea</i>	Chontaduro y corozos	Alimentación familiar

Maíz	<i>Zea Mays</i>	morado y negro	Alimentación familiar; y fabricación de concentrados para la alimentación animal; y mismo saco la semilla son maíces criollos nativos
Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i>	No se determinó	Forraje para la alimentación animal. Utilizada en sistemas silvopastoriles como forraje(Uribe, Zuluaga, Murgueitio, et al., 2011).
Pasto morado	<i>Pennisetum sp</i>	Morado y elefante	Forraje para la alimentación animal
Guamo	<i>Inga sp.</i>	De la grande y larga	Alimentación familiar. Utilizada como sombrío en cafetales y cultivos de cacao, abono verde.
Morera	<i>Morus alba</i>	No se determinó	Forraje para la alimentación animal
Cidra	<i>Sechium edule</i>	No se determinó	Alimentación familiar; y venta cuando hay cosecha
Zapote	<i>Matisia cordata</i>	Suramérica	Alimentación familiar; y venta cuando hay cosecha
Borojo	<i>Borojoa patinoi</i>	No se determinó	No se determinó
Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	No se determinó	Alimentación familiar; y venta cuando hay cosecha
Guayaba	<i>Psidium spp</i>	Coronilla, rosada	Alimentación familiar, animal; y venta cuando hay cosecha
Gavilana o capitana	<i>Neurolaena lobata</i>	No se determinó	Planta medicinal (útil para riñones, hígado); como insecticida ; para desinfectar los galpones de los pollos mediante la preparación de un extracto de hojas maceradas que se mezcla con un extracto de ají pajarito
Ají pajarito	<i>Capsicum sp</i>	Pajarito	Desinfectar galpones; alimentación familiar
Piña de agua	<i>Ananas sp</i>	Piña de agua	Alimentación familiar; no necesita estar a plena exposición solar, se encuentra amenazada esta variedad.
Arracacha	<i>Arracacia xanthorriza</i>	No se determinó	Alimentación familiar; a pesar de ser de clima frio se da.
Soya	<i>Glycine max</i>	Blanca y negra	Se rota el maíz con la soya. Alimentación familiar y animal
Granadilla de hueso o de piedra	<i>Passiflora maliformis</i>	No se determinó	Alimentación familiar
Granada	<i><u>Punica granatum</u></i>	No se determinó	Alimentación familiar; planta medicinal para cólicos y otras cosas
Pronto alivio	<i>Lippia alba</i>	No se determinó	Medicinal en bebidas; para adobar carnes
Acelga	<i>Beta</i>	No se determinó	Alimentación familiar; venta

	<i>vulgaris</i>		
Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i>	No se determinó	Alimentación familiar; venta
Frijol	<i>Phaseolus Lunatus</i>	Frijol milenium o rojo	Se dio espontáneamente; este frijol dura produciendo 2 años; alimentación familiar; venta
Caraotas o frijoles negros	<i>Phaseolus vulgaris</i>	No se determinó	Alimentación familiar; venta.
Cebollin	No se determinó	No se determinó	Alimentación familiar; venta; cebolla gourmet
Maní	<i>Arachis hypogaea</i>	Maní de consumo	Alimentación familiar; venta
Habichuela	<i>Phaseolus sp.</i>	Habichuela roja	Alimentación familiar; venta
Tomates	<i>Solanum sp</i>	Criollo, cherry y silvestres	Alimentación familiar; venta; son tomates que se dan silvestres lo único que les hago es cosecharlos
Bombo	No se determinó	No se determinó	Alimentación familiar; para espesar sopas; una de las hortalizas mas ricas en magnesio
Trigo amazónico	No se determinó	No se determinó	Muelen y se hacen harinas para concentrados; también se lo comen las gallinas fresco
Sagú	<i>Marantha arundinacea</i>	No se determinó	Excelente harina para hacer coladas y sopas de su raíz; alimentación familiar
Ajonjolí	<i>Sesamum indicum</i>	No se determinó	Alimentación familiar; venta
Azafrán de huevo	No se determinó	No se determinó	Alimentación familiar; venta. La raíz se saca como colorante natural tiene propiedades antioxidantes y recientemente ha tenido acogida en el mercado nacional e internacional
Achiote	<i>Bixa orellana</i>	No se determinó	Colorante natural
Botón de oro	<i>Tithonia diversifolia</i>	No se determinó	Forraje para la alimentación animal. Utilizada en sistemas silvopastoriles como forraje(Uribe, Zuluaga, Murgueitio, et al., 2011).
Confrey	No se determinó	No se determinó	No se determinó
Matarratón	<i>Gliciridia sepium</i>	No se determinó	Fabricación de harinas para alimentación animal. Utilizada en sistemas silvopastoriles como forraje(Uribe, Zuluaga, Murgueitio, et al., 2011).
Caña	<i>Saccharum officinarum</i>	No se determinó	El cogollo se les pica a los animales. Utilizada en sistemas silvopastoriles como forraje(Uribe, Zuluaga, Murgueitio, et al., 2011).
Coca	<i>Erythroxylum coca</i>	No se determinó	Medicinal; fabricación de harinas para la alimentación animal

10.5 Vegetación arbórea y arbustiva propuesta. Especies de Bs-t del parque natural regional el Vínculo, ubicado a 5km de San Roque.

Familia	Especie	Nombre común	Usos y comentarios
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí	Árbol nativo, ornamental, que protege los causes de río, se utiliza como sombra para el café y cacao, en la apicultura, su madera se implementa en la ebanistería y en la fabricación de papel (Red Nacional de Jardines Botánicos, 2008).
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Guáimaro	Especie protectora, de madera buena para tacones y polines(Mahecha, 1997; Vargas, 2000)
Euphorbiaceae	<i>Croton gossypiifolius</i>	Sangregado	Especie protectora por el rápido crecimiento, ofrece frutos que son consumidos por loros, crece en sitios húmedos y se utiliza en la medicina popular (Red Nacional de Jardines Botánicos, 2008)
Fabaceae	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Pisamo	Sombrío para los cultivos, forraje para el ganado, abono verde, regulación de caudales, entre otras (Red Nacional de Jardines Botánicos, 2008)
Myrtaceae	<i>Eugenia biflora</i>	Arrayan	Postes de cerca y su madera se emplea en artesanías (Vargas, 2000)
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i>		
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Jagua, huitó	Colorante, antiséptico, cicatrizante, detiene la calvicie, previene la anemia, madera de buena calidad, entre otros (Red Nacional de Jardines Botánicos, 2008)
Nyctaginaceae	<i>Guapira costaricana</i>	Naranjuelo, guapira	Los frutos son consumidos por aves y sirve como leña (Vargas, 2000)
Fabaceae	<i>Machaerium capote</i>	Siete cueros	Abono verde
Lauraceae	<i>Nectandra lineata</i>	Laurel	Maderable fina y de rápido crecimiento (Vargas, 2000)
Lauraceae	<i>Ocotea veraguensis</i>	Aguacatillo	Maderable fina, los frutos son consumidos por aves y mamíferos (Vargas, 2000)
Fabaceae	<i>Pithecellobium</i>	Chiminango	Abono verde, árbol recomendado para tener

	<i>dulce</i>		en los potreros dispersos (Uribe, Zuluaga, Murgueitio, et al., 2011)
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Espino de mono	Como sombrío, abono verde y tiene propiedades medicinales (Red Nacional de Jardines Botánicos, 2008)
Fabaceae	<i>Senna spectabilis</i>	Flor amarillo	Recomendada para establecer cercos vivos, abono verde, leña (Red Nacional de Jardines Botánicos, 2008) y el forraje lo consumen los ovinos
Arecaceae	<i>Syagrus sancona</i>	Palma zancona	Especie ornamental, sus frutos son consumidos por churucos, maiceros, dantas, saínos y tortugas morricoyes; además es una especie emblemática de la región que se encuentra amenazada, en estado vulnerable (Red Nacional de Jardines Botánicos, 2008)
Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	Nacedero	Forrajera, como cerca viva, protege cuerpos hídricos, medicinal, entre otros (Gómez et al., 2002)
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i>	Totumo	El fruto lo comen gallinas, vacas, cerdos y peces. Son aptos para establecer cercas vivas (Gómez et al., 2002)
Sapindaceae	<i>Cupania cinérea</i>	Mestizo	Según Mahecha et al. (2004) en Red Nacional de Jardines Botánicos (2008) es una especie nativa, ornamental, forrajera, sus frutos son comestibles para aves y peces, además su madera es utilizada en ebanistería y como leña.
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Nogal	Madera fina, empleada en cercos vivos, leña y sus frutos son consumidos por aves (Vargas, 2000)
Moraceae	<i>Ficus glabrata</i>	Ficus	Especie medicinal, utilizada para hacer cajones, especie sombrilla, proteger cuerpos de agua y ofrece frutos para la avifauna (Red Nacional de Jardines Botánicos, 2008)

10.6 Carbono capturado en San Roque

Especie	CAP (cm)	Altura	DAP (m)	Radio	Área basal	Biomasa (Toneladas)
Chambimbe	212,0	9,0	0,675	0,337	0,358	1,89270
Guanabano	57,0	4,5	0,181	0,091	0,026	0,05864
Saman	59,2	5,0	0,188	0,094	0,028	0,07020
Ciruelo	48,1	3,0	0,153	0,077	0,018	0,02784
Guanabano	74,0	5,0	0,236	0,118	0,044	0,10981
Guanabano	17,5	5,0	0,056	0,028	0,002	0,00614
Carbonero	36,5	3,0	0,116	0,058	0,011	0,01603
Guayabo	25,8	4,0	0,082	0,041	0,005	0,01068
Guayabo	28,1	4,0	0,089	0,045	0,006	0,01264
Indeterminado	42,5	4,0	0,135	0,068	0,014	0,02898
Carbonero	26,0	4,0	0,083	0,041	0,005	0,01087
Mamoncillo	12,2	3,0	0,039	0,019	0,001	0,00180
Mamoncillo	18,7	3,0	0,060	0,030	0,003	0,00423
Guayabo	35,7	6,0	0,114	0,057	0,010	0,03067
Guayabo	9,8	2,5	0,031	0,016	0,001	0,00097
Mango	81,5	6,0	0,259	0,130	0,053	0,15984
Guayabo	99,5	4,0	0,317	0,158	0,079	0,15883
Guanabano	50,5	7,0	0,161	0,080	0,020	0,07160
Guanabano	40,5	7,0	0,129	0,064	0,013	0,04605
Guacimo	138,0	10,0	0,439	0,220	0,152	0,76380
Guacimo	208,0	10,0	0,662	0,331	0,344	1,73519
Guacimo	130,0	10,0	0,414	0,207	0,134	0,67781
Tachuelo	51,9	12,0	0,165	0,083	0,021	0,12964
Chiminango	218,0	13,0	0,694	0,347	0,378	2,47786
Chiminango	72,0	9,0	0,229	0,115	0,041	0,18712
Chiminango	44,8	4,0	0,142	0,071	0,016	0,03213
Chiminango	92,2	6,0	0,293	0,147	0,068	0,20457
Chiminango	86,2	6,0	0,274	0,137	0,059	0,17881
Chiminango	93,5	6,0	0,298	0,149	0,070	0,21038
Ceiba	365,0	17,0	1,162	0,581	1,060	9,08352
Chiminango	33,5	4,0	0,107	0,053	0,009	0,01800
Chiminango	27,0	2,0	0,086	0,043	0,006	0,00585
Chiminango	22,0	2,0	0,070	0,035	0,004	0,00388
Chiminango	43,0	3,0	0,137	0,068	0,015	0,02225
Chiminango	100,0	8,0	0,318	0,159	0,080	0,32086
Guacimo	102,0	10,0	0,325	0,162	0,083	0,41727
Guacimo	80,0	7,0	0,255	0,127	0,051	0,17968
Guacimo	116,0	9,0	0,369	0,185	0,107	0,48571
Guacimo	98,0	8,0	0,312	0,156	0,076	0,30815
					Biomasa total en Toneladas	20,16
					Toneladas de carbono capturado	10,08