

**EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS QUE OFRECEN LOS
AGROECOSITEMAS ALEDAÑOS A LA MICROCUENCA LA HIDRAULICA COMO
FUENTE ABASTECEDORA DEL ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY
PUTUMAYO.**

**MARITZA YULIETH BURBANO MUÑOZ
DAYANA IVONE VILLOTA YAMÁ
JENNY MARCELA TISOY GAVIRIA**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO
FACULTAD DE INGENIERIA
TECNOLOGIA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL
SIBUNDOY PUTUMAYO
2016**

**EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS QUE OFRECEN LOS
AGROECOSITEMAS ALEDAÑOS A LA MICROCUENCA LA HIDRAULICA COMO
FUENTE ABASTECEDORA DEL ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY
PUTUMAYO.**

**MARITZA YULIETH BURBANO MUÑOZ
DAYANA IVONE VILLOTA YAMÁ
JENNY MARCELA TISOY GAVIRIA**

**Trabajo de grado, modalidad Semillero de Investigación presentado para optar el Título de
Tecnóloga en Saneamiento Ambiental**

**Asesora
ADRIANA DEL SOCORRO GUERRA ACOSTA I.A. Esp. M.Sc**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PUTUMAYO
FACULTAD DE INGENIERIA
TECNOLOGIA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL
SIBUNDOY PUTUMAYO
2016**

NOTA.

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

(CIECYT)

NOTA DE ACEPTACIÓN

Jurado 1

Jurado 2

Jurado 3

Adriana del Socorro Guerra Acosta I.A. Esp. M.Sc
Asesora.

DEDICATORIA.

A Dios

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, paciencia y sabiduría para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor

A mi madre Mercedes Burbano

Por haberme apoyado en todo momento, por sus, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor

A mi compañero de vida Juan David

Por entenderme en todo, por ser un apoyo incondicional en mi vida, por su amor, comprensión y gran ayuda.

A mis hijos Emanuel y Jerónimo

Por ser el motor de mi vida y la razón todos mis esfuerzos, por la paciencia y por entender que el tiempo que deje de compartir con ellos son unos de los sacrificios del éxito.

A mis compañeras Jenny y Dayana

Por su dedicación y responsabilidad en el desarrollo de este proyecto.

A la magister Adriana Guerra Acosta.

Por su esfuerzo dedicación y por brindarnos su tiempo y conocimientos.

Maritza Yuliet Burbano Muñoz

DEDICATORIA.

*A Dios,
por regalarme la vida para cumplir con cada uno de mis sueños
Por guiar mis pasos para lograr cada meta que me he propuesto,
por la sabiduría, paciencia, y determinación que me ha otorgado.*

*A mis padres,
Por ser mi motivo para salir adelante,
gracias a ellos por darme la vida,
por demostrarme que cada propósito se logra
con esfuerzo y dedicación
y por enseñarme que cada sacrificio tiene su recompensa.*

*A mis hermanos,
por ser mi compañía durante el transcurso de mi vida,
por darme ánimos y apoyo para cumplir mis metas,
gracias a ellos por sus buenos consejos.*

*A mis familiares,
por todos los momentos compartidos,
porque hemos demostrado que somos una familia unida,
porque juntos somos capaces de alcanzar lo propuesto
y vencer cada obstáculo que se nos presente.*

*A mis amigos,
por su apoyo y su amistad,
por todos los momentos buenos y malos que hemos compartido.*

*A la magister Adriana Guerra,
por brindarnos sus conocimientos para lograr nuestros objetivos,
por su confianza, responsabilidad y entrega en el desarrollo de este
proyecto.*

Dayana Ivone Villota Yamá

DEDICATORIA.

En primer lugar a quiero darle gracias a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

En segundo lugar agradecer a mis padres por haber regalado el más hermoso y preciado tesoro el don de la vida y a quienes a lo largo de toda ella han apoyado y motivado mi formación académica.

A mis hermanos y familiares por acompañarme siempre, por su confianza y apoyo les agradezco por formar parte de mi vida.

A mis amigos por estar dispuestos a ofrecernos su ayuda y colaboración.

A la magister Adriana Guerra quien siempre estuvo dispuesta a colaborarnos y a compartir sus conocimientos, que nos apoyó y guió en el desarrollo de este proyecto.

Jenny Marcela Tisoy Gaviria.

AGRADECIMIENTOS.

Los investigadores expresan sus más sinceros y gratos agradecimientos a: A la I.A. Esp. M.sc. Adriana Guerra Acosta, docente del Instituto Tecnológico Del Putumayo – Sede Sibundoy, por su asesoría en el momento de compartir su conocimiento en el desarrollo de este proyecto.

A los integrante de la entidad WWF y la Diócesis Mocoa – Sibundoy, señores Andrea Rodríguez medica veterinaria y a Roberto Campaña, administrador agropecuario, quienes nos colaboraron facilitando información necesaria acerca de los proyectos que se implementaron en la zona de estudio.

A los habitantes y propietarios de las diferentes fincas aledañas a la microcuenca la Hidráulica, por su colaboración para llevar a cabo dicho proyecto, en especial al señor Fabián Burgos por su acompañamiento en el acercamiento con los diferentes propietarios.

Al I.A. Esp. Ruperto Revelo Calpa, por su valioso tiempo y colaboración, brindando conocimiento en el desarrollo de una de las actividades ejecutadas en el proyecto.

Al Instituto Tecnológico del Putumayo por facilitar los materiales y equipos de laboratorio.

Y a todas las personas que de alguna u otra manera participaron y ayudaron en todo el transcurso de este trabajo académico.

RESUMEN

El análisis y evaluación de los servicios de los ecosistemas ha surgido fuertemente en el ámbito científico e institucional como una herramienta útil para analizar las estrechas relaciones que existen entre la integridad de los ecosistemas y su capacidad para proveer servicios que benefician al ser humano (ME, 2005) Según de (Groot 2010 citado por Gutiérrez 2016) los servicios de los ecosistemas son «Las contribuciones directas o indirectas de los ecosistemas al bienestar humano». El concepto de servicios de los ecosistemas se ha convertido en piedra angular para el diseño de los planes de gestión del territorio (Balvanera & Cother, 2007)

Los servicios de los ecosistemas se agrupan en tres tipos diferentes, a) Servicios de abastecimiento (aquellos que las personas obtienen directamente de los ecosistemas como alimentos, combustibles, producción de materias primas, agua pura, etc.); b) Servicios de regulación (derivados del funcionamiento de los ecosistemas, como el mantenimiento de la calidad del aire, el control de la erosión, la polinización, etc.); y c) Servicios culturales (beneficios intangibles que las personas obtienen de los ecosistemas mediante el enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación, las experiencias estéticas, valores históricos, educación, etc.). (Gutiérrez González, Suárez Alonso, & Vidal Abarca Gutiérrez , 2016, pág. 3)

En esta investigación se evaluaron los servicios ecosistémicos que ofrecen las diferentes fincas aledañas a la microcuenca La Hidráulica como fuente abastecedora del municipio de Sibundoy, a través de la matriz de doble entrada propuesta por (Castañeda, 2013) que se aplicó a cada una de

las 10 fincas evaluadas, obteniendo como resultados que la finca La Maravilla es la que mayor nivel de significancia obtuvo por las practicas adecuadas que se realizan dentro de la misma lo cual contribuye a la protección y conservación de los diferentes recursos naturales, de igual manera se tiene implementado la agricultura orgánica que contribuye la restauración ecológica del medio ambiente, en comparación con la finca del señor Antonio España en la cual esta implementado un sistema convencional lo que minimiza los beneficios obtenidos de los servicios ecosistémicos por las actividades inapropiadas para el desarrollo de los diferentes sistemas, ya que se hace uso de agrotóxicos, además por la ubicación de especies ganaderas en una sola zona se producen diversos impactos negativos en el medio ambiente como compactación en el suelo, alteración en las propiedades fisicoquímicas de este recurso y contaminación en el ambiente generando así un desequilibrio ambiental.

Por las practicas desarrolladas en cada una de las fincas, fue necesario determinar la calidad del suelo realizando muestreos de algunas propiedades fisicoquímicas como densidad aparente (g/cc) y real (g/cc), humedad gravimétrica (%), humedad volumétrica (%), porosidad (%) y pH de este recurso para que de esta manera se obtenga conocimiento acerca de su estado actual, se pudo determinar que la influencia de las actividades adoptadas por el propietario de las zonas de estudio influye de manera directa con los recursos en cuanto a preservación, conservación y restauración de los mismos, como resultado a los análisis en laboratorio se obtuvo en promedio que en profundidades de 0 – 15 y de 15 – 40 cm, las propiedades analizadas, para el sistema bosque indican que este ecosistema al no ser intervenido por el hombre, sus propiedades se encuentran en condiciones adecuadas, al igual que el sistema de conservación, por el proceso de restauración ecológica sus propiedades no son alteradas; en cuanto al sistema de potrero se

encontraron mayores diferencias, debido a las actividades ganaderas al no realizar una rotación de cultivos generando impactos negativos en sus propiedades, uno de los mayores problemas que presenta este sistema es la compactación del recurso suelo.

De igual manera se realizó un análisis fisicoquímico del recurso hídrico en este caso a la microcuenca La Hidráulica evaluando parámetros tales como pH, acidez, alcalinidad, dureza total, nitritos, nitratos, nitrógeno total, teniendo como resultado que esta fuente es apta para captación y abastecimiento del acueducto del municipio de Sibundoy, debido a que los análisis de laboratorio muestran que los resultados obtenidos se encuentran en los parámetros establecidos por La Norma Técnica Colombiana NTC, ya que la influencia a esta fuente hídrica por parte de las actividades realizadas por el ser humano es muy baja.

ABSTRACT.

The analysis and evaluation of ecosystem services have emerged strongly in the scientific and institutional spheres as a useful tool to analyze the close relationships that exist between the integrity of ecosystems and their capacity to provide services that benefit the human being. (ME, 2005). According to Groot et al. (2010) ecosystem services are "The direct or indirect contributions of ecosystems to human well-being, the concept of ecosystem services has become a basis for the design of land management plans (Balvanera & Cother, 2007)

There are three different kinds of Ecosystem services: (a) Supply services (those that people obtain directly from ecosystems such as food, fuel, raw materials production, pure water, etc.); (b) Regulation services (such as maintaining air quality, erosion control, pollination, etc.) and (c) Cultural services (intangible benefits which people get from ecosystems through spiritual enrichment, cognitive development, reflection, recreation, aesthetic experiences, historical values, education, etc.) (Gutiérrez González, Suárez Alonso, & Vidal Abarca Gutiérrez , 2016)

This research evaluated the ecosystem services offered by the different farms adjacent to the micro basin *La Hidráulica* as a source of supply for *Sibundoy Town*. All this through the double entry matrix proposed by Castañeda (2013), which was applied to each of the 10 farms evaluated, obtaining as a result that the property *La Maravilla* is the one that obtained the highest level of optimization by the appropriate practices that are carried out within it, which contributes to the protection and conservation of the different natural resources. Organic farming is also being implemented there, which contributes to the ecological restoration of the environment. On the other hand, the property of Mr. Antonio España, in which is implemented a conventional

system that minimizes the benefits obtained from ecosystem services by inappropriate activities for the development of different systems such as the use of pesticides and the location of species Livestock in a single area. Indeed, there are several negative impacts on the environment such as compaction in the soil, alteration in the physicochemical properties of this resource and pollution in the environment, generating an environmental imbalance.

Due to the practices developed in each of the farms, it was necessary to determine the soil quality by sampling some physicochemical properties such as **apparent density** (g/cc) and **real density** (g/cc), **gravimetric humidity** (%), **volumetric humidity**), **Porosity** (%) and **pH** of this resource in order to obtain knowledge about its current state. It was also possible to determine that the influence of the activities adopted by the owner of the study areas directly influences the resources in terms of their preservation, conservation and restoration. As a result of the laboratory analyzes, it was obtained on average that, for depths of 0 - 15 and 15 - 40 cm, for the forest system, it is indicated that, when not being man - made, its properties are in adequate conditions. As in the conservation system, thanks to the process of ecological restoration its properties are not altered. In relation to the pasture system, greater differences were found, due to livestock activities and not to perform a crop rotation. In this system negative impacts were generated on their properties: compaction of the soil resource, one of the biggest problems.

In the same way a physical-chemical analysis of the water resource was carried out: in this case to the micro-watershed *La Hidráulica* evaluating parameters such as pH, acidity, alkalinity, total hardness, nitrites, nitrates and total nitrogen, with the result that this source is suitable for abstraction and supply of *Sibundoy Town* aqueduct. In addition, the laboratory analysis show

that the results obtained are in the parameters established by the Colombian Technical Standard (in spanish, NTC), since the influence to this water source by the activities carried out by the human being is very low.

CONTENIDO.

Introducción	19
2. Problema	22
2.1 Planteamiento del problema.....	22
2.2 Identificación del problema	23
3. Objetivos	24
3.1 Objetivo general.....	24
3.2 Objetivos Específicos.....	24
4. Justificación	25
4.1 Impacto ambiental.....	26
5. Marco referencial	27
5.1 MARCO TEÓRICO.....	27
5.1.1 Diseño de una metodología para evaluar el estado de los servicios ecosistémicos	27
5.2 MARCO LEGAL.....	36
5.2.1. Capítulo III de los derechos colectivos y del ambiente ARTICULO 79	37
5.2.2. Código nacional de los recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente	37
5.2.3. Proyecto de ley 122 de 2014.....	37
5.2.4. DECRETO NÚMERO 475 DE 1998	37
5.3. MARCO CONTEXTUAL.....	38
5.3.1 Departamento del Putumayo.....	38
5.3.2 Valle de Sibundoy o alto Putumayo.....	38
5.3.3. Sibundoy	38
5.4. MARCO CONCEPTUAL	40
5.4.1. Ecosistema	40
5.4.2. Servicios ecosistémicos	40
5.4.3. Agro ecosistemas	41
5.4.4. Macro fauna edáfica.....	41
5.4.5. Recurso natural	41
5.4.6. Seguridad Alimentaria	42
5.4.7. Monocultivo	42
5.4.8. Sistema agrícola convencional.....	42
5.4.9. Agroquímico	43
5.4.10. Agua.....	43
5.4.11. Acidez	43
5.4.12. pH del agua	43
5.4.13. Dureza total.....	43
5.4.14. Alcalinidad.....	44
5.4.15. Agua cruda	44
5.4.16. Condiciones organolépticas del agua.....	44

5.4.17. Aire	44
5.4.18. Suelo	45
5.4.19. Porosidad.....	45
5.4.20. Humedad gravimétrica.....	45
5.4.21. Humedad volumétrica.....	45
5.4.22. Densidad aparente.....	45
5.4.23. Densidad real	46
5.4.24. pH del suelo	46
5.4.25. Materia orgánica	46
5.4.26. Degradación del suelo.....	46
5.4.27. Impacto ambiental.....	47
5.4.28. Biodiversidad	47
5.4.29. Deforestación	47
5.4.30. Barreras vivas.....	47
5.4.31. Corredores ribereños.....	47
6. METODOLOGÍA	48
6.1. Área de estudio	48
6.2. Recolección de la información.....	48
6.3. Trabajo de campo.....	50
6.4. Evaluación de servicios ecosistémicos	50
6.5. Muestreo fisicoquímico del suelo	51
6.5.1. Variables evaluadas	54
6.6. Muestreo fisicoquímico del agua	55
6.7. Análisis de la información	56
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
7.1 Evaluación de los servicios ecosistémicos.....	57
7.1.1 Sistema número 1.....	60
7.1.2 Sistema número 4.....	70
7.2 RESULTADOS DE LAS MUESTRAS FISICOQUIMICAS DEL SUELO	81
7.3 RESULTADOS DE LAS MUESTRAS FISICOQUIMICAS DEL AGUA.....	92
8. CONCLUSIONES	98
9. RECOMENDACIONES.....	100
10 REFERENCIAS	102
11 ANEXOS	107

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Bienestar humano derivado de las Funciones Ambientales desempeñadas por los Ecosistemas.....	29
Cuadro 2. Tipificación de los Ecosistemas y Unidades de Cobertura seleccionadas para la Metodología de Evaluación	31
Cuadro 3. Descripción de los Criterio de evaluación	32
Cuadro 4. Criterios y Valores de Calificación empleados en la evaluación	34
Cuadro 5. Nivel de Significancia de los Ecosistemas conforme al Bienestar Humano y Servicios Ambientales que proveen.....	35
Cuadro 6. Variables y técnicas utilizadas	54
Cuadro 7. Variables y técnicas utilizadas	55
Cuadro 8. Sistemas evaluados en la investigación.....	57
Cuadro 9. Matriz de doble entrada para la finca La Maravilla	63
Cuadro 10. Componentes relacionados con los dominios que describen el conjunto de valores y elementos evaluados en la matriz	65
Cuadro 11. Matriz de doble entrada para la finca del Señor Antonio España	72
Cuadro 12. Variables fisicoquímicas del agua.....	92

LISTA DE GRÁFICAS

Figura 1. Funciones Ambientales de los Ecosistemas agrupados por Tipo de Servicios Ecosistémicos.....	28
Figura 2. Departamento del Putumayo	39
Figura 3. Municipio de Sibundoy	39
Figura 4. Vereda San José de la Hidráulica	39
Figura 5. Encuesta realizada a los propietarios de las zonas de estudio	49
Figura 6. Matriz de doble entrada para la evaluación de los servicios ecosistémicos	50
Figura 7. Elaboración de la cajuela.....	51
Figura 8. Toma de muestras sin disturbar con anillos de acero	52
Figura 9. Toma de muestras disturbadas.....	53
Figura 10. Determinación de la actividad biológica	53
Figura 11. Toma de muestras de agua en la microcuenca La Hidráulica	55
Figura 12. Sistema de conservación.....	61
Figura 13. Sistemas implementados dentro de la finca.....	62
Figura 14. Sistema de producción de fresa y tomate	71
Figura 15. Sistemas implementados en la finca.....	76
Figura 16. Sistemas implementados dentro de la finca.....	77
Figura 17. Sistema productivo	77
Figura 18. Aislamiento para restauración del sistema bosque	78
Figura 19. Sistemas implementados en la finca.....	79
Figura 20. Sistema productivo	80
Figura 21. Sistemas implementados en la finca.....	81
Figura 22. Procedimiento para determinar densidad aparente.....	83
Figura 23. Promedios de la densidad aparente para cada sistema	83
Figura 24. Procedimiento para determinar densidad real	85
Figura 25. Promedios de densidad real de cada sistema.....	86
Figura 26. Promedios humedad gravimétrica de cada sistema	87
Figura 27. Promedios de humedad volumétrica para cada sistema	88
Figura 28. Procedimiento para obtener los resultados de pH	90
Figura 29. Promedios de pH para cada una de los sistemas	90
Figura 30. Promedios de porosidad para cada sistema	91

INTRODUCCIÓN.

El concepto de "servicios ecosistémicos o ambientales" es relativamente nuevo y su aplicación y desarrollo mantiene abierto hoy un gran debate respecto de la manera en que pueden afectar positiva o negativamente los ecosistemas y las comunidades (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2003).

Para establecer el posible origen del concepto se puede acudir a la definición "los ecosistemas han sido afectados por actividades como el cambio en el uso del suelo, la generación de desechos y el deterioro de los recursos naturales, causando la pérdida de sus funciones y servicios y reduciendo la riqueza natural global y el bienestar social" (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

En esta definición se habla expresamente de la reducción de funciones y servicios que proveían los ecosistemas, con lo que se da un giro importante en los conceptos de ecosistemas como algo cerrado y estable para permitir una mirada más dinámica flexible y adaptada a procesos más que a estados. Pero se abre además la posibilidad de ver los ecosistemas como proveedores de servicios para las sociedades con lo que el debate entre lo natural y lo social encuentra un punto de fusión bien interesante, ya que dicha división antes tajante, queda ahora borrada por la necesaria interrelación que crea el término o mejor el concepto de servicios ecosistémicos.

Dentro del marco conceptual introducido por el programa Millennium Ecosystem Assessment (Evaluación de los ecosistemas del milenio 2003; 2005), los servicios del ecosistema pueden ser agrupados en cuatro categorías: de provisión, de regulación, culturales y de soporte.

De acuerdo con las fuentes citadas, los servicios de provisión -alimentos, fibras, agua y materias prima- son aquellos que generalmente resultan tangibles a los sentidos del hombre y poseen un valor de mercado. Los servicios de regulación -control de erosión, ciclado de nutrientes, purificación de agua, control de disturbios, regulación del clima y de las aguas- tienen, en cambio, un valor funcional que es invisible al ojo humano y no cotiza por tanto en el mercado. Su deterioro o escasez se manifiesta en problemas que en general se perciben tardíamente. Los servicios culturales -tales como patrimonio histórico, costumbres, lenguas, comidas, relaciones sociales- comienzan a ser valorados crecientemente en las sociedades organizadas, y valorizados en términos económico-comerciales a través de actividades como el agroturismo, el eco-turismo, los servicios de recreación. Por último, los servicios de soporte -provisión de agua dulce, mantenimiento del hábitat, conservación de la biodiversidad, formación de suelos, que tampoco cotizan en los mercados actuales, son también intangibles pero esenciales para sostener a los restantes servicios naturales.

Asimismo, estos factores tangibles e intangibles son afectados por otros factores indirectos. Dentro de esta categoría se incluyen las políticas socioeconómicas y ambientales, estrategias comerciales del sector privado, fluctuaciones del mercado, cambios demográficos y cambios tecnológicos (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2003). (Vazquez & Zulaica, 2013)

El manejo antrópico entre el que se incluye el uso excesivo de sustancias agrotóxicas en el desarrollo de actividades agrícolas ha traído como consecuencia la contaminación de los recursos naturales, además amenaza directamente la biodiversidad; al igual que la agricultura, la ganadería intensiva ha hecho que los suelos sean degradados constantemente, produciendo su infertilidad, por tal razón se realizó una evaluación de los servicios ecosistémicos, lo cual permitió que las personas conozcan la importancia que tiene la conservación y preservación de los mismos.

Por lo anteriormente planteado fue necesario evaluar los servicios ecosistemas que ofrecen las diez zonas de estudio ubicados en la microcuenca la Hidráulica a través de la matriz de doble entrada de Castañeda lo que permitió conocer los bienes que se obtienen de los agroecosistemas, además se realizó análisis físicoquímico del suelo y agua

2. PROBLEMA.

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En todo el mundo, las personas obtienen numerosos beneficios de la naturaleza, como por ejemplo, agua, alimentos o una gran variedad de materias primas. Sin estos servicios ecosistémicos, el desarrollo social y económico y en definitiva, el progreso y la supervivencia humana no serían posibles. La mayoría de individuos, familias, empresas e industrias dependen, de alguna manera, de la naturaleza para su bienestar y crecimiento económico. Sin embargo, si se abusa de los ecosistemas y se los destruye, éstos a menudo dejan de proporcionar los servicios ecosistémicos que son fundamentales para la humanidad (Kosmus, Renner, & Ullrich, 2012, pág. 4)

Los ecosistemas se encuentran conectados regionalmente por diversos mecanismos que incluyen el transporte de materiales y energía por largas distancias y el movimiento migratorio y de dispersión de organismos. Como resultado, es frecuente que lo que suceda en un ecosistema repercuta en otro. (Turner, Gardner, & O'Neill, 2011)

Según el informe de MEA (2005), la degradación de 60% de los servicios más importantes brindados por los ecosistemas, regulación hídrica, ciclaje de nutrientes, polinización, entre otros, fundamentales en el soporte de las actividades básicas para la vida del hombre. Además los daños asociados con la degradación de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad.

El hombre en su afán de satisfacer sus necesidades se ve obligado en hacer uso de los recursos naturales, sin tener en cuenta que estos poco a poco se están degradando; vemos que todos los

servicios que nos ofrece la naturaleza se están limitando, esto debido a que el ser humano ha creado nuevas tecnologías, mecanismos, practicas inapropiadas, el crecimiento poblacional aumenta a diario, y la presión sobre los ecosistemas es cada vez mayor, se hace de ellos un uso irracional, y de esta manera provocan que un sin número de beneficios ambientales ya no continúen, todo con el fin de poder llevar a cabo todas sus actividades y obtener mejores ingresos económicos. Con relación a las diferentes transformaciones de los ecosistemas que se han generado producto de las actividades antrópicas se desarrolló esta investigación lo cual permitió evaluar el estado actual de los servicios ecosistémicos de 10 fincas aledañas a la microcuenca La Hidráulica ubicada en el municipio de Sibundoy Putumayo, a través de las diferentes actividades que se realizaron conjuntamente con los propietarios de las zonas de estudio.

2.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

¿El manejo antrópico dado a los agrosistemas ubicados en la microcuenca La Hidráulica como fuente abastecedora del acueducto de Sibundoy, permite ofrecer algunos servicios ecosistémicos?

3. OBJETIVOS.

3.1. OBJETIVO GENERAL.

Evaluar los servicios ecosistémicos que ofrecen los agroecosistemas aledaños a la microcuenca La Hidráulica, como fuente abastecedora del acueducto del municipio de Sibundoy Putumayo.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Evaluar el estado de los servicios ecosistémicos mediante la matriz de doble entrada propuesta por Castañeda.
- Determinar la calidad del suelo mediante análisis físicos y químicos.
- Evaluar mediante análisis físico químico la calidad de agua en zonas alta media y baja de la bocatoma.

4. JUSTIFICACIÓN

Las diferentes actividades realizadas por el ser humano en su diario vivir, involucra de una u otra forma la utilización de los bienes y servicios que los ecosistemas ofrecen para la satisfacción de las necesidades que cada vez son más ilimitadas; las practicas implementadas por parte de las personas generan impactos negativos en el medio ambiente, reduciendo así los servicios ecosistémicos que pueden brindar los ecosistemas al bienestar humano.

Los problemas ambientales causados por parte de la intervención del ser humano a los ecosistemas ha venido generando grandes pérdidas significativas de los mismos, por tal razón se realizó una evaluación a diez de los agroecosistemas aledaños a la microcuenca La Hidráulica con el fin de determinar los bienes y servicios que ofrece cada uno de estos, además se efectuó un análisis fisicoquímico del suelo para conocer el estado actual y su relación al tipo de manejo implementado por el propietario, en cuanto a la ubicación que los predios tienen con la fuente anteriormente nombrada se hizo necesario un análisis de los parámetros fisicoquímicos de agua, con el propósito de obtener conocimiento acerca de que tan apta es para su captación y abastecimiento para el acueducto del municipio de Sibundoy.

Esta investigación permitió obtener conocimiento del estado actual de cada una de las zonas de estudio, los bienes y servicios ecosistémicos que el propietario obtiene a partir de ellos, para que mediante la información proporcionada continúen con la idea de conservación y buen manejo de los agroecosistemas, y así estos puedan ser adoptados por las futuras generaciones garantizando el desarrollo sostenible.

4.1. IMPACTO AMBIENTAL.

El impacto ambiental que se desea obtener, a través de la ejecución de este proyecto, es poder generar conocimiento y conciencia acerca de los beneficios que brindan los servicios ecosistémicos, y la importancia que estos tienen en la preservación y conservación de los recursos naturales, cabe resaltar que algunos de los beneficios que obtienen los habitantes del municipio de Sibundoy es el abastecimiento de agua que ofrece la microcuenca La Hidráulica; con este proyecto se busca la preservación de esta microcuenca y de igual manera se pretende establecer medidas de preservación y conservación de los recursos naturales brindados por los ecosistemas.

5. MARCO REFERENCIAL.

5.1. MARCO TEÓRICO.

5.1.1 DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL ESTADO DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.

El modelo planteado considera a través de una matriz de evaluación, los servicios ofrecidos por el sistema ecológico, sus funciones ambientales, y los beneficios proporcionados al sistema humano respecto a un tipo de ecosistema; e integra una serie de criterios de evaluación definidos desde el bienestar humano, que expresan cuantitativamente el nivel de importancia de un ecosistema particular.

El marco conceptual que articula los diferentes aspectos sobre los cuales se desarrolla el método de evaluación, se orienta bajo los preceptos del enfoque eco sistémico planteado en la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE, 2012). Este tiene como base las directrices establecidas por la (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2004)

Inicialmente, la matriz de evaluación obtenida contiene los servicios ecosistémicos categorizados de manera funcional conforme a los establecidos en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005), concepto que ha sido adoptado en Colombia mediante la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE, 2012). Así, bajo estos preceptos se han identificado cuatro tipos de servicios ambientales ofrecidos por los ecosistemas.

Es importante resaltar que los servicios de soporte o apoyo serán integrados con los de regulación, ello debido a que los primeros son la base del suministro de la mayoría de los servicios de regulación, pues si se consideran de forma independiente podría generarse doble calificación durante el proceso de evaluación. Considerando que los ecosistemas son unidades funcionales donde interactúan numerosos componentes bióticos, abióticos, y en ocasiones las sociedades humanas dinámicas y complejas, las funciones ambientales fueron sintetizadas de tal forma que abarquen todos los beneficios que las poblaciones humanas podrían obtener de los ecosistemas (Balvanera & Cotler, www.redalyc.org, 2007), lo que se ilustra detalladamente en la Figura 1.

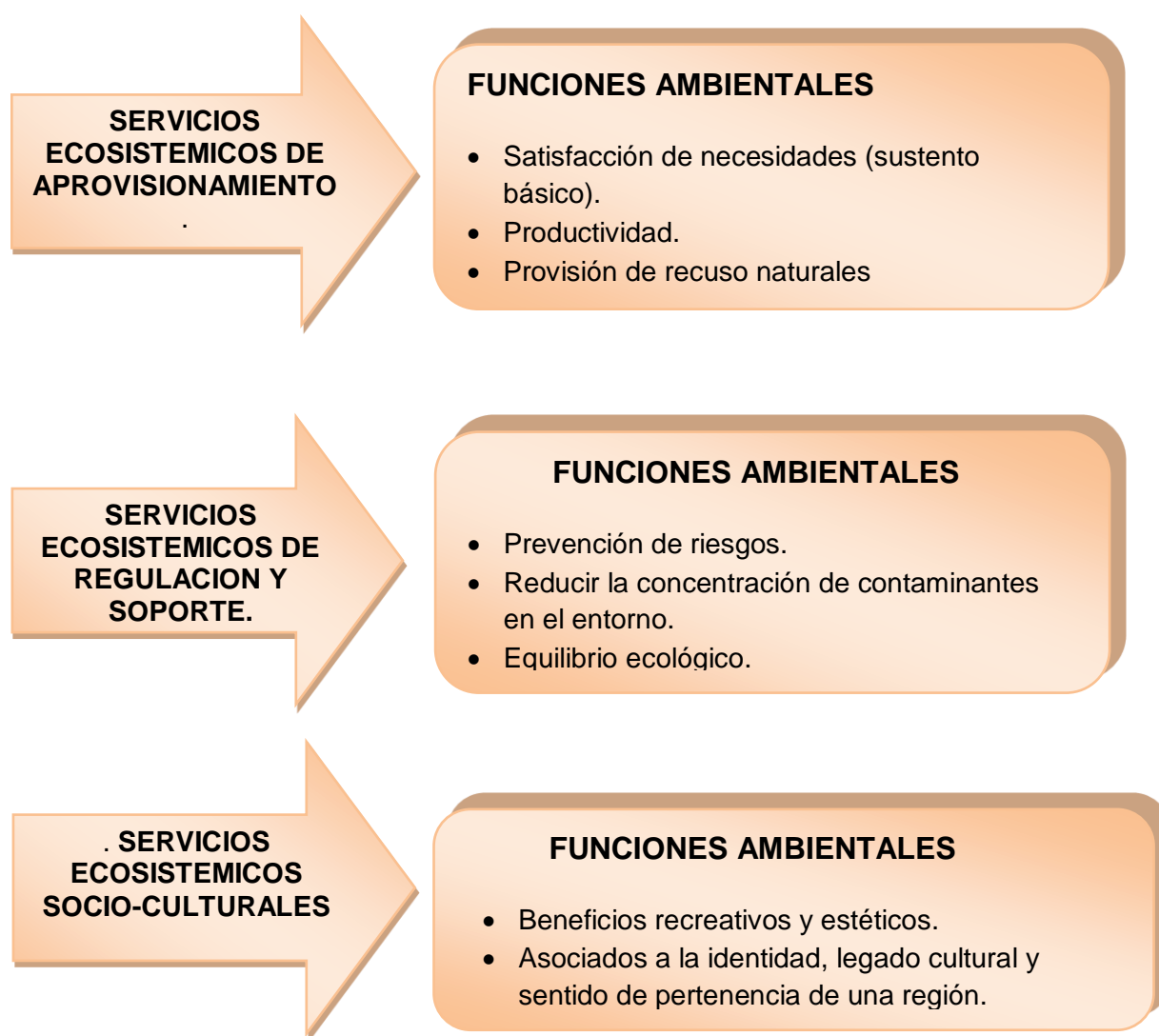


Figura 1. Funciones Ambientales de los Ecosistemas agrupados por Tipo de Servicios

Ecosistémico.

Después de examinar las funciones que desempeñan los ecosistemas y como parte de la herramienta de evaluación, se debe establecer una correlación con los elementos que directa o indirectamente brindan bienestar al ser humano; lo cual permite conocer y analizar la interdependencia entre el sistema ecológico y social a distintas escalas, y favorece el balance de intereses de la sociedad frente a la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos derivados de esta (PNGIBSE, 2012).; todo bajo los lineamientos del enfoque ecosistémico mediante el cual se busca la gestión integrada de los recursos naturales promoviendo la conservación y utilización sostenible de modo equitativo (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2004)

Tabla 1

Bienestar humano derivado de las Funciones Ambientales desempeñadas por los Ecosistemas.

FUNCIONES AMBIENTALES DE LOS ECOSISTEMAS	BIENESTAR HUMANO
Ecosistemas para sustento básico	Alimentación
	Abastecimiento de agua
	Fuente de energía
	Materias primas para construcción de vivienda
Ecosistemas para productividad	Bienestar económico
	Actividades productivas agrícolas y/o industriales
	Materias primas
Ecosistemas proveedores de recursos naturales	Ganadería
	Pesca
	Madera
	Extractos naturales de uso medicinal
	Recursos genéticos

Ecosistemas para prevención de riesgos	Control de inundaciones
	Control de deslizamientos
Ecosistemas receptores de desechos	Calidad del agua
	Calidad del aire
	Procesamiento de desechos y materia orgánica
Ecosistemas para el equilibrio ecológico	Control biológico
	Mantenimiento de la biodiversidad
	Regulación de la erosión
	Disponibilidad de nutrientes
	Mantenimiento de las condiciones climáticas
Ecosistemas que abarcan beneficios recreativos y estéticos	Belleza escénica
	Recreación y ecoturismo
Ecosistemas asociados a la identidad, legado cultural y sentido de pertenencia de una región	Importancia espiritual
	Importancia e identidad cultural

Elementos derivados de las funciones ambientales que maximizan el bienestar humano y permiten el desarrollo socio-económico y cultural de la sociedad.

Fuente: Castañeda, 2013.

Una vez se estructuran las relaciones del sistema socio-ecológico en la matriz; se realiza una selección de las unidades de cobertura que espacial y temporalmente son reconocidas por una población específica, de acuerdo con la función que cumplen y los beneficios que brindan; y que dada esta condición deben ser evaluadas durante un proceso de consulta comunitaria.

Para ello, se toma como base la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra – Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, documento generado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2010) mediante el cual se consolida una propuesta metodológica que unifica los criterios, conceptos y métodos sobre las coberturas naturales y antropizadas presentes en el territorio colombiano (IDEAM, 2010)

La tipificación de los ecosistemas se efectúa de acuerdo con el origen de las coberturas, sean naturales o antrópicas; y el medio en el que se desarrollan terrestre o acuático, a partir de lo cual se definen y detallan las categorías expuestas en la Tabla 2.

Tabla 2.

Tipificación de los Ecosistemas y Unidades de Cobertura seleccionadas para la Metodología de Evaluación.

ECOSISTEMAS	UNIDADES DE COBERTURA VEGETAL	SIMBOLO
TIPO I – ECOSISTEMAS TRANSFORMADOS	I.a Cultivos transitorios	CT
	I.b Cultivos permanentes	CP
	I.c Pastos	P
	I.d Plantaciones forestales	PF
TIPO II – ECOSISTEMAS NATURALES TERRESTRES	II.a Bosques	B
	II.b Vegetación herbácea y/o arbustiva	VH/VA
	II.c Áreas abiertas con o sin poca vegetación	AA/PV
TIPO III – ECOSISTEMAS NATURALES ACUATICOS CONTINENTALES, COSTEROS Y MARINOS	III.a Áreas húmedas continentales	AHCon
	III.b Áreas húmedas costeras	AHCos
	III.c Aguas continentales	AC
	III.d Aguas marinas	AM

Fuente: Castañeda, 2013.

Luego de construir el escenario donde fueron identificados, analizados, documentados y organizados los tipos de ecosistemas, los aspectos relativos al bienestar humano, las funciones que presentan y los servicios que proveen lo ecosistemas; se implementa el método evaluativo bajo algunos de los lineamientos conceptuales y procedimentales empleados en el Manual de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, Obras o Actividades adaptando parte de los criterios de evaluación en términos de cobertura, permanencia y periodicidad; otros como la dimensión, oferta y nivel de satisfacción. (Arboleda G, 2008)

Tabla 3.

Descripción de los Criterios de Evaluación.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
DIMENSION	<p>Medio en el que sobresale la potencialidad de un ecosistema dependiendo del bienestar humano que brinda, se atañe el hecho de que son vitales para mantener el beneficio. Se encuentran:</p> <p>Económica: Son representativos cuando los beneficios obtenidos son producto de procesos productivos, industriales y agropecuarios que generan ganancias para una población.</p> <p>Social: Relevantes cuando hacen parte de la identidad, creencias o recreación de una comunidad.</p> <p>Ambiental: Importantes, cuando se reconocen las funciones en cuanto al mantenimiento de la vida, la biodiversidad y la protección y conservación de los ecosistemas estratégicos y los recursos que de allí se obtienen.</p>
COBERTURA	<p>Se refiere al área hasta donde se puede extender el beneficio humano obtenido por el servicio que suministra un ecosistema específico. La calificación puede ser:</p> <p>Puntual: Cuando el beneficio se halla muy localizado, y no va más allá del área donde se produce.</p> <p>Local: Cuando el extiende más allá de donde se genera, en ese caso se introduce a nivel de localidad, vereda, casco urbano y/o municipio.</p> <p>Regional: Cuando el beneficio obtenido se traslada a otras poblaciones o municipios adyacente.</p>
OFERTA	<p>Cantidad de elementos benéficos para el hombre provenientes de un ecosistema, y que son empleados conforme a la función que cumple y el servicio que provee. La calificación esta dad a partir de tres niveles:</p> <p>Baja: Cuando los elementos benéficos tienden a ser homogéneos, reduciendo el nivel de oferta.</p> <p>Media: Cuando se encuentran diferencias entre uno y otro elemento, y el nivel de oferta se regula.</p> <p>Alta: Cuando existe heterogeneidad entre lo elementos, lo que amplía la oferta del ecosistema.</p>

PERMANENCIA	<p>Corresponde al tiempo en el que permanecerá el efecto del beneficio obtenido por un eco-servicio. La calificación se establece de la siguiente manera:</p> <p>Corto plazo: Cuando el beneficio transcurre en un tiempo inferior a 1 año.</p> <p>Mediano plazo: Cuando el beneficio se presenta en un periodo de tiempo de 1 a 5 años.</p> <p>Largo plazo: Cuando el beneficio permanece por más de 10 años.</p>
PERIODICIDAD	<p>Es la regularidad con la que se manifiesta el beneficio percibido por el servicio que proporciona un ecosistema. La calificación propuesta es:</p> <p>Periódico: Cuando la manifestación del beneficio es de forma recurrente o cíclica.</p> <p>Discontinuo: Cuando el beneficio se presenta de manera irregular o impredecible.</p> <p>Continuo: Cuando el beneficio se manifiesta constante en el tiempo.</p>
NIVEL DE SATISFACCIÓN	<p>El nivel de satisfacción, es el grado en que se suple una necesidad humana a través del bienestar proporcionado por un eco-servicio. Se presenta así:</p> <p>Nulo: Cuando no se cubre ninguna de las necesidades requeridas por un grado social o individuo.</p> <p>Parcial: Cuando las necesidades humanas no son cubiertas en su totalidad, pero se trabaja en las más prioritarias.</p> <p>Total: Cuando se cubre la totalidad de las necesidades manifestadas, por una comunidad o individuo.</p>

Descripción de los criterios de evaluación, conforme al orden en el que se ubican en la matriz

Fuente: (Castañeda, 2013)

Las escalas de calificación para los criterios de cobertura, oferta, permanencia, periodicidad y nivel de satisfacción se trabajan en intervalos cada 5, siendo 1 el valor más bajo y 10 el más significativo. Cabe aclarar que en este caso el criterio de “dimensión” no es calificable de manera cuantitativa, sino simbólica, pues la idea es resaltar el medio en el que sobresale el bienestar obtenido de un determinado ecosistema, a nivel ambiental, social o económico. De esta manera,

los valores asignados a cada criterio corresponden a los expuestos en la Tabla 4 (Arboleda G, 2008)

Tabla 4.

Criterios y Valores de Calificación empleados en la Evaluación.

CRITERIO	SIMBOLO	CALIFICACION	ID
DIMENSION	Di	Económico	
		Sociocultural	
		Ambiental	
CRITERIO	SIMBOLO	CALIFICACION	VALOR
COBERTURA	Co	Puntual	1
		Local	5
		Regional	10
OFERTA	Of	Baja	1
		Media	5
		Alta	10
PERMANENCIA	Pem	Corto plazo(<1 año)	1
		Mediano plazo(1-5 años)	5
		Largo plazo(>10 años)	10
PERIODICIDAD	Per	Periódico	1
		Discontinuo	5
		Continuo	10
NIVEL DE SATISFACCION	NS	Nula	1
		Parcial	5
		Total	10

Fuente: Castañeda, 2013.

Al implementar la herramienta, la interpretación de los resultados permitirá conocer el nivel de importancia que un determinado ecosistema alcanza para una comunidad específica de acuerdo con la satisfacción de sus necesidades y el bienestar brindado. Por consiguiente, el nivel de importancia resulta de sumar los indicadores de cobertura, oferta, permanencia, periodicidad y nivel satisfacción; el valor numérico que arroja la ecuación se convierte luego en una expresión que indica el grado de significancia de un eco-servicio; cuyo valor estará considerado en un rango de 1 a 50, tal y como se detalla en la Tabla 5. (Arboleda G, 2008)

$$I = Co + Of + Pem + Per + NS$$

Dónde:

I = Nivel de Importancia

Co = Cobertura

Of = Oferta

Pem = Permanencia

Per = Periodicidad

NS = Nivel de Satisfacción

Tabla 5.

Nivel de Significancia de los Ecosistemas conforme al Bienestar Humano y Servicios Ambientales que proveen.

IMPORTANCIA	VALOR
Irrelevante	1-14,99
Moderada	15-29,99
Importante	30-49,99
Muy importante	>50

Fuente: Castañeda, 2013.

Finalmente, los aspectos y parámetros mencionados anteriormente se disponen y ordenan en la matriz de evaluación elaborada en Microsoft Excel. Se consolida toda la información trabajada en esta mediante columnas y filas en las que se hallan desde los tipos de servicios ecosistémicos que agrupan las funciones ambientales e inciden en el bienestar humano; hasta cruzarse con aquellas que reúnen los tipos de ecosistemas conforme a su origen y medio en el que se

desarrollan. Adicionalmente, se encuentran configurados los espacios de calificación de los distintos criterios considerados para obtener el nivel de importancia, de acuerdo con las tablas de valoración, los rangos y la fórmula utilizados para ello; dando como resultado un valor numérico ponderado de la evaluación.

Al considerar desarrollar este método en escenarios sociales especialmente en aquellos que se ejecuten proyectos donde se requiera el uso, y/o aprovechamiento de recursos, se contribuirá en estrechar la relación empresa-comunidad, pues la metodología propuesta parte del hecho de considerar el enfoque ecosistémico como su pilar fundamental, bajo el cual se consolida la relación del socio-ecosistema, donde se gestionan integralmente los recursos, se fomenta la participación social y se reconoce la importancia de la biodiversidad y los ecosistemas, como elementos que suministran servicios, realizan funciones y generan beneficios a las sociedades humanas (Castañeda, 2013)

5.2. MARCO LEGAL.

El trabajo de investigación se encuentra basado en una serie de ideas y conceptos constitucionales y legales, los que se resumen a continuación:

5.2.1. CAPITULO III. DE LOS DERECHOS COLECTIVOS Y DEL AMBIENTE

ARTICULO 79 Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial

importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. (Constitucion Política de Colombia, 1991)

5.2.2. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Artículo 1. El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. La preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

5.2.3. PROYECTO DE LEY 122 DE 2014.

Por medio de la cual se crea el PIB verde en Colombia, se establece la valoración de bienes y servicios ecosistémicos en Colombia y se ordena la creación de un inventario de los mismos. Así mismo, define y delimita la valoración económica ambiental como un mecanismo de control, seguimiento y monitoreo de esos bienes y servicios ecosistémicos que regulan los recursos naturales en el territorio colombiano (PNGIBSE, 2012)

5.2.3 DECRETO NÚMERO 475 DE 1998. Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.

CAPITULO III. NORMAS ORGANOLEPTICAS, FISICAS, QUIMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE

ARTICULO 6. Las normas organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas de la calidad del agua potable establecidas en el presente decreto rigen para todo el territorio nacional y deben

cumplirse en cualquier punto de la red de distribución de un sistema de suministro de agua potable (MINISTERIO DE SALUD PUBLICA , 1998).

5.3. MARCO CONTEXTUAL.

5.3.1 Departamento del Putumayo. Está localizado al sur de Colombia, entre los 0°40' de latitud sur y 1°25' de latitud norte y entre los 73°50' y 10' al oeste de Greenwich. El territorio se extiende de occidente a oriente desde el pie de la cordillera oriental hasta la llanura amazónica, entre los ríos San Miguel y Putumayo al sur, el Cascabel al norte y el Caquetá al oriente (Figura 2).

5.3.2 Valle de Sibundoy o alto Putumayo. Se encuentra localizado específicamente en el extremo noroccidental del Departamento del Putumayo. Es un Valle de origen lacustre, en cuyas laderas están los municipios de Santiago, Colon, Sibundoy y San Francisco. Presenta una precipitación promedio multianual de 1.578 mm, con temperaturas que oscilan entre 15° - 17°C y una altitud entre 2000 – 2100 m.s.n.m. Sus suelos son la mayoría orgánicos, formados como resultado de condiciones de saturación continua de agua e insuficiente circulación de oxígeno lo cual resulta en una incipiente y lenta descomposición de la materia orgánica que permite su acumulación. La fertilidad de los suelos es considerada de mediana a baja

5.3.3 Municipio de Sibundoy. Está localizado al noroccidente del Departamento del Putumayo, con coordenadas geográficas 1°12'12" latitud norte y 76° 51'15" longitud oeste (Figura 3). Tiene una extensión de 90.828 km², que corresponden al 0,36% del Departamento del Putumayo. Presenta temperaturas que oscilan entre los 14 y 17°C, el promedio mensual anual es de 15,98

°C, el mayor valor es 16.5 °C en los meses de noviembre a enero y el menor valor 10.4°C siendo las temperaturas más bajas en los meses de julio y agosto. (Castro & Martínez, 2008)

En el municipio de Sibundoy en la zona rural se encuentra ubicada la Vereda San José de la Hidráulica, en la cual los habitantes de dicha vereda se dedican a actividades agrícolas y ganaderas (Figura 4).

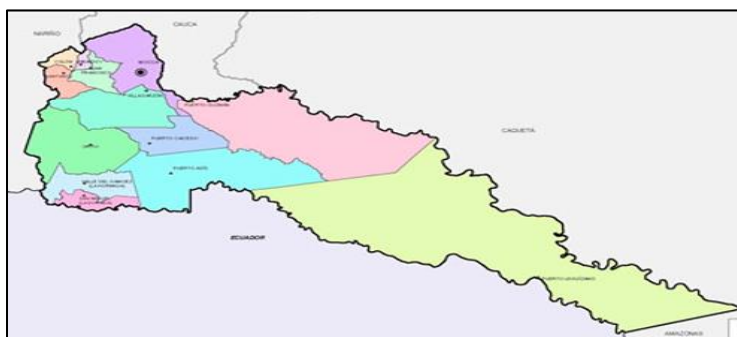


Figura 2. Departamento del Putumayo

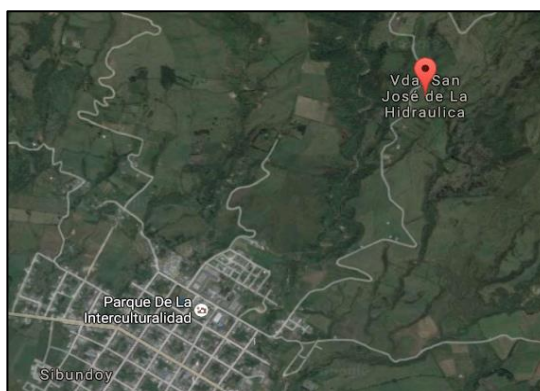
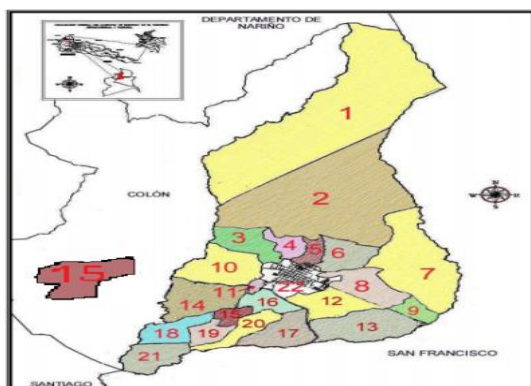


Figura 3. Municipio de Sibundoy **Figura 4.** Vereda San José de la Hidráulica

5.4. MARCO CONCEPTUAL

5.4.1. Ecosistema. Comunidad de seres vivos cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente (Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible, 2011, pág. 5).

5.4.2. Servicios ecosistémicos. Se definen como los componentes y procesos de los ecosistemas que son consumidos, disfrutados o que conducen a aumentar el bienestar humano tomando en cuenta la demanda de los beneficiarios, así como la dinámica de los ecosistemas (Daily citado por Viglizzo & Carreño, s.f).

- **Servicios de abastecimiento:** Son los bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas. (PNGIBSE, 2012, pág. 33).
- **Servicios de regulación.** Son los beneficios resultantes de la regulación de los procesos ecosistémicos, incluyendo el mantenimiento de la calidad del aire, la regulación del clima, el control de la erosión, el control de enfermedades humanas y la purificación del agua (PNGIBSE, 2012).
- **Servicios culturales.** Son los beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas, a través del enriquecimiento espiritual, belleza escénica, inspiración artística e intelectual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas (PNGIBSE, 2012).
- **Servicios de soporte.** Son aquellos necesarios para la producción de todos los otros servicios de los ecosistemas. Se diferencian de aprovisionamiento, regulación y servicios culturales en que sus efectos en las personas son o indirecta o se producen

durante un tiempo muy largo, mientras que los cambios en las otras categorías tienen impactos relativamente directos y de corto plazo en las personas (PNGIBSE, 2012).

5.4.3. Agro ecosistemas. Es un ecosistema natural que ha sido modificado por el hombre para la producción de alimentos o materias primas (Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible, 2011, pág. 5).

5.4.4. Macro fauna edáfica. Son los organismos invertebrados, visibles a simple vista, que viven total o parcialmente dentro del suelo o inmediatamente sobre él. (p.ej. lombrices de tierra, termitas, hormigas, milpiés, ciempiés, arañas, escarabajos, grillos, caracoles, chinches, entre otros). También se conocen como macro invertebrados del suelo (Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible, 2011, pág. 5).

5.4.5. Recurso natural. Es un bien, una sustancia o un objeto presente en la naturaleza, y explotado para satisfacer las necesidades y deseos de una sociedad humana. Por lo tanto se trata de una materia prima, mineral (ej.: el agua) o de origen vivo (ej.: el pescado). Puede ser de materia orgánica como el petróleo, el carbón, el gas natural o la turba. También puede tratarse de una fuente de energía: energía solar, energía eólica o, por extensión, de un servicio del ecosistema (la producción de oxígeno vía la fotosíntesis, por ejemplo) (UNESCO, 2002).

5.4.6. Seguridad Alimentaria. Es un estado en el cual todas las personas gozan, en forma oportuna y permanente, de acceso físico, económico y social a los alimentos que necesitan, en cantidad y calidad, para su adecuado consumo y utilización biológica, garantizándoles un estado

de bienestar general que coadyuve al logro de su desarrollo (Cumbre Mundial de la Alimentación (FAO), 1996).

5.4.7. Monocultivo. Práctica agrícola que consiste en el cultivo de una única especie vegetal en todo el terreno de una explotación o una región. Permite un uso más eficiente de la maquinaria agrícola, tiende a favorecer la labranza intensiva, el control químico de plagas, la aplicación de grandes cantidades de fertilizantes químicos, el uso de abundante agua para el riego y las variedades especializadas de cultivo. Es la piedra angular de la agricultura industrial. Esta práctica agrícola facilita la aparición de plagas, por la ausencia de biodiversidad; la erosión del suelo, porque entre cosecha y nueva siembra éste queda sin cultivar, expuesto a las inclemencias del tiempo; la elevada presión sobre los recursos hídricos, por el riego; la contaminación ambiental, por el uso de agroquímicos a gran escala (Courtis, 2009).

5.4.8. Sistema agrícola convencional. Sistema de producción agrícola industrial que se caracteriza por una elevada productividad, obtenida a través de grandes extensiones de monocultivos de semillas de alto rendimiento, con una importante mecanización de las labores agrícolas, altamente dependiente de insumos externos (energéticos, pesticidas y fertilizantes químicos) y de grandes cantidades de agua para el riego (Courtis, 2009).

5.4.9. Agroquímico. Amplio conjunto de sustancias químicas que se emplean para combatir plagas, malas hierbas o enfermedades de las plantas, especialmente en la agricultura industrial (Courtis, 2009).

5.4.10. Agua. Es la sustancia más abundante en la tierra, es el principal constituyente de todos los seres vivos, y es una fuerza importante que constantemente está cambiando la superficie terrestre. Es un factor clave en la climatización de nuestro planeta para la existencia humana y en la influencia en el progreso de la civilización (Marcano, 2016).

5.4.11. Acidez. La capacidad de un agua y puede definirse como su capacidad para neutralizar bases, como su capacidad para reaccionar con iones hidróxido, como su capacidad para ceder protones o como la medida de su contenido total de sustancias ácidas (Romero, 2002).

5.4.12. pH del agua. Está relacionado con la concentración de protones en el agua de pH tendremos que en condiciones de neutralidad el pH es igual a 7. De la misma forma cuando el agua esté totalmente disociado en protones el pH tendrá un valor de 0 y será 14 cuando esté totalmente disociado en OH⁻. El agua con un pH menor de 7 se dice que es un agua ácida y en cambio se dice que es básica si tiene un pH mayor que 7 (Sierra, (citado por Ospina Valdes, & Nieto Roa, 2009).

5.4.13. Dureza total. Representa una medida de la cantidad de metales alcalinotérreos en el agua, fundamentalmente Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) provenientes de la disolución de rocas y minerales que será tanto mayor cuanto más elevada sea la acidez del agua. Es una medida, por tanto, del estado de mineralización del agua (Sierra, (citado por Ospina Valdes, & Nieto Roa, 2009).

5.4.14. Alcalinidad. Es la suma de las concentraciones de los iones carbonato (CO_3^{2-}), bicarbonato (HCO_3^-) y e hidróxidos (OH^-) siendo estos últimos despreciables frente al resto. Estas especies producen en el agua un efecto tampón ya que absorben protones manteniendo el pH en un valor muy estable (Sierra, (citado por Ospina Valdes, & Nieto Roa, 2009).

5.4.15. Agua cruda. El agua cruda es el agua tal como se encuentra en las fuentes, en estado natural, sin tratamiento. Se pueden identificar como fuentes de "agua cruda" a los cursos superficiales o subterráneos, entre ellos, los ríos, arroyos, lagos, lagunas y acuíferos, que el hombre usa como materia prima para abastecerse (www.bvsde.paho.org, 2004).

5.4.16. Condiciones organolépticas del agua. En el medio natural el agua dista mucho de ser pura y presenta unas propiedades específicas que afectan a los sentidos. Estas propiedades se denominan propiedades organolépticas y afectan al gusto, al olor, al aspecto y al tacto, distinguiéndose: temperatura, sabor, olor, color y turbidez (aguamarket, s.f).

5.4.17. Aire. Es una mezcla de gases que contiene en suspensión materiales sólidos finos (polvo). Está compuesto de varios gases como el Nitrógeno 78%, Oxígeno 21%, Argón 0,9%, Dióxido de Carbono 0,03%, Vapor de Agua y otros Gases 0,07%, Las características del aire varían según la altura del nivel de mar (Montoya Hernandez & Alvarez, s.f).

5.4.18. Suelo. Es un cuerpo natural, tridimensional, no consolidado, producto de la interacción de los llamados factores formadores del suelo (clima, rocas, organismos, relieve, tiempo). Está compuesto por sólidos (material mineral y orgánico), líquidos y gases, que se mezclan para

formar los horizontes o capas diferenciales, resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia a través del tiempo, y cuyo espesor puede ir desde la superficie terrestre hasta varios metros de profundidad (Sposito, 1989).

5.4.19. Porosidad. Es el volumen de éste que no está ocupado por sólidos; es el volumen que hay disponible en el suelo para los líquidos y los gases (Jaramillo J., 2002).

5.4.20. Humedad gravimétrica. Es la relación entre la masa de agua y la masa de suelo una vez seco (Radulovich, 2008).

5.4.21. Humedad volumétrica. La relación entre el volumen de agua (V_a) y el volumen total o aparente del suelo (V_t) una vez seco (Radulovich, 2008).

5.4.22. Densidad aparente. Es la medida en peso del suelo por unidad de volumen (g/cc), se analiza con suelos secados al aire o secados en la estufa a 110°C. La densidad aparente está relacionada con el peso específico de las partículas minerales y las partículas orgánicas así como por la porosidad de los suelos. Si se considera cierto volumen de suelo en sus condiciones naturales, es evidente que solo cierta proporción de dicho volumen está ocupada por el material del suelo (Aguilera citado por Huerta Cantera, 2010).

5.4.23. Densidad real. Se define como la masa (o peso) de una unidad de volumen de sólidos del suelo y es llamada densidad de la partícula; aunque pueden observarse variaciones considerables

en la densidad de los suelos minerales, individuales; la mayor parte de los suelos normales varían entre los límites estrechos de 2,60 a 2,7 g/cc (Buckman citado por Huerta Cantera, 2010).

5.4.24. pH del suelo. Una de las características del suelo más importantes es su reacción, ésta ha sido debidamente reconocida debido a que los microorganismos y plantas superiores responden notablemente tanto a su medio químico, como a la reacción del suelo y los factores asociados con ella. Tres condiciones son posibles: acidez, neutralidad, y alcalinidad (Buckman, Brady, & citado por Huerta Cantera, 2010).

5.4.25. Materia orgánica. Ccontiene cerca del 5% de N total, pero también contiene otros elementos esenciales para las plantas, tales como fósforo, magnesio, calcio, azufre y micronutrientes. Durante la evolución de la materia orgánica en el suelo se distinguen dos fases: la humidificación y la mineralización. La humidificación es una fase bastante rápida, durante la cual los microorganismos del suelo actúan sobre la materia orgánica desde el momento en que se la entierra (Jhonstom citado por Otiniano & Meneses, 2006, pág. 2).

5.4.26. Degradación del suelo. Se define como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. Los suelos degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales del suelo en cuestión en su ecosistema (FAO, 2016).

5.4.27. Impacto ambiental. Es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada, en términos simples

el impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (Gestión en Recursos Naturales, 2015).

5.4.28. Biodiversidad. Abarca todo el espectro de organización biológica, desde genes hasta comunidades y sus componentes estructurales, funcionales y de composición, así como las escalas de espacio y tiempo. Empero, los múltiples elementos que lo componen y sus variados significados suelen generar confusión limitando la utilidad del mismo (Solbrig, 1994, pág. 3).

5.4.29. Deforestación. Es uno de los problemas ambientales más importantes, con serias consecuencias económicas y sociales (Laurance, 1999, pág. 1).

5.4.30. Barreras vivas. Es una práctica que ayuda a la conservación del suelo y del agua en la parcela. Las barreras vivas son cultivos que se siembran en curvas a nivel, principalmente en las laderas, con el propósito de controlar la erosión. Poseen la característica de que se manejan tupidas en los surcos, con alta densidad; por este motivo actúan como barreras (FAO, 2011, pág. 3).

5.4.31. Corredores ribereños. Son ecosistemas dependientes de cursos o cuerpos de agua con una matriz variable de vegetación, inmersos en cuencas hidrográficas. Estas zonas cumplen funciones esenciales para la preservación de ecosistemas y sus relaciones territoriales, influyendo en el paisaje en términos de riqueza y belleza natural, a la vez que suministran bienes y servicios para la biota y el bienestar humano (Romero, Cozano, & Gangas, 2014).

6. METODOLOGÍA

La metodología que se desarrolló para la investigación en la cual se evaluaron los servicios ecosistémicos que ofrecen los agroecosistemas aledaños a la microcuenca La Hidráulica como fuente abastecedora del acueducto del municipio de Sibundoy Putumayo, se efectuó mediante los siguientes aspectos:

6.1. ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en la microcuenca La Hidráulica que nace en el páramo El Paramillo y abastece el acueducto urbano y algunos rurales de Sibundoy. Tiene un área de 7.650.387 Has con diferentes grados de intervención, y su disponibilidad hídrica es de 471.2 m³, siendo la demanda de 15.56 m³, en cuanto a la precipitación anual posee un promedio de 1.715 mm y su temperatura mensual – anual promedio es de 15,98°C, con una humedad relativa mensual – multianual de 81% (IDEAM, 2006); su zona intermedia sitio del estudio, ha venido recuperándose en su cobertura vegetal en forma paulatina gracias a los esfuerzos comunitarios e institucionales

6.2. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para llevar a cabo la revisión, recopilación y análisis de la información necesaria se realizó un acercamiento y reconocimiento de la zona de estudio mediante un recorrido dentro de las 10 zonas evaluadas, posterior a esto se aplicó una encuesta a diez (10) propietarios de las fincas (Anexo 1), que se ubican en la zona media de la microcuenca La Hidráulica que corresponde al 100% del área de estudio (Figura 5), con el fin de obtener datos actuales del manejo de los sistemas



Figura 5. Encuesta realizada a los propietarios de las zonas de estudio.

La aplicación de las encuesta nos permitió conocer los sistemas que los propietarios han implementado en sus fincas y como es su debido manejo en cuanto al grado de intervención que se ha hecho en los agrosistemas, debido a que los predios evaluados por su ubicación presentan mayor intervención con la fuente hídrica.

6.2.1. Posterior al análisis de la información, se realizó un diagnostico a través de la observación directa, con recorridos de campo en todos los sistemas evaluados con el fin de identificar el estado actual de los predios con el objetivo de evaluar los servicios ecosistémicos que ofrecen.

6.3. TRABAJO DE CAMPO.

Al adquirir la información se procede a observar, identificar y evaluar a través de la matriz de doble entrada propuesta por Castañeda los beneficios directos e indirectos que ofrecen los

servicios ecosistémicos, en los cuales se incluye los de sustento básico, regulación y soporte y socioculturales. Con base en los resultados obtenidos se propusieron acciones específicas para el mantenimiento de estos servicios.

6.4. EVALUACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS

En la evaluación de los servicios ecosistémicos se adoptó la matriz de doble entrada propuesta por Castañeda, la cual se elaboró en el programa Microsoft Excel (Figura 6), en donde se identificó los diferentes tipos de servicios que proveen los ecosistemas con relación al bienestar humano, con estos parámetros se obtuvo el nivel de importancia de cada zona de estudio (Fincas).

FINCA 1. LA MARAVILLA																																						
TIPO DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS	FUNCIONES AMBIENTALES DE LOS ECOSISTEMAS	ECOSISTEMAS	TIPO I. ECOSISTEMAS TRANSFORMADOS.																																			
			La Cultivos transitorios							Lb Cultivos permanentes							Lc Pastos					Ld Plantaciones forestales																
			Va	Co	Of	Pem	Per	NS	I	Nsi	Va	Co	Of	Pem	Per	NS	I	Nsi	Va	Co	Of	Pem	Per	NS	I	Nsi	Va	Co	Of	Pem	Per	NS	I	Nsi				
SERVICIOS ECOSISTEMICOS DE ABASTECIMIENTO O APROVISIONAMIENTO	Ecosistemas que satisfacen necesidades (sustento basico)	Alimentación	S	1	5	1	5	5	17	M	S	1	5	5	5	5	21	M																				
		Abastecimiento de agua																																				
		Fuente de energía																																				
		Materias primas para construcción de vivienda																																				
	Ecosistemas para productividad	Bienestar económico																																				
		Actividades productivas agrícolas y/o industriales																	E	5	5	5	5	5	25	M	A	1	1	1	10	5	#	M				
		Materias primas																																				
		Canadenería																																				
		Especies menores (cuyes)																																				
		Madera																																				
Ecosistemas proveedores de recursos naturales	Extractos naturales de uso medicinal																	S	1	1	5	5	5	17	M													
	Recursos genéticos																																					
	Control de inundaciones																																					
	Control de deslizamientos																																					
SERVICIOS ECOSISTEMICOS DE REGULACION Y SOPORTE	Ecosistemas para prevención de riesgos (mecanismo de respuesta a eventos naturales extremos)	Calidad del agua																																				
		Calidad del aire	A	1	5	5	5	5	21	M	A	1	1	5	5	1	13	IR	A	1	5	1	10	5	#	M	A	1	1	5	5	1	13	IR				
		Procesamiento de desechos y materia orgánica																																				
	Ecosistemas para el equilibrio ecológico	Control biológico	A	1	5	1	5	5	17	M																												
		Mantenimiento de la biodiversidad																																				
		Regulación de la erosión																																				
		Disponibilidad de nutrientes	A	1	5	10	10	5	31	IM	A	1	1	5	5	1	13	IR	A	1	5	1	10	5	#	IR												
		Mantenimiento de las condiciones climáticas																																				
SERVICIOS ECOSISTEMICOS SOCIO-CULTURALES	Ecosistemas que abarcan beneficios recreativos y estéticos	Belleza escénica																																				
		Recreación y ecoturismo																																				
	Ecosistemas asociados a la identidad, legado cultural y sentido de pertenencia de una región	Importancia espiritual	S	1	1	10	10	10	32	IM	S	1	1	10	10	10	32	IM																				
	Importancia e identidad cultural																																					

Figura 6. Matriz de doble entrada para la evaluación de los servicios ecosistémicos.

6.5. MUESTREO FISICOQUÍMICO DEL SUELO.

En cada una de las unidades experimentales (10 fincas) se determinaron algunas propiedades físicas y químicas del suelo. Se realizó en cada una de las fincas tres (3) cajuelas de 30 cm x 30 cm x 40 cm de profundidad (figura 7), que se ubicaron en sitios equidistantes dentro de cada una de las unidades experimentales, tomando muestras disturbadas y sin disturbar en anillos de acero de 2,5 cm de alto y 5 cm de diámetro.

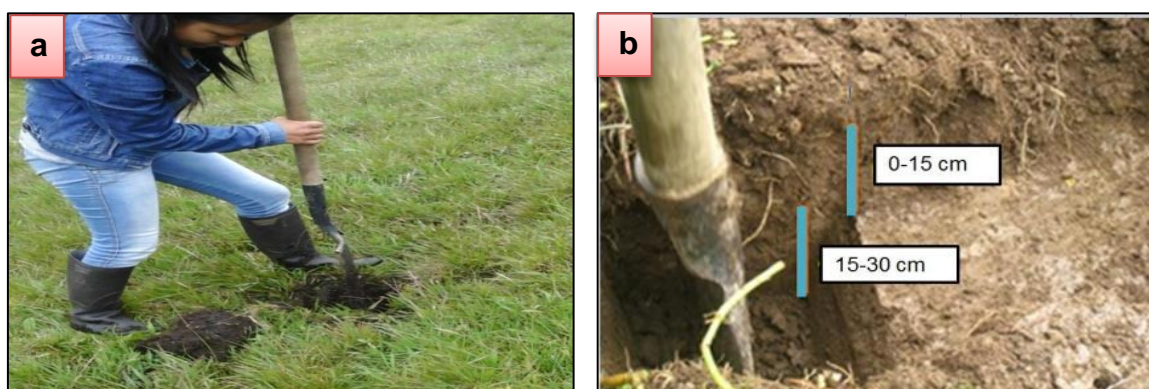


Figura 7. Elaboracion de la cajuela.

a. Elaboración de la cajuela

b. Dimensiones de las cajuelas

El proceso que se llevó a cabo para la toma de muestras de suelo sin disturbar se desarrolló de la siguiente manera: Para la realización de cada una de las cajuelas se eliminó la cubierta vegetal del lugar en donde se hizo el muestreo posteriormente con la ayuda de un palin se elaboró la cajuela con las medidas anteriormente mencionadas, luego se procede a tomar las muestras haciendo uso de un muestreador y de los anillos biselados con volumen conocido (5 cm de diámetro, 2,5 cm de alto y 2 mm de grosor), tomada la primera muestra con profundidad de 0 – 15cm y la segunda de 15 – 40 cm cada una debidamente rotulada, con los cuales se determinaron densidad aparente (Figura 8).



Figura 8. Toma de muestras sin disturbar con anillos de acero.

a. Eliminación de la cubierta vegetal, **b.** Elaboración de la cajuela, **c.** Toma de muestras con anillo de acero, **d.** Enrasado de bordes.

En la toma de muestras disturbadas se utilizó un palin para extraer una tajada de suelo con un grosor de aproximadamente 5 cm de ancho con profundidades de 0 – 15 cm en la primera muestra y de 15 - 40 cm en la segunda muestra; cabe destacar que de cada tajada se tomó la parte central realizando un corte vertical el cual se depositó en bolsas plásticas con su respectiva rotulación determinando pH, densidad real, y color (Figura 9).





Figura 9. Toma de muestras disturbadas

a. Toma de la muestra disturbada, **b.** Extracción de la muestra, **c.** Parte central de la muestra, **d.** Muestra para ser colocada en bolsas.

De igual manera se determinó la actividad biológica, tomando muestras de suelo de una de las paredes de las cajuelas realizadas en cada zona de estudio, las muestras fueron depositadas en un recipiente y luego se agregó una pequeña cantidad de agua oxigenada observando su reacción frente a la muestra (Figura 10).



Figura 10. Determinación de la actividad biológica

a. Toma de la muestra de suelo, **b.** Muestra del suelo en el recipiente, **c.** Aplicación del agua oxigenada **d.** Reacción de la muestra.

6.5.1 Variables evaluadas.

Después de tomadas las muestras de suelo en cada una de las fincas se realizó un análisis de algunas propiedades fisicoquímicas de suelo tales como densidad aparente (g/cc), densidad real (g/cc), porosidad (%), humedad gravimétrica (%), humedad volumétrica (%), pH.

Los diferentes procedimientos para obtención de los resultados de cada una de las variables evaluadas se realizaron en el laboratorio del Instituto Tecnológico del Putumayo sede Sibundoy.

Las variables y técnicas utilizadas se detallan en la tabla 6.

Tabla 6.

Variables y técnicas utilizadas.

Propiedad	Método de Caracterización
Densidad real (D_r)	Picnómetro
Densidad aparente (D_a)	Cilindro de volumen conocido
Porosidad (P_r)	$1 - \left(\frac{D_a}{D_r}\right) * 100$
Humedad gravimétrica	Diferencia de peso
Humedad volumétrica	$H_v = \left(\frac{D_a}{D_{ag}}\right) * H_g$
pH	Potenciométrico (Suelo-Agua 1:1)

6.6. MUESTREO FISICOQUÍMICO DEL AGUA.

Las muestras fisicoquímicas del agua se tomaron en microcuenca La Hidráulica, en la parte alta, media y baja, se realizó dicho muestreo en la madrugada (4:30 a.m.), con el fin de evitar que las

actividades antrópicas alteren las características de este recurso, cada muestra fue recolectada en un envase plástico previamente esterilizado y rotulado, las cuales fueron enviadas al laboratorio de Aguas de la Universidad de Nariño (Figura 11).

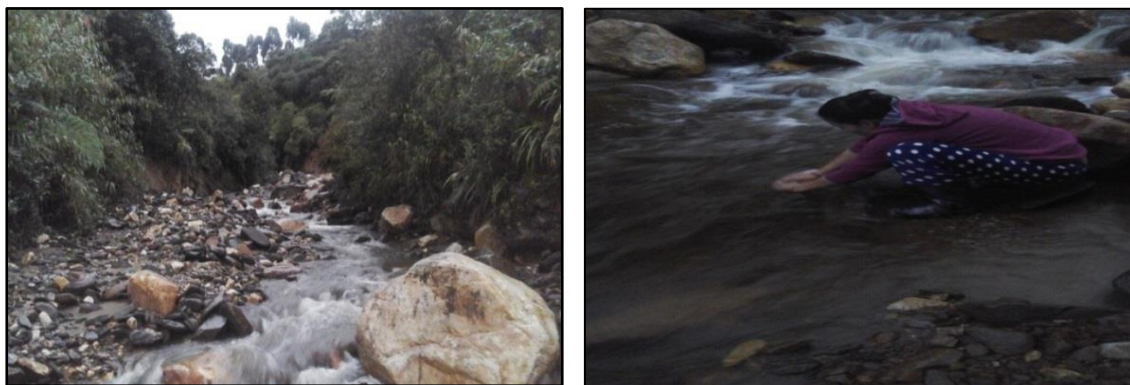


Figura 11. Toma de muestras de agua en la microcuenca La Hidráulica.

a. Fuente hídrica la Hidráulica

b. Toma de muestras de agua

Los diferentes parámetros con sus respectivos procedimientos realizados en el Laboratorio de la Universidad de Nariño se describen en la tabla 7.

Tabla 7.

Variables y técnicas utilizadas.

PROPIEDAD	TECNICA
pH	Electrométrica
Acidez	Titulométrica
Alcalinidad	Titulométrica
Dureza total	Titulométrica
Nitritos	Colorimétrica
Nitratos	Colorimétrica
Nitrógeno Total	Colorimétrica

6.7. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

Después de realizadas las matrices de doble entrada propuesta por Castañeda para cada zona de estudio (fincas) se hizo un análisis con el fin de verificar el estado de los servicios ecosistémicos

que ofrece cada una de ellas, así como también con el propósito de analizar algunas propiedades fisicoquímicas del suelo se realizó un análisis de los resultados obtenidos por medio de promedios en comparación a las prácticas de manejo que se desarrollan y la influencia que tiene con este recurso.

De igual manera se realizó el análisis de muestras fisicoquímicas de agua relacionando los datos obtenidos con los parámetros establecidos en las leyes Colombianas vigentes.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.



En este capítulo, la primera parte muestra la información recopilada a través de las encuestas relacionadas con el estado en el que se encontraban los sistemas evaluados en este proyecto, lo que permitió obtener conocimiento necesario para dicha evaluación, además el análisis de los servicios ecosistémicos que ofrecen cada una de las fincas evaluadas mediante la utilización de la matriz propuesta por Castañeda (2013), en la segunda parte se encuentran los resultados fisicoquímicos de suelo obtenidos de las diferentes muestreos realizados en cada zona de estudio, al igual que en la tercera parte se realizó la discusión de los resultados de las muestras de agua tomadas en la fuente hídrica La Hidráulica después de realizados los análisis en el laboratorio de aguas de la Universidad de Nariño.






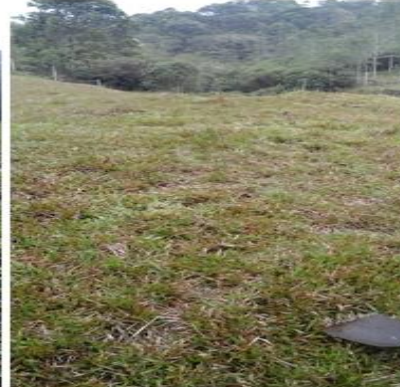


7.1 EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.





A continuación se presenta los resultados obtenidos de las diferentes visitas a los diez sistemas evaluados, los cuales se incluyen en la tabla 8.

Tabla 8.

Sistemas evaluados en la investigación.

N° del sistema	Propietario	Finca	
1	Manuel Florentino Ordoñez		

2	Horacio Narváez		
3	María Narváez		
4	Antonio España		
5	Edilma Estrada		

6	Jorge España	
7	Fabián Burgos	
8	Carlos Betancur	
9	Teresa Jacanamej oy	



Una vez realizado los recorridos de campo se determinaron los servicios ecosistémicos que presentan cada uno de los sistemas.

Esta información se analizó mediante matrices para cada una de las zonas de estudio en donde se dará a conocer el estado actual del recurso suelo de cada una de las fincas evaluadas mediante el análisis de las diferentes propiedades físicas como densidad aparente (g/cc), densidad real (g/cc), porosidad (%), humedad gravimétrica (%), humedad volumétrica (%) y propiedades químicas como el pH, tomados a dos profundidades 0 -15 cm y 15 – 40 cm en cada sistema de las zonas de estudio.

7.1.1 Sistema N° 1. Posee un área total de 2 hectáreas siendo éstas distribuidas de la siguiente manera: una hectárea especialmente para conservación, y otra para el sistema agrosilvopastoril; mediante el recorrido se pudo observar que en el primer sistema se han introducido especies arbóreas como eucalipto rojo (*Eucalyptus camaldulensis*), ciprés (*Cupressus*), pino pátula (*Pinus patula*), acacia negra (*Gleditsia triacanthos*) y aliso (*Alnus jorullensis*), este último es utilizado a modo de cercas vivas alrededor de este sitio de aislamiento; en la zona media de este se encuentra un corredor ribereño con una gran variedad de árboles nativos de los cuales se menciona: chilca blanco (*Baccharis dracunculifolia*), helechos (*Pteridium aquillinum*), mate

(*Llex paraguariensis*), candelero (*Croton smithianus*) y moquillo (*Saurauia micayensis*); el suelo en esta zona se halla completamente cubierto por grama. (Figura 12)



Figura 12. Sistema de conservación.

a. Vegetación nativa en sistema de conservación, **b.** Vegetación arborea por restauración ecológica.

El segundo sistema agrosilvopastoril, como su nombre lo indica se halla en él una mezcla de pastos y especies vegetales tanto nativas como introducidas, como nativas están la chilca, mayo o siete cueros (*Machaerium capote*), laurel (*Laurus nobilis*), motilón (*Hyeronima macrocarp*), frijol tranca (*Phaseolus vulgaris L*), cidra (*Citrus medica*), y como introducidas está el aguacate (*Persea americana*), en medio de ellos se encuentra pasto imperial (*Axonopus scoparius*) sembrado con curvas de nivel, así como también se ubica en esta parte algunos frutales: durazno (*Prunos persica*), lulo (*Solanum quitoense*), chilacuan (*Vasconcellea pubescens*), breva (*Ficus carica*), curuba (*Passiflora tarminiana*), manzana (*Malus domestica*), limón (*Citrus limonum*), caña (*Saccharum officinarum*). Dentro de ello se sitúa un lugar para la preparación de abonos orgánicos, de los que son utilizados en la finca para la fertilización, además dispone de un espacio para árboles en su mayoría aliso en donde se realiza un riego con aguas residuales después de pasar por procesos de sedimentación para su debida fertilización, otra para plantas

aromáticas y por ultimo una huerta casera hallándose en ella coles (*Brassica oleracea*), repollo (*Brassica oleracea capitata*), cebolla (*Allium cepa*), ají (*Capsicum annum*), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) (Figura 13).



Figura 13. Sistemas implementados dentro de la finca.

a. Sistema agrosilvopastoril, **b.** Sistema de plantaciones forestales, **c.** Zona de preparacion de abonos organicos, **d.** Abonos organicos.

Tabla 10.

Componentes relacionados con los dominios que describen el conjunto de valores y elementos evaluados en la matriz.

NIVEL DE SIGNIFICANCIA		DOMINIOS	
IMPORTANCIA	VALOR	ECONOMICO	E
Irrelevante	1-14,99	SOCIAL	S
Moderada	15-29,99	AMBIENTAL	A
Importante	30-49,99		
Muy importante	>50		

Para evaluar los servicios ecosistémicos que ofrece la finca La Maravilla se adoptó la matriz de Castañeda (2013) y se tomó los valores más elevados y relevantes a nivel ambiental, podemos observar que es uno de los sistemas que más servicios ofrece (Tabla 9); estos nos permiten entender mejor de qué manera los activos naturales afectan la calidad de vida en la tierra, debido a que en los últimos años se han multiplicado los esfuerzos dirigidos a estimar el valor de los bienes y servicios naturales, los cuales procuran ofrecer una medida de la capacidad de los ecosistemas para satisfacer necesidades esenciales a la vida (Daily citado por Viglizzo & Carreño, s.f)

En la finca La Maravilla dentro de los ecosistemas transformados se encontraron diversos sistemas que benefician el bienestar humano, en los cultivos transitorios que comprenden las áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo es menor a un año, llegando incluso a ser de sólo unos pocos meses. Entre ellos está la alimentación que según (Cumbre Mundial sobre la Alimentación, 1996) hace referencia a que todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos para satisfacer sus necesidades alimenticias a fin de llevar una vida activa y sana; por otro lado la calidad de aire y control

biológico poseen un nivel de significancia moderado, debido a que oscila entre valores de 15 – 29,99, podemos deducir que en la alimentación existe una dimensión social ya que el beneficio que ofrece es de autoabastecimiento cabe resaltar que los productos que originalmente la naturaleza proporcionó al hombre para satisfacer sus necesidades, calóricas principalmente, alcanzaron la categoría de alimento cuando el hombre los produjo en abundancia y facilitó su acceso para disponer de ellos en el momento que así lo requiriera (Bourges citado por Castro, 1999)

En cuanto a calidad de aire y control biológico se encontró que su dimensión es ambiental ya que estos generan un impacto favorable en el medio como captura de carbono, además mantiene un equilibrio en el edafón porque en este sitio no se realizan actividades de fumigación con agrotóxicos. Por otra parte también se encontró en este la disponibilidad de nutrientes con una dimensión ambiental por las técnicas amigables con el medio ambiente que se practican dentro de la finca como fertilización y aplicación de abonos orgánicos. Para (Jhonstom citado por Otiniano & Meneses, 2006)), la cantidad de humus en el suelo depende de muchos factores, tales como la incorporación de nuevos restos orgánicos al suelo y su velocidad de oxidación química y biológica, la velocidad de descomposición de la materia orgánica existente ya en el suelo, la textura del suelo, la aireación, humedad y los factores climáticos. Las prácticas de manejo del cultivo también pueden tener un efecto sobre este parámetro, ya que, por ejemplo, el empleo de abonos minerales acelerara la descomposición de la materia orgánica en el suelo; al igual la importancia espiritual tiene una dimensión social porque en el momento de la siembra tienen en cuenta las fases lunares para una mejor producción, cada uno de ellos poseen un nivel de significancia importante con rangos entre 30 a 49,99.

En la siguiente unidad evaluada se encuentran los cultivos permanentes o perennes, son cultivos de productos agrícolas que se destinan a la alimentación humana y/o animal o para materias primas industriales u otros usos. Estos cultivos tiene un prolongado periodo de producción que permiten cosechas durante varios años, sin necesidad de ser sembrados después de cada cosecha (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, ESPAC, 2009), en este sitio se encuentra la alimentación que posee una dimensión social con nivel de significancia moderado porque su valor de importancia se encuentra entre el rango de 15 – 29,99 beneficiando de manera directa a las personas que habitan en la finca; la calidad de aire, procesamiento de desecho, materia orgánica y disponibilidad de nutrientes se encuentran con dimensión ambiental y un nivel de significancia irrelevante con valores entre 1 – 14,99, cada uno de ellos cumple un rol importante en este sistema porque en los diferentes cultivos, además de regular sustancias contaminantes del aire estos generan residuos los cuales mediante un proceso de descomposición y mineralización llegamos a lo que se conoce como materia orgánica y por ende existe gran disponibilidad de nutrientes.

Así mismo la belleza escénica hace parte de la finca por su organización y distribución de los cultivos y su importancia espiritual porque en todos los cultivos tienen en cuenta las fases de la luna estas poseen una dimensión social y nivel de significancia importante con valores de 30 – 49,99.

Como tercera unidad están los pastos que son utilizados para la alimentación de especies menores como cuyes(*Cavia porcellus*) por tal razón tienen una dimensión social y un nivel de significancia irrelevante al igual que la regulación de la erosión pero con dimensión

ambiental ya que al ubicarse este sistema en pendiente se hizo uso de las curvas de nivel favoreciendo el control de deslizamientos este con dimensión ambiental y nivel de significancia moderado dentro de este mismo nivel se encuentra la calidad de aire y procesamiento de desechos y materia orgánica siendo estos importantes en la captura de carbono y los procesamiento de residuos para la generación de abonos orgánicos lo cual beneficiando a la disponibilidad de nutrientes para un óptimo desarrollo de las plantas, además tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas y formando el complejo de cambio, favoreciendo el intercambio gaseoso (Graetz citado por Otiniano & Meneses, 2006) catalogado con un nivel de significancia importante y su dimensión ambiental dentro del rango de 30 – 49,99.

En la cuarta unidad se ubican las plantaciones forestales en este caso se habla de que todo desarrollo que tenga como base los recursos forestales y otros recursos naturales debe hacerse en forma sostenible. Este concepto se ha utilizado desde el nacimiento de la práctica de la forestería como una ciencia y una profesión basada en el estudio del ambiente, como el rendimiento sostenido, que no es muy diferente, aunque tal vez un poco más estrecho, al de manejo sostenible (FAO citado por Rosa Martínez, Hilda Rivero, 2006) ,en dicha unidad se genera como beneficio fuente de energía (leña) con dimensión social ya que su propietario hace uso mínimo de estas plantaciones en el momento en el que hayan cumplido su ciclo de vida en el ecosistema, además de la función que se menciona anteriormente estas ayudan al mejoramiento de la calidad del aire, al procesamiento de desechos y materia orgánica y disponibilidad de nutrientes, así como también se producen otros beneficios colaterales como la protección contra el efecto erosivo y desecante de los

vientos, la reducción de costos de control de la competencia, la producción rápida de madera y leña, la protección al ganado y un mayor aprovechamiento de insumos como los fertilizantes ((PIAF), 1998) ,todos estos benéficos poseen un nivel de significancia moderado con una dimensión ambiental porque llevan a cabo una variedad acciones generando un equilibrio ambiental.

En cuanto al tipo de ecosistemas naturales terrestres, se encuentran los bosques que son cada vez más un recurso crítico para el desarrollo sostenible de los países por la creciente presión ejercida por la sociedad y la contribución de los servicios ecosistémicos del bosque a la sostenibilidad de varios sectores socioeconómicos (Leaño Sanabria, 2015),estos son de gran importancia a nivel ambiental ya que de acuerdo con (Pagiola, Landell, & Bishop, 2002)en lo que se refiere a la calidad de aire por la gran variedad de especies vegetales las cuales ayudan a la captura de sustancias contaminantes que mediante un proceso que realizan las plantas liberan oxígeno para purificación del aire y el mantenimiento de las condiciones climáticas, de igual manera el bosque mantiene y regula los flujos hidrológicos, en cuanto al procesamiento de desechos y materia orgánica se puede deducir que debido a procesos de mineralización que realizan los microorganismos presentes en el suelo la materia orgánica se encuentra en abundantes cantidades y por consiguiente la disponibilidad de nutrientes puede ser aprovechada por las plantas, por la diversidad de flora que existe en este sistema se puede mencionar el mantenimiento de la biodiversidad debido a las condiciones que este presenta beneficia a la fauna en alimentación, refugio y estos a su vez ayudan a la polinización de nuevas especies. Por los benéficos que el bosque genera al bienestar humano se catalogaron con niveles de significancia importantes y su dimensión ambiental por se encuentra en rango de 30 – 49,99.

Como último tipo de ecosistema natural acuático se encuentra la unidad de aguas continentales, generando como beneficio el abastecimiento de agua dentro de la finca, uno de los problema que aumenta día a día es la contaminación de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos, lo que se hace necesario y urgente la protección de estos recursos ya que una vez contaminada una fuente de agua, es muy difícil y en ocasiones casi imposible su recuperación (IRENA, 1993), por este motivo el recurso agua es utilizado para actividades domésticas y agrícolas, por tal razón posee una dimensión ambiental y un nivel de significancia muy importante, ya que se realizan actividades que permiten la preservación de la fuente hídrica por encontrarse en el sistema de conservación aislado de contaminantes que puedan alterar su ciclo hidrológico.

7.1.2 Sistema N 4. Esta finca posee tres hectáreas en total las cuales se encuentran distribuidas en tres sistemas como: 400 m² para la producción de fresa, 500 m² para tomate y una hectárea y media utilizada para potrero, se pudo observar que en este sistema se ha implementado una sistema convencional en la cual la expansión de la agricultura como la intensificación de la agricultura convencional amenazan la conservación de la biodiversidad en los sistemas agrarios y en otros sistemas naturales (Foley *et al.* 2005, Firbank *et al.* 2008, Geiger *et al.* 2010), estas prácticas adoptadas por el propietario y al no tener conocimiento acerca de los efectos que se produce al hacer un uso excesivo de agrotóxicos ha hecho que en el medio ambiente se generen impactos negativos alterando las propiedades físicas, químicas y biológicas de los recursos suelo, aire y agua. Se pudo determinar que hay alteraciones como compactación en el suelo en la zona de potrero debido a que este es utilizado para actividades ganaderas .Figura 14).

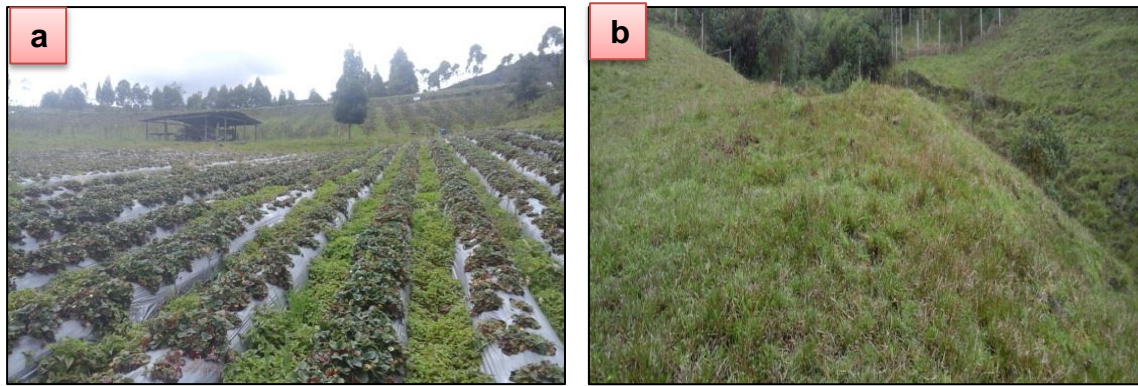


Figura 14. Sistema de producción de fresa y tomate.

a. Sistema productivo

b. Sistema de potrero

Se puede deducir que la división de los sistemas se realiza por medio de cercas muertas y cercas eléctricas en la parte del potrero, por tal razón no existe variedad de plantaciones forestales, los que nos da a entender que en esta finca los beneficios de los ecosistemas son bajos.

En relación a la finca anteriormente analizada, se puede concluir que la finca del señor Antonio España ofrece menos beneficios en comparación con la finca La Maravilla, debido a que en ella está implementado un sistema convencional lo cual ha incrementado las cosechas de los principales cultivos en las últimas décadas (Foley citado por Hernández Plaza, 2013) , pero también es responsable de importantes impactos en los ecosistemas naturales, la degradación de la calidad de aguas y de los sistemas acuáticos (Foley citado por Hernández Plaza, 2013), la alteración de los ciclos globales de nitrógeno y fósforo debido a la aplicación de fertilizantes inorgánicos y abonos orgánicos (Canfield et al citado por Hernández Plaza, 2013) o la emisión de cerca del 35 % de los gases de efecto invernadero como consecuencia de la deforestación asociada a la expansión agrícola y la emisión de metano por parte de los agro sistemas (Smith *et al* citado por Hernández Plaza, 2013) En términos generales, la intensificación de la agricultura convencional ha generado un desequilibrio ambiental.

Los servicios obtenidos de los sistemas establecidos en cuanto a los tipos de ecosistemas transformados en la unidad de cultivos permanentes como fresa (*Fragaria vesca*), tomate (*Cyphomandra betacea*), son utilizados para la comercialización generando un bienestar económico para su propietario, estos a su vez cumplen funciones ambientales como la regulación de la calidad de aire baja porque no existe diversidad de cultivos, de igual forma se encuentra una disponibilidad de nutrientes mínima debido a que se hace uso de fertilizantes químicos que ayudan a la estimulación de estos nutrientes, además para la siembra de estos cultivos se tiene en cuenta las fases lunares con el fin de obtener una mejor producción lo cual la cataloga con una dimensión social; los niveles de significancia estimados para cada uno de ellos son moderados ya que oscilan entre valores de 30 – 49,99.

En cuanto a la unidad de pastos se encuentra un beneficio económico porque al igual que en los cultivos la producción de leche es comercializada; por el servicio que ofrece esta entre un rango de 30 - 49,99 con un nivel de significancia importante ya que el beneficio obtenido es continuo, cabe resaltar que este sistema no ofrece servicios a nivel ambiental por lo contrario se genera impactos negativos ya que las actividades ganaderas emiten cantidades considerables de gases invernadero, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), que contribuyen de manera importante al cambio climático (Pérez, 2008), además por su constante permanencia en esta zona el suelo también es afectado de forma negativa y las propiedades del recurso agua son alteradas por el contacto que tienen tanto con los residuos que generan los animales y las sustancias químicas en el momento en que se realizan fumigaciones a los diferentes cultivos, esta fuente hídrica también es utilizada para las actividades domésticas y agrícolas obteniendo como resultado un nivel de significancia importante y una dimensión ambiental; además el exceso de plaguicidas se mueve a través del ambiente contaminando los suelos, el aire, el agua y la biota (Arrazcaeta, 2002)

7.1.3. Sistema N 2. Esta propiedad tiene una extensión de dos hectáreas, de las cuales 500 m² son designados para una zona de potrero en donde se ubican especies ganaderas para la producción de leche; además tiene implementado una zona para plantaciones forestales con especies vegetales como aliso, eucalipto rojo y chilca blanca, de igual manera una parte de esta propiedad está destinada para la producción de granadilla (*Passiflora ligularis*) conjunto a esta pastos como ray grass (*Lolium multiflorum*) y pasto imperial (*Axonopus scoparius*), en cuanto a la producción de especies menores se encontró que posee 40 gallinas ponedoras (*Gallus gallus domesticus*), 20 cuyes y mil truchas (*Salmo trutta*) el

propósito del propietario es la comercialización, cabe destacar que dentro de esta finca los desechos generados son utilizados para la elaboración de abonos orgánicos estos a su vez son comercializados y usados en la fertilización de los diferentes sistemas, por tal razón la cantidad de productos químicos es mínima (Figura 15). Además al igual que los sistemas anteriores sistemas se aplicó la matriz de Castañeda con su respectivo valor de significancia (Anexo 2).



Figura 15. Sistemas implementados en la finca.

a. Sistema de potrero, **b.** Sistema de plantaciones forestales, **c.** Sistema agrosilvopastoril, **d.** Especies menores (gallinas ponedoras), **e.** Especies menores (cuyes), **f.** Piscicultura.

7.1.4. Sistema N 3. La finca La Lomita posee una hectárea y 500 m, la cual está distribuida para producción de granadilla, en medio de este cultivo se encuentran plantaciones de aguacate en baja proporción, además se encuentra pastos como ray grass para alimento de cuyes, en cuanto a fertilización los propietarios hacen uso de productos químicos y cantidades pequeñas de compuestos orgánicos.

Los residuos orgánicos generados dentro de la finca son utilizados para la producción de abonos orgánicos, como lombricompost; además en esta finca se encuentra un corredor ribereño ubicado al extremo de la misma, encontrándose allí especies arbóreas como mate, helecho arbóreo, moquillo, mayo (Figura 16), los valores de significancia para esta finca se encuentra en el anexo 3.

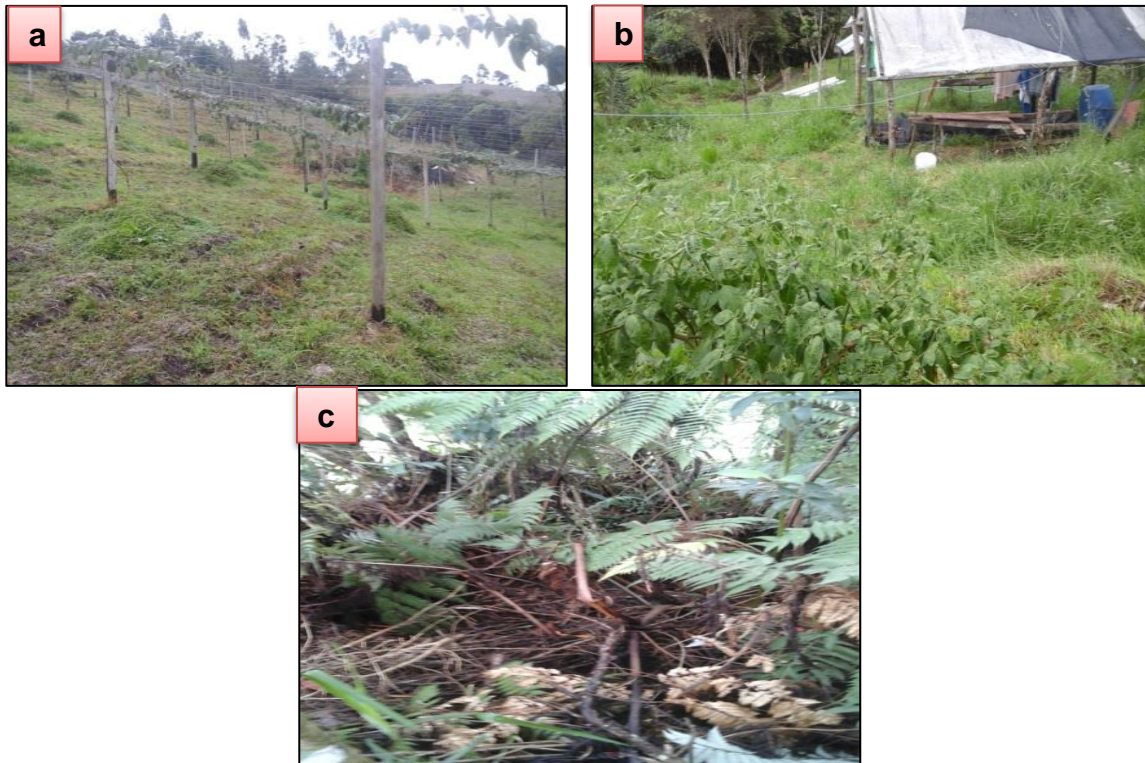


Figura 16. Sistemas implementados dentro de la finca.

a. Sistema productivo, **b.** Sistema de pastos, **c.** Sistema bosque

7.1.5. Sistema N 5. Esta finca posee una extensión de una hectárea y 500 m², se implementaron sistemas convencionales como granadilla con un área de una hectárea, la otra parte está distribuida para la producción de fresa, tomate y una huerta casera, las practicas utilizadas dentro de este sistemas provocan alteraciones negativas en los ecosistemas ya que se hace uso de agrotóxicos para obtener una mayor producción y por ende mayores ingresos económicos (Figura 17), los valores de significancia para esta finca se encuentra en el anexo 4.



Figura 17. Sistema productivo.

7.1.6. Sistema N 6. Esta zona tiene 250 m² destinados para la producción de granadilla, alrededor de esta zona se encuentran un sistema de pastos para alimentación de especies menores (cuyes) y plantaciones forestales como aliso, de igual forma la finca posee un bosque el cual tiene gran variedad de especies de flora y fauna ya que se encuentra ubicado en la parte alta de las zonas de estudios, además la utilización de agrotóxicos es aplicado al sistema de granadilla ya que el sistema de bosque se encuentra aislado de cualquier tipo de

contamínate que pueda afectar su restauración (Figura 18), los valores de significancia para esta finca se encuentra en el anexo 5.



Figura 18. Aislamiento para restauración del sistema bosque.

7.1.7. Sistema N 7. Esta finca en su totalidad tiene 3 hectáreas y 500m² los cuales están distribuidos de la siguiente manera: dos hectáreas son utilizadas para un sistema de potrero donde se encuentran ubicadas especies ganaderas para la producción de leche, esta zona está aislada con árboles ya que una hectárea más posee un sistema de plantaciones forestales dispersas y una media hectárea para un sistema de bosque y vivienda, además posee un sistema de pasto imperial para la alimentación de 80 cuyes que se encuentran dentro de la finca; es importante mencionar que las prácticas agrícolas implementadas dentro de esta finca es un manejo totalmente orgánico, ya que no se hace uso de agrotóxicos, además la fertilización que se realiza a los diferentes sistemas es por medio de abonos orgánicos realizados con los residuos generados dentro de la misma (Figura 19), los valores de significancia para esta finca se encuentra en el anexo 6.

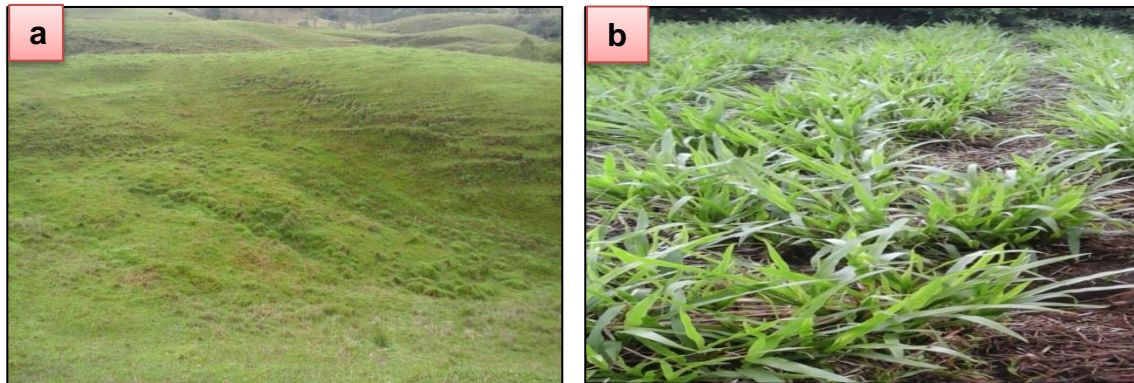


Figura 19. Sistemas implementados en la finca.

a. Sistema de potrero

b. Sistema de pastos

7.1.8 Sistema N 8. Al poseer una extensión de una hectárea y 500 m², la finca se encuentra distribuida de la siguiente manera, posee un sistema de bosque el cual tiene gran variedad de especies de flora y fauna como aliso, chilca, sangre de drago (*Croton lechleri*), mayo, helecho, sauce (*Salix*), grama (*Elytrigia repens*) entre otras; además existe un sistema de producción de cultivos de mora y aguacate en los cuales esta implementada la agricultura convencional debido a que se hace uso de agrotóxicos para una mayor producción; se implementó un sistema agrosilvopastoril mezclándose en el especies arbóreas como guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*), palma (*Elaeisis guineensis*), roble (*Quercus robur*), ciprés, aliso, eucalipto, y pastos como botón de oro, grama, saboya y algunos frutales como curuba, lulo, chilacuan, reina (*Prunus domestica*), limón, y feijoa (*Acca sellowiana*), dentro de esta finca se realizan abonos y caldos orgánicos para aplicación de los diferentes cultivos (Figura 20). En cuanto a las especies menores se encuentran gallinas y patos (*Anas platyrhynchos domesticus*), los valores de significancia para esta finca se encuentra en el anexo 7.



Figura 20. Sistema productivo.

7.1.9 Sistema N 9. Este agrosistema posee tres hectáreas, las cuales se dividen en tres sistemas como: bosque el cual posee diversidad de especies de flora y fauna; un sistema de chagra en donde se pudo observar que tiene implementado especies como arveja, maíz (*Zea mays*), cuna, tumaqueño, achira (*Canna indica*), chilacuan, caña, lulo, frijol tranca, aguacate; además posee especies medicinales como limoncillo (*Cymbogogon citratus*), albahaca (*Ocimum basilicum*), orégano (*Hyptis suaveolens*), sábila (*Aloe vera*), manzanilla (*Chysantellum americanum*), entre especies arbóreas se encontraron aliso, chilca blanca, pino (*Podocarpus oleifolius*), en cuanto a pastos está el pasto imperial para alimentación de cuyes, se determinó una zona para la producción de hortalizas como acelga (*Beta vulgaris*), cebolla, lechuga (*Lactuca sativa*), repollo, los valores de significancia para esta finca se encuentra en el anexo 8.

7.1.10 Sistema N 10. Esta finca posee tres hectáreas en total en las cuales se implementó un monocultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), además se encuentra aislado un sistema de bosque con el propósito de conservar y proteger especies de flora y fauna y en especial la microcuenca La Hidráulica siendo esta la fuente abastecedora del acueducto del municipio

de Sibundoy (Figura 21), los valores de significancia para esta finca se encuentra en el anexo 9.

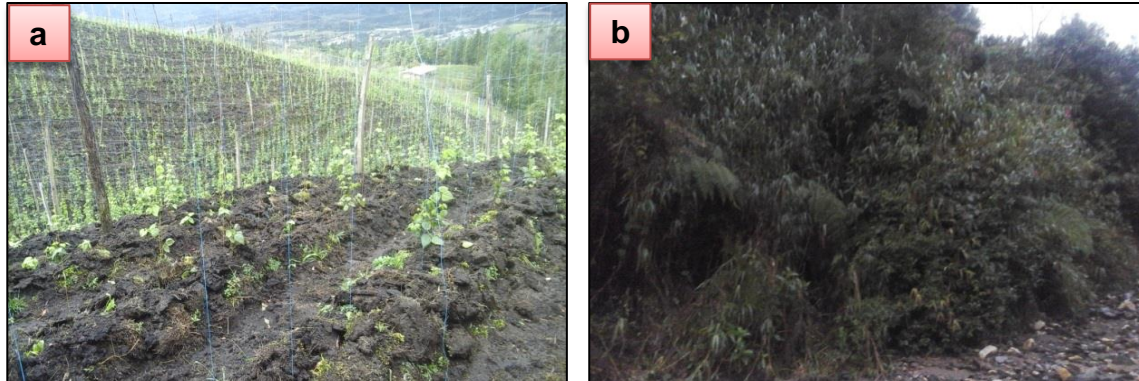


Figura 21. Sistemas implementados en la finca.

a. Sistema productivo.

b. Sistema bosque.

Para cada una de las zonas de estudio se identificaron algunas especies vegetales con su respectivo nombre científico (anexo 10)

7.2 RESULTADOS DE LAS MUESTRAS FISICOQUIMICAS DEL SUELO.

Para determinar cada una de los parámetros evaluados se realizó un procedimiento en laboratorio y en campo con el fin de conocer el estado actual de cada una de las fincas, a continuación se dará a conocer los diferentes resultados obtenidos de cada una de las propiedades Anexo 11.

7.2.1 Densidad aparente (Da). Se define como el peso secado al horno de un volumen unitario de suelo incluyendo espacios porosos y expresados frecuentemente en g/cc (Cavazos, Rodriguez, & Rodriguez, 1992). En general los suelos con baja densidad aparente tienen condiciones físicas favorables, mientras que aquellos con densidad aparente

elevada poseen malas condiciones físicas, es decir mayor compactación (Somer C, 1979), por tal razón es importante la evaluación de esta propiedad para determinar su posterior análisis.

El procedimiento que se llevó a cabo en laboratorio (Figura 22) fue desarrollado en el siguiente orden:

- a. Después de obtener las muestras sin disturbar en campo se llevaron los anillos a laboratorio, posteriormente se pesaron para obtener el peso de la muestra en húmedo.
- b. Luego de obtener este resultado se llevaron al horno a temperatura de 105°C por un tiempo de 24 horas.
- c. Ya transcurrido este tiempo se procede a pesar las muestras en seco.
- d. Por último se pesa el anillo sin suelo para calcular la diferencia



Figura 22. Procedimiento para determinar densidad aparente.

a. Peso de la muestra en húmedo, b. Muestras en el horno, c. Peso de la muestra en seco, d. Peso del anillo.

A continuación se presentan los resultados de los promedios obtenidos de densidad aparente para cada sistema (Figura 23).

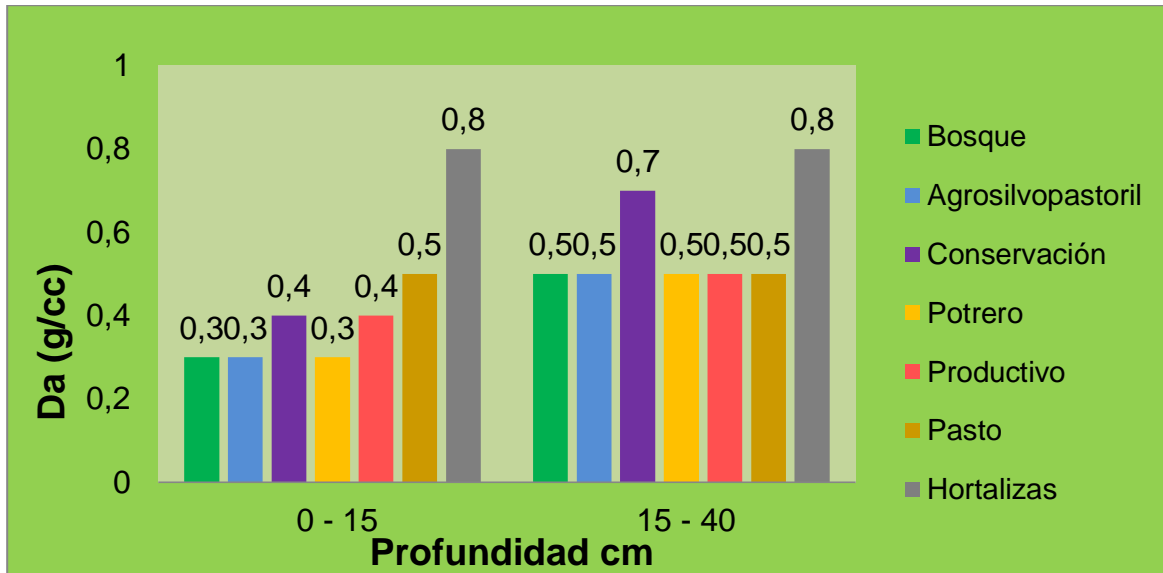


Figura 23. Promedios de la densidad aparente para cada sistema

Según la gráfica anterior se puede deducir que la densidad aparente en las profundidades de 0 – 15 cm el sistema de hortalizas obtuvo un promedio de 0,8 g/cc siendo este dato más alto con relación a los demás sistemas, seguido de los pastos con un valor de 0,5 g/cc, en cuanto a los sistemas productivo y conservación los resultados son de 0,4 g/cc, los valores más bajos se concentraron en bosques, agrosilvopastoril y potrero con un dato de 0,3 g/cc; en las profundidades de 15 – 40 cm el sistema hortalizas tiene el mismo valor con relación a la profundidad anterior, siguiendo con el orden encontramos un valor de 0,7 g/cc en el cual se ubica la conservación, además los sistemas de bosque, agrosilvopastoril, potrero, productivo y pastos tienen un promedio 0,5 g/cc, (Lugo & Mendez citado por Hossne G,

2007) encontraron que a mayor humedad en el suelo aumenta la densidad aparente . En cuanto a los resultados obtenidos se puede concluir que las hortalizas poseen los datos con mayor valor en las dos profundidades en relación a los diferentes sistemas evaluados.

7.2.2. Densidad real (Dr). Puesto que la materia orgánica pesa mucho menos que un volumen igual de sólidos minerales, la cantidad de ese constituyente en un suelo afecta marcadamente a la densidad de las partículas. Como consecuencia, los suelos superficiales poseen generalmente una densidad de partículas más baja que la del subsuelo (Buckman & Brady, 1977)

Para obtener en laboratorio la densidad aparente se realizó el siguiente procedimiento (Figura 24).

- a. Se conoció el peso de un picnómetro vacío y un picnómetro con agua, luego se tamizaron cada una de las muestras de suelo y se pesaron 2 gramos de suelo seco al horno, posteriormente se agregó a un picnómetro y se adiciono agua destilada hasta la mitad.
- b. Cada picnómetro se colocó a hervir aproximadamente por 3 minutos, para eliminar el aire
- c. Luego se dejaron reposar por una hora y media, pasado este tiempo adiciona agua hasta el borde del picnómetro para obtener su peso.

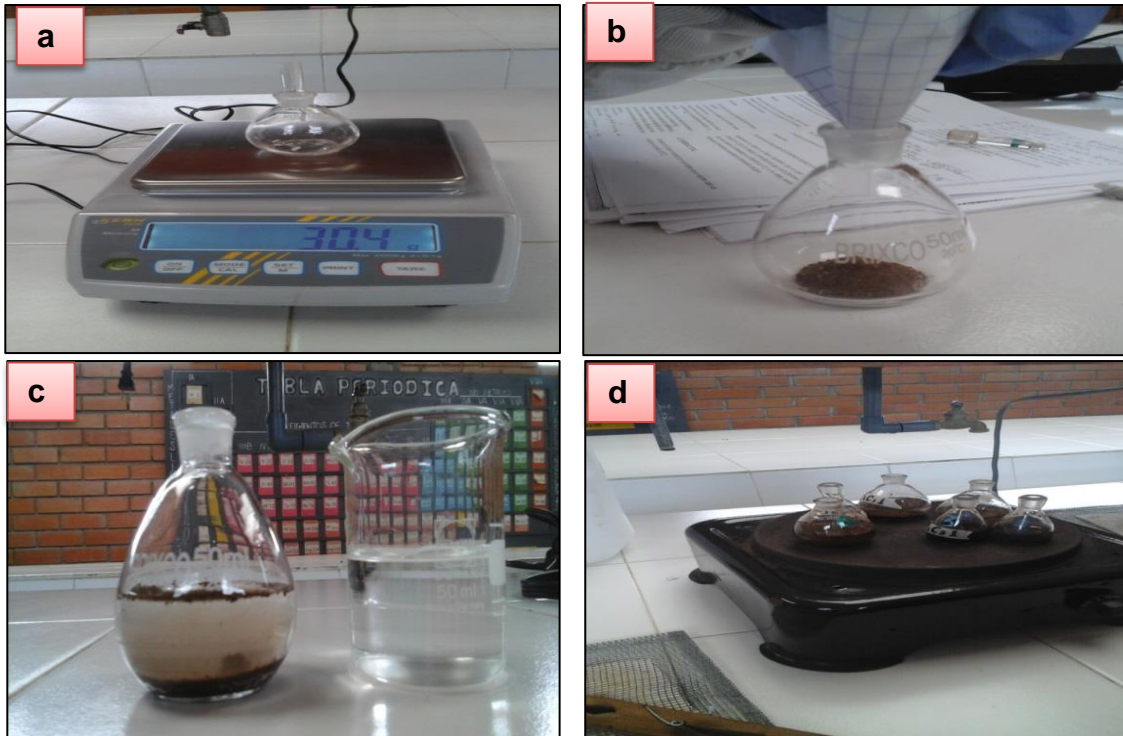


Figura 24. Procedimiento para determinar densidad real.

a. Peso del picnómetro vacío, **b.** Adición del suelo al picnómetro, **c.** Adición de agua destilada al picnómetro con suelo, **d.** Suelo a punto de ebullición

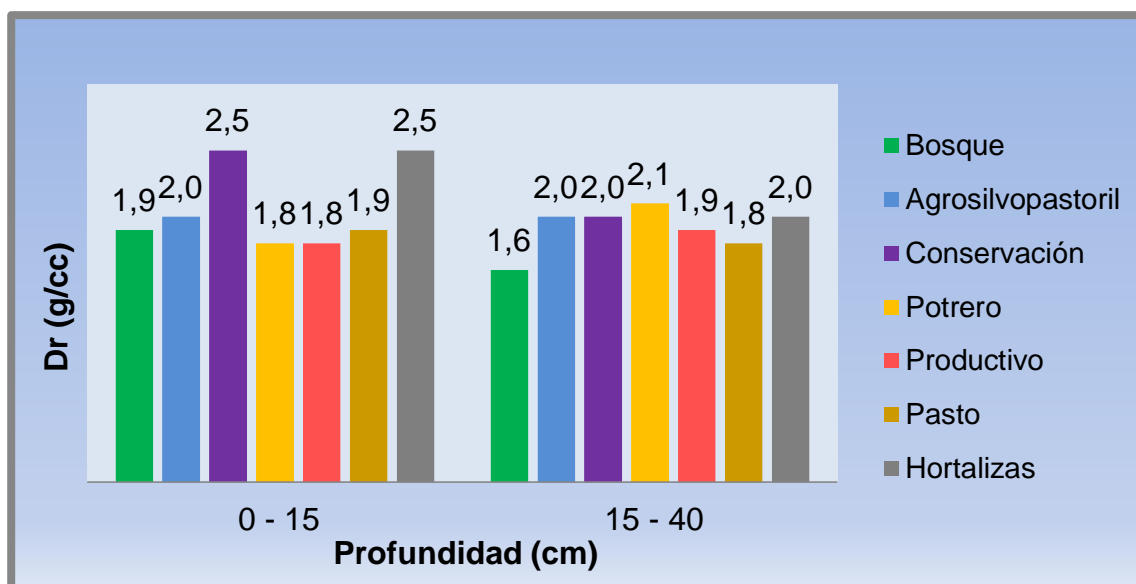


Figura 25. Promedios de densidad real de cada sistema

De acuerdo a la gráfica anterior se puede determinar que en la profundidad de 0 – 15 cm el valor de densidad real es mayor en los sistemas de conservación y hortalizas, con un resultado de 2,5 g/cc, los sistemas de potrero y productivo presentaron los valores más bajos con un total de 1,8 g/cc; en cuanto a la profundidad de 15 – 40 cm los valores más altos oscilan entre 2,0 – 2,1 g/cc presentándose en los sistemas agrosilvopastoril, conservación, hortalizas y potrero y el dato más bajo en esta profundidad es de 1,6g/cc correspondiente a los bosques.

(Jaramillo 2004, Burbano, & Cadena, 2009) citados por Zambrano, 2009, coinciden en que la D_r varía entre 2,6 a 2,75 g/cc en todos los suelos agrícolas y cuando existen valores por debajo de los mencionados, se deben a la presencia de altos contenidos de materia orgánica en el suelo, lo que quiere decir que en los sistemas evaluados existe gran cantidad de materia orgánica en el sistema de bosque debido al contenido de hojarasca y a procesos de descomposición.

7.2.3 Humedad gravimétrica (%). Es la forma más básica de expresar la humedad del suelo y se entiende por ella la masa de agua contenida por unidad de sólidos del suelo (Forsythe, 1975)

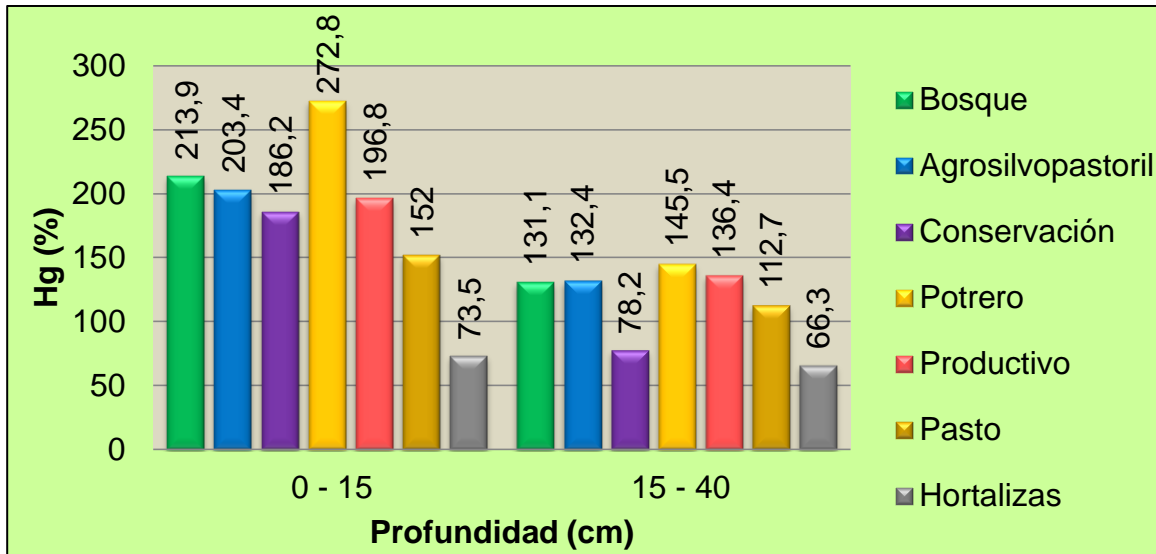


Figura 26. Promedios humedad gravimétrica de cada sistema.

La grafica anterior muestra los porcentajes de humedad gravimétrica de cada uno de los sistemas, concentrándose con mayor porcentaje el sistema de potrero con un valor total de 272,8% de igual manera los porcentajes mas bajos se ubicaron en las hortalizas con un 73,5% en profundidad de 0 – 15 cm; en relación a la profundidad de 15 – 40 cm los porcentajes de humedad gravimétrica disminuyeron, siendo el potrero con mayor valor con un 145,5% y el porcentaje más bajo 66,3% en hortalizas, según (Arshad, Lowery, & Grossman, 1996), los valores medios para los contenidos de agua, tanto gravimétrica como volumétrica cuando los valores son bajos, contribuyen al incremento de la compactación.

7.2.4 Humedad volumétrica (%). La humedad del suelo se puede expresar o volumétricamente (Figura 29), con base en el volumen. La humedad volumétrica, generalmente, se calcula como un porcentaje del volumen total del suelo (Klute, 1986)

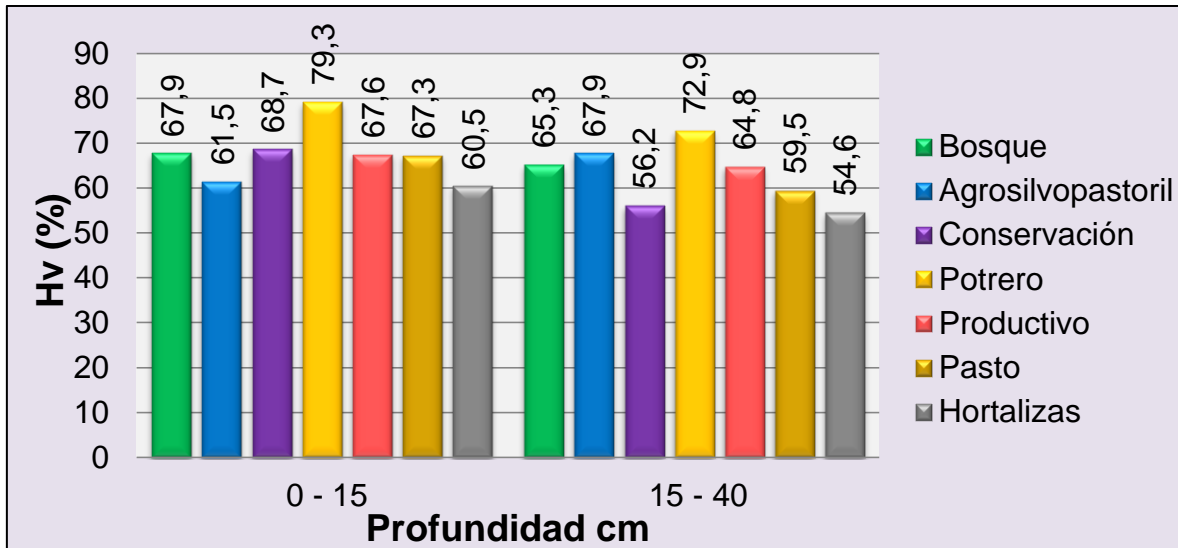


Figura 27. Promedios de humedad volumétrica para cada sistema.

De acuerdo a los valores obtenidos, en las dos profundidades de 0 – 15 y 15 40 cm el potrero posee mayor humedad volumétrica con un porcentaje de 79,3% para la primera profundidad y con 72,9% para la segunda; los porcentajes más bajos se concentraron en el sistema de hortalizas con 60,5% en profundidad de 0 – 15 cm y de 15 – 40 cm con un 54,6%, la humedad volumétrica expresa la humedad del suelo en términos independiente de la densidad aparente del suelo, y facilita así una base general para comparar el almacenaje de agua en varios suelos de diferentes densidades aparentes (Forsythe, Gavande, & Gonzales, 1969), dando como resultado que las zonas estudiadas con mayor retención de humedad se encuentran en los sistemas de bosque y conservación, cabe resaltar que el sistema de potrero posee el valor más alto porque no se promedia y se encontró en un solo agroecosistema.

7.2.5. pH. La reacción del suelo es aquella propiedad que establece el grado de acidez o de alcalinidad que él presenta y tiene una gran influencia en muchas de sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Jaramillo, 2002).

El procedimiento que se llevó a cabo para obtener los resultados de pH para cada sistema se realizó de la siguiente manera (Figura 28).

- a. Después de tamizadas la muestras se tomaron 20 gramos
- b. Se añadieron en un beaker y se agregaron 20 cc de agua destilada.
- c. Se mezcla la muestra con un agitador de vidrio durante una hora cada 20 minutos.
- d. Transcurrido este tiempo se mide el pH con la utilización de un peachimetro.

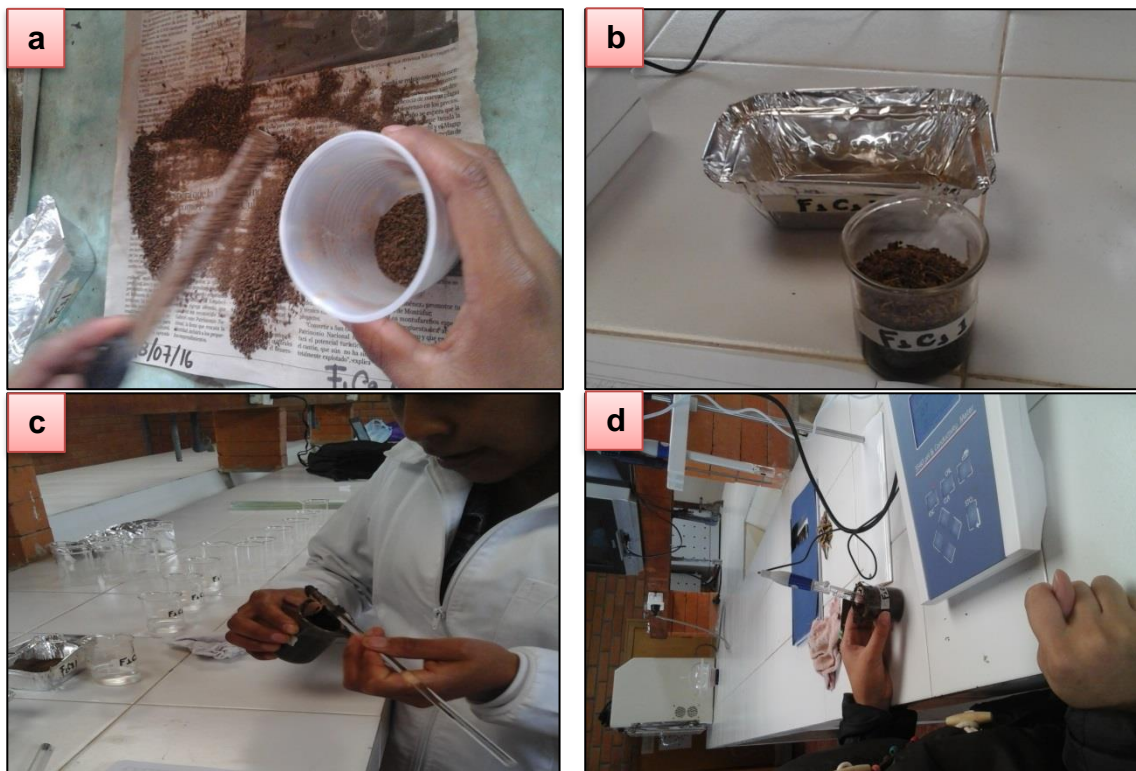


Figura 28. Procedimiento para obtener los resultados de pH.

- a. Peso de 20 g de suelo, b. Muestra de 20 g de suelo en beaker, c. Agitación de la muestra, d. Obtencion de resultado de pH.

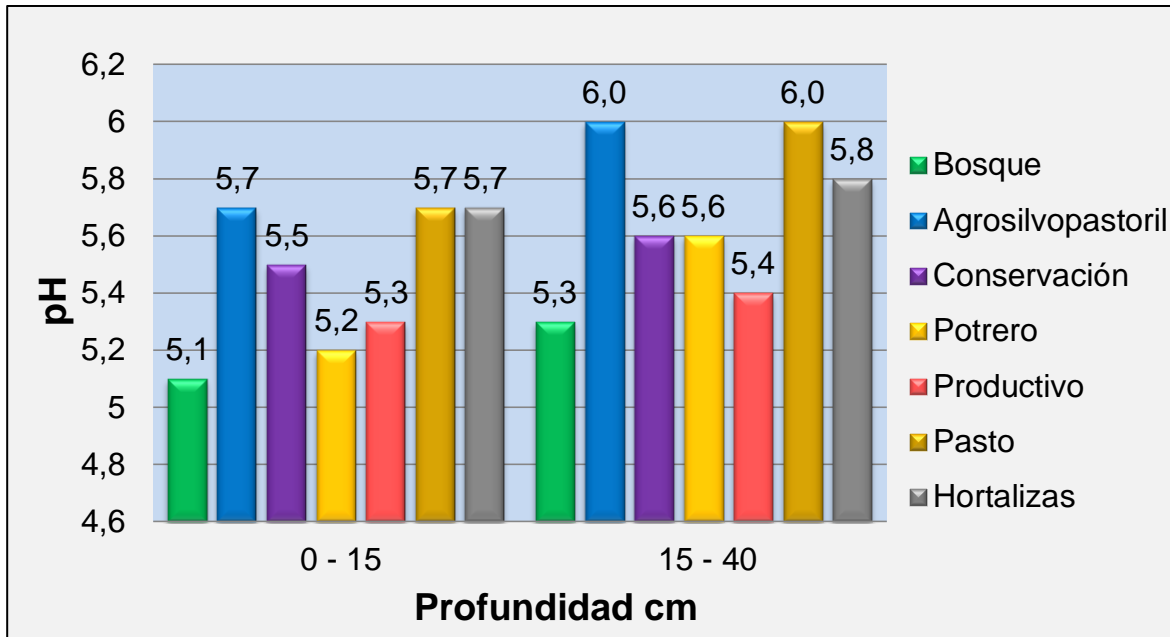


Figura 29. Promedios de pH para cada una de los sistemas.

Con relación a la gráfica anterior se puede deducir que en la profundidad 0 – 15 cm los promedios para pH se encuentran en un rango de 5,5 – 5,9 con característica para cada sistema moderadamente ácido; en cuanto a profundidades de 15 – 40 hay un aumento de pH, esto muestra que el estado de los suelos analizados se encuentra en el nivel óptimo (pH de 5,5 a 6,5), existen prácticas de manejo, para estos suelos, discutidas ampliamente por (Sanchez & Salinas, 1983) consisten en cambiar el sentido tradicional del manejo de la fertilidad del suelo. En lugar de llevar a cabo una serie de acciones tendientes a adecuar el suelo a unos requerimientos que tiene la planta, se buscan plantas que se adapten a las condiciones que presenta el suelo en su condición natural.

7.2.6 Porosidad (%). La porosidad total del suelo es el volumen de éste que no está ocupado por sólidos; es el volumen que hay disponible en el suelo para los líquidos y los gases (Jaramillo, 2002).

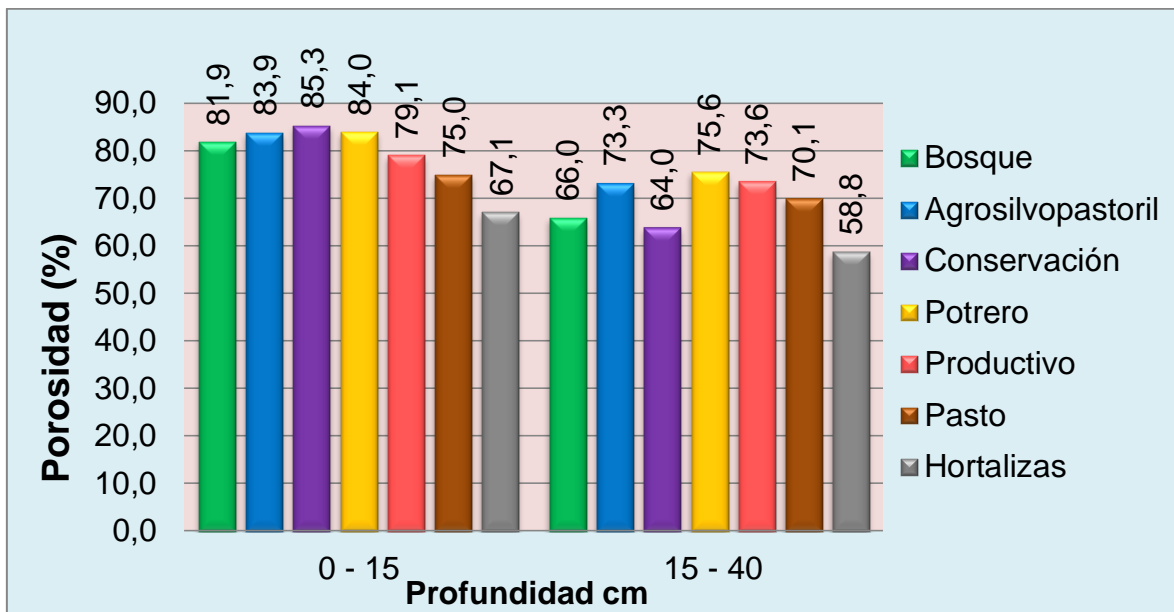


Figura 30. Promedios de porosidad para cada sistema.

Según la tabla grafica anterior se puede apreciar que en la profundidad de 0 – 15 cm, no existe una diferencia significativa para los diferentes sistemas evaluados, sin embargo el valor de porosidad más alto corresponde al sistema de conservación con 85,3%, siendo el sistema de hortalizas el que valor más bajo obtuvo con 67,1%; en cuanto a la profundidad 15 – 40 cm la variación es mayor encontrándose que el valor mas bajo de 58,8% se asigna a el sistema de hortalizas y su mayor valor de 73,6 en cuanto a la producción; la distribución interna de la porosidad del suelo es un parámetro que debe ser evaluado periódicamente, sobre todo en suelos sometidos a usos intensivos. Los cambios en esta propiedad pueden ser indicativos de deterioro físico del suelo como lo muestran los resultados presentados por (BOELS 1982, KLUTE 1982, CENTURION, & DEMATTÉ 1985)

7.3 RESULTADOS DE LAS MUESTRAS FISICOQUIMICAS DEL AGUA.

Debido a la amplia gama de contaminantes, a los diferentes niveles de contaminación, así como a la cinética química de las sustancias, elementos, materia orgánica y microorganismos que se incorporan en el cuerpo de agua, es indispensable conocer las características físicas, químicas del agua antes de seleccionarla como fuente de agua cruda (Anexo 12).

Tabla 12.

Variables fisicoquímicas del agua.

PARAMETRO	PARTE ALTA	PARTE MEDIA	PARTE BAJA
pH	8,41	8,31	8,18
ACIDEZ	<0,2	<LD	0,4
ALCALINIDAD TOTAL	9,6	8,4	11,2
DUREZA TOTAL	32	33	29
NITRITOS	<0,005	<0,005	<0,005
NITRATOS	<0,2	<0,2	<0,2
NITROGENO NTK	1,54	0,868	1,512

7.4.1 pH. Influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección (Barrenechea Martel, S.F)

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de aguas de la Universidad de Nariño podemos inferir que el pH de un cuerpo de agua es un parámetro a considerar cuando queremos determinar la especificación química y solubilidad de varias sustancias orgánicas e inorgánicas en agua, se puede observar que en la muestra el valor

correspondiente para pH 8,41 tiene una tendencia a básico reconociendo que las aguas naturales usualmente tienen un pH entre 6,5 – 8,5. Su valor define en la parte la capacidad de autodepuración de la corriente y por ende su contenido de materia orgánica (DQO, DBO).

En cuanto a la parte media la muestra presenta una diferencia muy baja con respecto a la parte alta igualmente por su valor de pH 8,31 al igual que en la parte baja con el pH con valor de 8,18 tiene una tendencia básico definida en parte por la capacidad de autodepuración de la corriente y por ende su contenido de materia orgánica (DQO, DBO)

Cabe mencionar que el comportamiento del pH en referencia tiene tendencia a disminuir a partir del primer punto de muestreo por múltiples factores, principalmente por el aumento en la temperatura de las aguas, pudiendo ser a consecuencia de la descomposición de materia orgánica, tal y como se pudo apreciar la presencia de basuras y la descarga de desagües domésticos y municipales, los cuales aportan abundante materia orgánica a las fuentes naturales en las partes media y baja de la micro cuenca.

Según la Norma Técnica Colombiana (NTC) el pH de un agua potable debe estar entre 6 y 8.5, con lo cual el valor de pH determinado para la muestra de agua está dentro del rango establecido.

7.4.2 Acidez. Según el análisis la acidez en la muestra de agua es debido a que el pH del agua es ligeramente básico, está acidez generalmente se debe en condiciones naturales, a la presencia de dióxido de carbono y varios ácidos orgánicos, tales como ácido tánico y húmico del bosque adyacente. Muestra expresada en mg CaCo₃/L con un valor en la

muestra de 0.40mg CaCo₃/L y según las Normas de calidad del agua potable, amparadas en el Decreto 475/98, el valor máximo admisible para la acidez del agua potable es de 100mgCaCo₃/L, con lo cual los valores de la acidez de las muestras de agua cumplen con la norma establecida.

7.4.3 Alcalinidad. En la microcuenca La Hidraulica este parametro desempeña un rol importante en la productividad, específicamente en los procesos de fotosíntesis y reproducción celular, por lo que según el análisis reportado puede ser utilizada para riego, limpieza, consumo de animales, consumo humano con un debido tratamiento, por lo general, está presente en las aguas naturales como un equilibrio de carbonatos y bicarbonatos con el ácido carbónico, con tendencia a que prevalezcan los iones de bicarbonato. De ahí que un agua pueda tener baja alcalinidad y un pH relativamente alto o viceversa (Barrenechea Martel, S.F). No tiene un significado sanitario sin embargo es un importante parámetro operativo de la planta potabilizadora en los procesos de alcalinización, coagulación y neutralización.

7.4.4 Dureza. Respecto a la dureza el reporte crea una condición de aguas blandas con abundante mineralización con un descenso muy pequeño, casi imperceptible debido al uso de detergentes por la presencia de actividades de lavado de ropa sobre el cuerpo de agua. En relación con la salud la dureza del agua de esta microcuenca no es un problema para el consumo humano ni para el de otras especies.

La dureza total determinada en las muestras de agua son de 32, 33 y 29 en orden del muestreo en sentido descendente de Ca Co₃/L, y la norma ASTM D 1126 establece que el

valor de la dureza total para un agua potable debe ser máximo de 160mg/L, por lo tanto este parámetro en la muestra de agua cumple con la norma.

Por otra parte, el agua blanda, cuya dureza es inferior a 100 mg/litro, puede tener una capacidad amortiguante reducida y resultar, por lo tanto, más corrosiva para las tuberías de los acueductos.

7.4.5 Nitritos y nitratos Si un recurso hídrico recibe descargas de aguas residuales domésticas, el nitrógeno estará presente como nitrógeno orgánico amoniacal, el cual, en contacto con el oxígeno disuelto, se irá transformando por oxidación en nitritos y nitratos. Este proceso de nitrificación depende de la temperatura, del contenido de oxígeno disuelto y del pH del agua (Barrenechea Martel, S.F). En la determinación de nitritos en la muestra de agua, la concentración es menor a 0,005 mgNO₂/L para las tres muestras y según la NORMA TÉCNICA ASTM el valor máximo admisible para el agua potable no debe ser mayor a 0.1mg NO₂ /L por lo que el contenido de nitritos en la muestra de agua cumple con la norma.

El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, incluyendo el amoníaco, y la contaminación causada por la acumulación de excretas humanas y animales pueden contribuir a elevar la concentración de nitratos en agua. Generalmente, los nitratos son solubles, por lo que son movilizados con facilidad de los sedimentos por las aguas superficiales y subterráneas. Por sus efectos adversos para la salud de los lactantes y porque no se tienen procesos definitivos para su remoción, el contenido de nitratos en aguas de consumo público no debe exceder, según la EPA, de 10 mg/L (Barrenechea Martel, S.F), lo que quiere decir que el valor obtenido en laboratorio de nitratos está en las normas

establecidas ya que en la parte alta, media y baja los valores correspondientes están bajo el valor admisible.

7.4.6 Nitrógeno amoniacal. El amoniaco es uno de los componentes transitorios en el agua puesto que es parte del ciclo del nitrógeno y se ve influido por la actividad biológica. Es el producto natural de descomposición de los compuestos orgánicos nitrogenados. Las aguas superficiales no deben contener normalmente amoniaco. En general, la presencia de amoníaco libre o ion amonio es considerado como una prueba química de contaminación reciente y peligrosa.

La presencia de nitrógeno en el agua es un indicador de una posible contaminación por bacterias, aguas residuales o desechos de origen animal y de su estado de oxidación. Un exceso de nitrógeno orgánico y/o amoniacal puede poner en peligro la eficacia de la desinfección, dar lugar a la formación de nitritos y nitratos en los sistemas de distribución, deteriorar los filtros para la eliminación de manganeso y crear problemas de sabor y de olor (PROYECTOS SANITARIOS DE POTABILIZACIÓN, S.F)

El muestreo nos permite determinar que en la parte de en la microcuenca La Hidráulica existen vertimientos o alguna actividad biológica que permita la presencia de este elemento en mínimas cantidades, sin embargo comparando con los resultados en forma descendente podemos darnos cuenta que la mayor presencia es en la parte alta con 1,54, parte media 0,868 y parte baja 1,51 con concentraciones bajas si comparamos con la norma técnica colombiana los valores máximos permisibles sobre cuerpos de agua superficiales es de 10 mg/.

8. CONCLUSIONES

Los servicios ecosistémicos evaluados a través de la matriz de doble entrada de Castañeda (2013) en cada una de las zonas de estudio permitieron conocer el nivel de significancia en aspectos ambientales, sociales y económicos, cabe destacar que las practicas que se realizan en algunas de estas fincas han permitido que exista una mayor oferta de bienes y servicios, tanto para el propietario como también su respectiva comercialización.

En las comparaciones que se realizaron en la evaluación de servicios ecosistémicos se encontró que el sistema convencional adoptado por parte de los propietarios en algunas fincas ha llevado al deterioro y a la minimización de recursos naturales, además los bienes y servicios que proveen estos en relación al bienestar humano son limitados, de tal forma en el medio ambiente se va generando un desequilibrio ambiental por la contaminación de fuentes hídricas, suelo, aire, flora y fauna, y por la intervención que el hombre ha hecho a los ecosistemas con el propósito de la expansión ganadera y agrícola como se pudo apreciar en la finca perteneciente al señor Antonio España, en donde existe un grado de contaminación alto a los diferentes sistemas establecidos por las practicas anteriormente mencionadas.

El ser humano con la idea de producir en mayores cantidades, ha implementado nuevas tecnológicas las cuales implican el uso excesivo de agrotóxicos, maquinaria inadecuada, y otras herramientas que contribuyen a la alteración de las propiedades del recurso suelo, es evidente que en el análisis de los resultados obtenidos en laboratorio, las condiciones en las que se encuentra el suelo depende en su mayoría del manejo que se ha venido realizando

dentro de cada una de las zonas de estudio, como se pudo apreciar la finca La Maravilla tiene implementado una agricultura orgánica, debido a que se hace un aprovechamiento de los residuos que se generan para la elaboración de abonos orgánicos favoreciendo tanto al medio ambiente como también a su propietario, de igual manera el nivel de restauración ecológica es muy importante ya que existe un grado de conciencia por parte de los habitantes de la finca, mediante esta investigación los tipos de servicios ecosistémicos que sobresalieron con mayor relevancia ambiental son los de regulación y soporte, seguidos los de abastecimiento o aprovisionamiento y por último los servicios socioculturales.

El grado de influencia que existen por parte de las actividades antrópicas es suficientemente importante ya que de ellas depende que el estado de las propiedades del agua se conserven o en caso contrario se alteren generando impactos negativos como contaminación con sustancias tóxicas, aguas residuales, y excretas de animales, afectando el bienestar de las futuras generaciones, cabe resaltar que algunas de las propiedades fisicoquímicas del agua no se han alterado en su totalidad debido a los aislamientos que se han realizado por parte de los propietarios, de igual manera son muy bajos los valores de contaminación, según los datos obtenidos en laboratorio los parámetros evaluados dan a conocer que la fuente hídrica es apta para su captación, porque no hay gran influencia por parte de los propietarios de las fincas aledañas a la microcuenca y por los aislamientos que se han venido implementado para evitar su contaminación.

9. RECOMENDACIONES.

Es necesario implementar y realizar dentro de las fincas técnicas asociadas al mejoramiento, protección y conservación del medio ambiente, para que de esta manera no se limiten los bienes y servicios que ofrecen los ecosistemas para el cubrimiento de las diferentes necesidades que posee el ser humano como sustento básico, ecosistemas para producción, ecosistemas proveedores de recursos naturales, para prevención de riesgos a eventos naturales, para equilibrio ecológico, para recreación y asociación a un legado cultural y sentido de pertenecía.

Se debe tener en cuenta que para mantener estable las condiciones del medio ambiente debe existir una variación de especies vegetales ya que estas cumplen funciones importantes como mantenimiento de las condiciones climáticas, procesos de mineralización y mantenimiento de la biodiversidad.

Cada uno de los recursos naturales tiene un grado de importancia muy significativo por el rol que cumple dentro de un ecosistema; el suelo es uno de los recursos más alterados por las actividades agrícolas y ganaderas, por tal razón se sugiere que se adopten actividades con un solo fin de evitar el deterioro de este recurso, mediante fertilización orgánica, rotación de cultivos, minimizar su uso y optar por prácticas adecuadas que mantengan su ciclo estable.

Se recomienda que los habitantes que poseen cultivos aledaños a fuentes hídricas, no influyan en la contaminación con algún tipo de sustancia o residuos sólidos que alteren su ciclo, debido a que la microcuenca La Hidráulica es captada para el abastecimiento del

acueducto de Sibundoy, por tal razón es importante que el manejo que se realice en predios aledaños a esta microcuenca no alteren las propiedades de la fuente.

10. REFERENCIAS

- Barrenechea Martel, Q. (S.F). *www.bvsde.paho.org*. Obtenido de *www.bvsde.paho.org*:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manual/tomol/uno.pdf>
- Buckman, H., & Brady, N. (1977). *Naturaleza y propiedades de los suelos*. España.
- Hossne G., A. (2008). LA DENSIDAD APARENTE Y SUS IMPLICACIONES AGRÍCOLAS EN EL PROCESO. *Terra Latinoamericana*, 195-202.
- (PIAF), P. d. (1998). *www.condesan.org*. Obtenido de *www.condesan.org*:
<http://www.condesan.org/e-foros/paramos2/Ponencia%20RHsemana2.htm>
- www.bvsde.paho.org*. (01 de 2004). Obtenido de *www.bvsde.paho.org*:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/CD11/calidad.pdf>
- aguamarket. (s.f). *www.aguamarket.com*. Obtenido de *www.aguamarket.com*:
<http://www.aguamarket.com/sql/temas-interes/025.asp>
- Aguilera citado por Huerta Cantera, H. E. (07 de 12 de 2010). *www.geociencias.unam.mx*. Querétaro.
- Arboleda G, J. (5 de diciembre de 2008). *www.kpesic.com*. Obtenido de *www.kpesic.com*:
http://www.kpesic.com/sites/default/files/Manual_EIA_Jorge%20Arboleda.pdf
- Arrazcaeta, L. O. (3 de septiembre de 2002). *www.redalyc.org*. Obtenido de *www.redalyc.org*:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209118292006>
- Arshad, M., Lowery, B., & Grossman, B. (1996). *Physical tests for monitoring soil quality*. USA: Madison.
- Balvanera, P., & Cotler, H. (6 de julio-diciembre de 2007). *www.redalyc.org*. Obtenido de *www.redalyc.org*:
<http://www.redalyc.org/pdf/539/53908512.pdf>
- Balvanera, P., & Cother, H. (2007). Acercamiento al estudio de los servicios ecosistemicos. *Instituto nacional de ecologia*, 15.
- BOELS 1982, D., KLUTE 1982, A., CENTURION, J. F., & DEMATTÉ 1985, J. L. (s.f.). *www.bdigital.unal.edu.co*. Obtenido de *www.bdigital.unal.edu.co*:
<http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>
- Bourges citado por Castro, M. (1999). *www.redalyc.org*. Obtenido de *www.redalyc.org*:
<http://www.redalyc.org/html/104/10401706/>
- Buckman citado por Huerta Cantera, H. E. (07 de 12 de 2010). Septiembre, México.
- Buckman, H., Brady, N., & citado por Huerta Cantera, H. E. (07 de 12 de 2010).
- Canfield et al citado por Hernández Plaza, E. (2013). *www.revistaecosistemas.net*. Obtenido de *www.revistaecosistemas.net*:
<http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/viewFile/757/686>
- Castañeda, C. (2013). *repository.unimilitar.edu.co*. Obtenido de *repository.unimilitar.edu.co*:
<http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/10960/2/Dise%C3%B1o%20de%20una%20metodolog%C3%ADa%20para%20evaluar%20el%20estado%20de%20los%20Servicios%20Ecosist%C3%A9micos.pdf>
- Castro, J. d., & Martinez, E. A. (2008). *Formulacion del plan de gestión ambiental del municipio de Sibundoy*. San Juan de Pasto.

- Cavazos, T., Rodriguez, O., & Rodriguez, J. (08 de 12 de 1992). *www.worldcat.org*.
Obtenido de *www.worldcat.org*: <http://www.worldcat.org/title/manual-de-practicadas-de-fisica-de-suelos/oclc/38019265>
- Constitucion Politica de Colombia. (1991). *wsp.presidencia.gov.co*. Obtenido de *wsp.presidencia.gov.co*:
<http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Documents/Constitucion-Politica-Colombia.pdf>
- Courtis, C. (11 de 2009). *www.fian.org*. Obtenido de *www.fian.org*:
http://www.fian.org/fileadmin/media/publications/2009_12_AzucarRojaDesiertosVerdes.pdf
- Cumbre Mundial de la Alimentacion (FAO). (07 de 12 de 1996). *www.educacionbogota.edu.co*. Obtenido de *www.educacionbogota.edu.co*:
<http://www.educacionbogota.edu.co/archivos/Destacados/2013/simonu/FAO%20PARTE%202.pdf>
- Cumbre Mundial sobre la Alimentación. (1996). *ftp.fao.org/es*. Obtenido de *ftp.fao.org/es*:
ftp://ftp.fao.org/es/ESA/policybriefs/pb_02_es.pdf
- Daily citado por Viglizzo, E. F., & Carreño, L. V. (s.f). *ced.agro.uba.ar*. Obtenido de *ced.agro.uba.ar*:
http://ced.agro.uba.ar/ubatic/sites/default/files/files/Capitulo_01.pdf
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, ESPAC. (2009). *www.inec.gob.ec*. Obtenido de *www.inec.gob.ec*:
http://www.inec.gob.ec/publicaciones_libros/documentofinal1.pdf
- FAO. (02 de 2011). *coin.fao.org*. Obtenido de *coin.fao.org*: <http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/10/13195641664990/barrerasfinal.pdf>
- FAO. (06 de 12 de 2016). *www.fao.org*. Obtenido de *www.fao.org*:
<http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>
- FAO citado por Rosa Martinez,Hilda Rivero. (12 de 2006). *Users/marcela/Downloads*. Obtenido de *Users/marcela/Downloads*:
<file:///C:/Users/marcela/Downloads/Dialnet-ImportanciaDeLasPlantacionesForestalesDeEucalyptus-2213988.pdf>
- Foley citado por Hernández Plaza, E. (abril de 2013). *www.revistaecosistemas.net*. Obtenido de *www.revistaecosistemas.net*:
<http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/viewFile/757/686>
- Forsythe, W., Gavande, S., & Gonzales, M. (1969). *Propiedades de los suelos derivados de cenizas volcanicas considerando algunos suelos de America Latina*. Costa Rica.
- Forsythe, W. (1975). *Física de suelos : manual de laboratorio*. Costa Rica: San José.
- Gestión en Recursos Naturales. (07 de 12 de 2015). *www.grn.cl*. Obtenido de *www.grn.cl*:
<http://www.grn.cl/impacto-ambiental.html>
- Graetz citado por Otiniano, A., & Meneses, L. (04 de 2006). *www.scielo.cl*. Obtenido de *www.scielo.cl*: <http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v24n1/art09.pdf>
- Groot 2010 citado por Gutiérrez 2016, P. (s.f.). *www.redalyc.org*. Obtenido de *www.redalyc.org*: <http://www.redalyc.org/pdf/171/17146265008.pdf>

- Gutiérrez González, P., Suárez Alonso, M., & Vidal Abarca Gutiérrez, M. (10 de 01 de 2016). *www.redalyc.org/*. Obtenido de *www.redalyc.org/*: <http://www.redalyc.org/pdf/171/17146265008.pdf>
- IDEAM. (6 de JUNIO de 2010). *siatac.co*. Obtenido de *siatac.co*: http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=a64629ad-2dbe-4e1e-a561-fc16b8037522&groupId=762
- IRENA. (1993). *www.bvsde.paho.org*. Obtenido de *www.bvsde.paho.org*: <http://www.bvsde.paho.org/bvsade/fulltext/cuencas.pdf>
- Jaramillo 2004, J., Burbano, F., & Cadena, W. c. (2009). *www.scielo.org.co*. Obtenido de *www.scielo.org.co*: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v31n2/v31n2a09.pdf>
- Jaramillo J., D. F. (07 de 12 de 2002). *www.bdigital.unal.edu.co*. Obtenido de *www.bdigital.unal.edu.co*: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>
- Jaramillo, D. (2002). *www.bdigital.unal.edu.co*. Obtenido de *www.bdigital.unal.edu.co*: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>
- Jhonstom citado por Otiniano, A., & Meneses, L. (2006 de 2006). *www.scielo.cl*. Obtenido de *www.scielo.cl*: <http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v24n1/art09.pdf>
- Klute, A. (1986). *METHODS OF SOIL ANALYSIS*. Wisconsin USA: Madison.
- Kosmus, M., Renner, I., & Ullrich, S. (06 de 10 de 2012). *www.giz.de*. Obtenido de *www.giz.de*: <https://www.giz.de/expertise/downloads/giz2012-es-servicios-ecosistemicos.pdf>
- Laurance, W. (07 de 12 de 1999). *Users/marcela/Downloads*. Obtenido de *Users/marcela/Downloads*: <file:///C:/Users/marcela/Downloads/502-956-1-SM.pdf>
- Leaño Sanabria, J. J. (11 de 2015). *www.revistasbolivianas.org.bo*. Obtenido de *www.revistasbolivianas.org.bo*: http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rvc/v6n10/v6n10_a08.pdf
- Lugo, & Mendez citado por Hossne G, A. J. (08 de 2007). *www.scielo.org.mx*. Obtenido de *www.scielo.org.mx*: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792008000300001
- Marcano, J. E. (07 de 12 de 2016). *www.jmarcano.com*. Obtenido de *www.jmarcano.com*: <http://www.jmarcano.com/biografia/index.html>
- ME. (2005). Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. *Revista científica y tecnica de ecologia y medio ambiente*.
- MEA. (06 de 12 de 2005). *www.millenniumassessment.org*. Obtenido de *www.millenniumassessment.org*: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *biblovirtual.minambiente.gov.co:3000*. Obtenido de *biblovirtual.minambiente.gov.co:3000*: <http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/DOCS/MEMORIA/MADS-0026/MADS-0026.pdf>
- MINISTERIO DE SALUD PUBLICA . (10 de 03 de 1998). *www.emcali.com.co*. Obtenido de *www.emcali.com.co*:

- [http://www.emcali.com.co/documents/10157/37675/\(11\)%20Decreto++475+de+1998.pdf](http://www.emcali.com.co/documents/10157/37675/(11)%20Decreto++475+de+1998.pdf)
- Montoya Hernandez, E., & Alvarez, J. A. (07 de 12 de s.f). *sites.google.com*. Obtenido de [sites.google.com](https://sites.google.com/site/elairesusreaccionesquimicas33/): <https://sites.google.com/site/elairesusreaccionesquimicas33/Users/marcela/Downloads>. Obtenido de [Users/marcela/Downloads: file:///C:/Users/marcela/Downloads/95-185-1-SM.pdf](file:///C:/Users/marcela/Downloads/95-185-1-SM.pdf)
- Pagiola, Landell, & Bishop. (2002). *Users/marcela/Downloads*. Obtenido de [Users/marcela/Downloads: file:///C:/Users/marcela/Downloads/95-185-1-SM.pdf](file:///C:/Users/marcela/Downloads/95-185-1-SM.pdf)
- Pérez, R. (9 de julio de 2008). *www.scielo.org.mx*. Obtenido de www.scielo.org.mx: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362008000300011&lng=es&tlng=es
- PNGIBSE. (06 de 12 de 2012). *www.humboldt.org*. Obtenido de www.humboldt.org: <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/documentos/pngibse-espaol-web.pdf>
- PNGIBSE. (06 de 12 de 2012). *www.humboldt.org.co*. Obtenido de www.humboldt.org.co: <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/documentos/pngibse-espaol-web.pdf>
- Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. (06 de 12 de 2011). *www.cipav.org.co*. Bogotá.
- PROYECTOS SANITARIOS DE POTABILIZACIÓN. (S.F). *www.ucpypfe.gov.ar*. Obtenido de www.ucpypfe.gov.ar: <http://www.ucpypfe.gov.ar/BirfPIHNG/IEA-PmpaAnexo3.pdf>
- Radulovich, R. (10 de 2008). *www.mag.go.cr*. Obtenido de www.mag.go.cr: www.mag.go.cr/revagr/inicio.htm
- Romero, F. I., Cozano, M. A., & Gangas, R. A. (2014). *mingaonline.uach.cl*. Obtenido de mingaonline.uach.cl: <http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v35n1/art01.pdf>
- Romero, J. (07 de 12 de 2002). *unad.edu.co*. Obtenido de unad.edu.co: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358002/Abastecimiento_Contentido_en_linea/leccin_19_analisis_qumico.html
- Sanchez, P., & Salinas, J. (1983). *Suelos ácidos: Estrategias para su manejo con bajos insumos en América Tropical*. Bogotá: SCCS.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (3 de octubre de 2004). *www.cbd.int*. Obtenido de www.cbd.int: <https://www.cbd.int/doc/publications/ea-text-es.pdf>
- Sierra, J. H., (citado por Ospina Valdes, A. M., & Nieto Roa, L. M. (07 de 12 de 2009). *repositorio.utp.edu.c*.
- Smith et al citado por Hernández Plaza, E. (2013). *www.revistaecosistemas.net*. Obtenido de www.revistaecosistemas.net: <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/viewFile/757/686>
- Solbrig, O. (07 de 12 de 1994). *www.ecotips.com.mx*. Obtenido de www.ecotips.com.mx: <http://www.ecotips.com.mx/Bioconservacion/NunezGlezBarahona.pdf>
- Somer C. (08 de 12 de 1979). *www.scielo.org.v*. Obtenido de www.scielo.org.v: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000600007
- Sposito. (07 de 12 de 1989). *www2.inecc.gob.mx*. Obtenido de www2.inecc.gob.mx: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/459/cap1.html>

- TURNER, M., & RH GARDNER & RV O'NEILL. 2001. Landscape ecology in theory and practice: pattern and process. Springer-Verlag, N. Y. (s.f.).
- Turner, M., Gardner, R., & O'Neill, R. (2011). *LANDSCAPE ECOLOGY IN THEORY AND PRACTICE*. New York: WordCrafters .
- UNESCO. (07 de 12 de 2002). *www.jmarcano.com*. Obtenido de *www.jmarcano.com*: <http://www.jmarcano.com/recursos/recursos.html>
- Vazquez, P., & Zulaica, L. (26 de 06 de 2013). *www.scielo.br*. Obtenido de *www.scielo.br*: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-45132013000300008

ANEXOS 1



Encuesta dirigida a propietarios de fincas aledañas a la micro cuenca San José de la Hidráulica municipio de Sibundoy - Putumayo.

OBJETIVO: RECOPIRAR LA INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS EN LA MICROCUENCA LA HIDRÁULICA MUNICIPIO DE SIBUNDOY.

Encuesta N° _____
Fecha _____

IDENTIFICACIÓN DEL ENCUESTADO.

Nombre y Apellido _____
Propietario () Arrendatario () Otro ()

1. ¿Cómo está distribuida su finca?

2. ¿Qué conocimiento tiene acerca de los servicios ecosistémicos?

3. ¿Qué tipo de producción tiene implementado en su finca y cuál es su producción mensual?

4. ¿Conoce usted los efectos que puede producir en el medio ambiente el uso excesivo de agro tóxicos?

5. ¿Qué tipo de prácticas agrícolas Usted realiza dentro de su finca para el manejo de plagas, enfermedades y malezas?

Manejo Orgánico. Manejo Químico.

Otros

Cuál? _____

6. ¿Qué tipo de fertilización utiliza Usted en la finca?

Orgánico. Químico.

Otros. Cuál? _____

7. ¿Cree que es necesario implementar una ruta de recolección de residuos agros tóxicos?

Sí No

Porqué? _____

8. ¿Qué pasos usted sigue para destruir los envases de agro tóxicos?

Queman. Entierran. Los entrega al carro recolector.
 Realiza el proceso de triple lavado

9. ¿Qué tipo de residuos genera y como es su manejo?

10. ¿Qué temas cree usted que es importante tratar dentro del proyecto?

11. ¿Cree que es importante realizar un análisis de suelo en su finca?



Plantas	Nombre común	Fincas									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hortalizas											
Coles	<i>Brassica oleracea</i>	x									
Repollo	<i>Brassica oleracea capitata</i>	x	x							x	
Acelga	<i>Beta vulgaris</i>									x	
Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i>		x								
Zanahoria	<i>Daucus carota subsp</i>										
Maíz	<i>Zea mays</i>									x	
Arracacha	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	x								x	
Calabaza	<i>Cucurbita moschata</i>						x			x	
Cidra	<i>Citrus medica</i>	x									
Achira	<i>Canna indica</i>									x	
Frijol tranca	<i>Phaseolus vulgaris L</i>	x					x			x	
Aguacate	<i>Persea americana</i>		x	x				x			
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>									x	
Ají	<i>Capsicus annuum</i>	x	x								
Cebolla	<i>Allium cepa</i>	x									
Arboles forestales											
Higuerón	<i>Ficus hartwegii</i>							x		x	
Cascabel	<i>Crotalus durissus</i>	x						x			
Aliso	<i>Alnus jorullensis</i>	x		x			x	x	x	x	
Eucalipto rojo	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	x	x						x	x	
Ciprés	<i>Cupressus</i>		x						x		
Arrayan	<i>Luma apiculata</i>	x						x			
Acacia negra	<i>Gleditsia triacanthos</i>		x								
Candelero	<i>Croton smithianus</i>	x									
Laurel	<i>Laurus nobilis</i>		x				x				
Incienso	<i>Boswellia sacra</i>							x			
Mate	<i>Llex paraguariensis</i>			x				x			
Sauce	<i>Salix</i>								x		
Quillotocto	<i>Tecoma stans</i>							x			
Sangre de drago	<i>Croton lechleri</i>								x		
Acacia japonesa	<i>Acacia melanoxylon</i>		x								
Encino	<i>Quercus costaricensis</i>		x				x				
Pino colombiano	<i>Podocarpus oleifolius</i>		x					x			
Matico	<i>Buddleja globosa</i>						x				
Cascarillo	<i>Croton eluteria</i>						x				
Amarillo	<i>Nectandra</i>						x				
Cucharó	<i>Myrsine guianensis</i>	x					x				
Pino patula	<i>Pinus patula</i>							x			
Charmolan	<i>Nectandra sp.</i>						x				


Sauco	<i>Sambucus australis</i>								x			
Roble	<i>Quercus robur</i>									x		
Guayacán	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>		x						x			
Frutales												
Fresa	<i>Fragaria</i>					x	x					
Feijoa	<i>Acca sellowiana</i>									x		
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>	x										x
Durazno	<i>Prunus persica</i>	x										x
Lulo	<i>Solanum quitoense</i>	x								x	x	
Tomate	<i>Cyphomandra betacea</i>					x	x			x	x	
Chilacuan	<i>Vasconcellea pubescens</i>	x							x	x	x	
Breva	<i>Ficus carica</i>	x										
Curuba	<i>Passiflora tarminiana</i>	x								x	x	
Limón	<i>Citrus limonum</i>	x						x		x		
Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>											
Guayabilla	<i>Psidium sartorianum</i>		x						x			
Manzana	<i>Malus domestica</i>	x										
Reina	<i>Prunus domestica</i>								x	x		
Chímbalo	<i>Physalis peruviana</i>								x			
Mora de castilla	<i>Rubus glaucus benth</i>								x	x		
Granadilla	<i>Passiflora ligularis</i>		x	x	x	x						
Medicinales												
Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>							x				x
Tomillo	<i>Thymus</i>	x	x									
Orégano	<i>Hyptis suaveolens</i>		x									x
Sábila	<i>Aloe vera</i>	x	x					x				x
Manzanilla	<i>Chysantellum americanum</i>							x				x
Cedrón	<i>Aloysia citrodora</i>	x	x					x				
Limoncillo	<i>Cymbogogon citratus</i>		x									x
Ruda	<i>Ruta</i>	x	x									
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>	x										
Caléndula	<i>Calendula officinalis</i>							x				
Arboles nativos												
Chilca blanca	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	x	x	x				x		x		
Mayo o siete cueros	<i>Machaerium capote</i>	x		x				x		x		
Helecho	<i>Pteridium aquilinum</i>	x	x	x								
Moquillo	<i>Saurauia micayensis</i>	x							x	x		
Motilón	<i>Hyeronima macrocarp</i>		x					x				
Pastos												
Imperial	<i>Axonopus scoparius</i>	x	x	x				x	x	x	x	
Puntero	<i>Hyparrhenia rufa</i>		x									
Maralfalfa	<i>Pennisetum sp</i>								x			


Botón de oro	<i>Ranunculus acris</i>	x		x			x		x		
Ray grass	<i>Lolium multiflorum</i>		x								


Anexo 11

Finca	Sistema	Calicata	Muestra	Peso suelo húmedo + anillo (g)	Peso suelo seco 105°C+anillo (g)	Peso anillo (g)	Peso suelo húmedo (g)	Peso suelo seco 105°C (g)	D. a. (g/cc)	Humedad gravimétrica (%)	Humedad volumétrica (%)	pH	Suelo según pH
1 Florentino Ordoñez	Conservacion	1	1	87,9	54,2	36,1	51,8	18,1	0,4	186,2	68,7	5,5	Fuertemente ácido
			2	105,2	77,6	42,3	62,9	35,3	0,7	78,2	56,2	5,6	Moderadamente ácido
	Bosque	2	1	82,8	48,0	34,9	47,9	13,1	0,3	265,6	70,9	5,4	Fuertemente ácido
			2	97,1	62,1	35,3	61,8	26,8	0,5	130,6	71,3	5,6	Moderadamente ácido
	Agrosilvopastoril	3	1	87,6	59,1	47,7	39,9	11,4	0,2	250,0	58,1	5,8	Moderadamente ácido
			2	96,2	61,6	34,7	61,5	26,9	0,5	128,6	70,5	6,0	Moderadamente ácido
2 Santa Lucia	Potrero	1	1	92,3	51,0	34,9	57,4	16,1	0,3	256,5	84,1	5,8	Moderadamente ácido
			2	93,7	59,7	35,9	57,8	23,8	0,5	142,9	69,3	6,1	Ligeramente ácido
	Agrosilvopastoril	2	1	86,7	54,9	34,6	52,1	20,3	0,4	156,7	64,8	5,6	Moderadamente ácido
			2	96,1	64,1	40,6	55,5	23,5	0,5	136,2	65,2	5,9	Moderadamente ácido
	Bosque	3	1	86,0	49,2	35,2	50,8	14,0	0,3	262,9	75,0	5,5	Fuertemente ácido
			2	96,7	63,9	42,2	54,5	21,7	0,4	151,2	66,8	5,8	Moderadamente ácido
3 La Lomita	Productivo	1	1	92,7	59,3	36,8	55,9	22,5	0,5	148,4	68,0	6,2	Ligeramente ácido
			2	93,2	61,3	34,7	58,5	26,6	0,5	119,9	65,0	6,3	Ligeramente ácido
	Pasto	2	1	89,3	55,9	35,2	54,1	20,7	0,4	161,4	68,0	6,1	Ligeramente ácido
			2	92,3	59,9	35	57,3	24,9	0,5	130,1	66,0	6,7	Neutro
	Bosque	3	1	88	54,9	35,2	52,8	19,7	0,4	168,0	67,4	5,4	Fuertemente ácido
			2	96,3	64,6	34,8	61,5	29,8	0,6	106,4	64,6	5,2	Fuertemente ácido
4 Antonio España	Productivo	1	1	87,6	52,7	40,6	47,0	12,1	0,2	288,4	71,1	4,8	Muy fuertemente ácido
			2	98,7	67,5	43	55,7	24,5	0,5	127,3	63,6	5,0	Muy fuertemente ácido
	Potrero	2	1	87,1	50,2	35,9	51,2	14,3	0,3	258,0	75,2	4,7	Muy fuertemente ácido
			2	93,5	61,7	35,2	58,3	26,5	0,5	120,0	64,8	5,2	Fuertemente ácido
5 Edilma Estrada	Productivo	1	1	88,2	52,7	35,1	53,1	17,6	0,4	201,7	72,3	5,2	Fuertemente ácido
			2	99,0	67,6	41,8	57,2	25,8	0,5	121,7	64,0	5,2	Fuertemente ácido
	Productivo	2	1	86,0	51,2	35,2	50,8	16,0	0,3	217,5	70,9	5,0	Muy fuertemente ácido
			2	94,3	60,3	42,1	52,2	18,2	0,4	186,8	69,3	5,4	Fuertemente ácido
6 Jorge	Pastos	1	1	99,3	70,7	43,0	56,3	27,7	0,6	103,2	58,3	5,5	Fuertemente ácido
			2	96,6	65,9	34,9	61,7	31,0	0,6	99,0	62,5	5,9	Moderadamente ácido
	Productivo	2	1	101,0	78,2	47,6	53,4	30,6	0,6	74,5	46,4	6,1	Ligeramente ácido
			2	91,9	65,4	35,2	56,7	30,2	0,6	87,7	54,0	6,2	Ligeramente ácido
	Bosque	3	1	85,8	54,0	41,8	44,0	12,2	0,2	260,7	64,8	4,2	Extremadamente ácido
			2	91,6	59,6	35,0	56,6	24,6	0,5	130,1	65,2	4,8	Muy fuertemente ácido
7 Fabian	Potrero	1	1	86,5	47,9	35,2	51,3	12,7	0,3	303,9	78,6	5,2	Fuertemente ácido
			2	106,1	64,6	40,7	65,4	23,9	0,5	173,6	84,5	5,4	Fuertemente ácido
	Pastos	2	1	95,7	53,5	35,2	60,5	18,3	0,4	230,6	86,0	5,0	Muy fuertemente ácido
			2	87,8	64,6	40,7	47,1	23,9	0,5	97,1	47,3	5,3	Fuertemente ácido
	Bosque	3	1	80,1	54,0	41,5	38,6	12,5	0,3	208,8	53,2	5,3	Fuertemente ácido
			2	84,5	59,5	34,7	49,8	24,8	0,5	100,8	50,9	5,4	Fuertemente ácido
8 Carlos Betancur	Bosque	1	1	89,0	51,1	35,0	54,0	16,1	0,3	235,4	77,2	5,4	Fuertemente ácido
			2	93,3	58,2	35,2	58,1	23,0	0,5	152,6	71,5	5,7	Moderadamente ácido
	Productivo	2	1	92,9	58,6	41,8	51,1	16,8	0,3	204,2	69,9	4,9	Muy fuertemente ácido
			2	102,9	68,9	43,0	59,9	25,9	0,5	131,3	69,3	5,2	Fuertemente ácido
	Pastos	3	1	100,5	72,5	47,7	52,8	24,8	0,5	112,9	57,0	6,2	Ligeramente ácido
			2	97,3	66,7	42,1	55,2	24,6	0,5	124,4	62,3	6,0	Moderadamente ácido
9 Tereza Jacanamejo Y	Productivo	1	1	91,7	57,3	41,9	49,8	15,4	0,3	223,4	70,1	5,0	Muy fuertemente ácido
			2	94,4	60,2	41,4	53,0	18,8	0,4	181,9	69,7	5,2	Fuertemente ácido
	Bosque	2	1	98,6	67,4	43,1	55,5	24,3	0,5	128,4	63,6	5,1	Fuertemente ácido
			2	92,4	61,5	36	56,4	25,5	0,5	121,2	62,9	5,1	Fuertemente ácido
	Hortalizas	3	1	104,9	75,2	34,8	70,1	40,4	0,8	73,5	60,5	5,7	Moderadamente ácido
			2	102,3	75,5	35,1	67,2	40,4	0,8	66,3	54,6	5,8	Moderadamente ácido
10	Productivo	1	1	84,5	48	34,6	49,9	13,4	0,3	272,4	74,4	5,0	Muy fuertemente ácido
			2	102,4	71,5	42,2	60,2	29,3	0,6	105,5	62,9	5,3	Fuertemente ácido
	Productivo	2	1	85,2	47,6	35,2	50,0	12,4	0,3	303,2	76,6	4,9	Muy fuertemente ácido
			2	95,2	64,2	47,7	47,5	16,5	0,3	187,9	63,2	4,9	Muy fuertemente ácido
	Productivo	3	1	89,9	53,4	35,2	54,7	18,2	0,4	200,5	74,4	4,4	Extremadamente ácido
			2	95	62,3	42	53,0	20,3	0,4	161,1	66,6	4,7	Muy fuertemente ácido
	Productivo	4	1	88,9	54,2	35,2	53,7	19	0,4	182,6	70,7	4,8	Muy fuertemente ácido
			2	95,9	65,9	40,7	55,2	25,2	0,5	119,0	61,1	5,0	Muy fuertemente ácido
	Productivo	5	1	99,9	67,7	41,8	58,1	25,9	0,5	124,3	65,6	5,1	Fuertemente ácido
			2	96,9	66,3	35,2	61,7	31,1	0,6	98,4	62,3	5,1	Fuertemente ácido
Bosque	6	1	97	62,2	43	54,0	19,2	0,4	181,3	70,9	4,1	Extremadamente ácido	
		2	90,3	56,5	34,8	55,5	21,7	0,4	155,8	68,9	4,4	Extremadamente ácido	

Anexo 12

		SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS		Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 vigente a partir de 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"					
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2016-09-30		REPORTE No: LAQ-R-145B-16	
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS					
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante: MARITZA YULIETH BURBANO			Tipo de Muestra: AGUA CRUDA		
Dirección: PUTUMAYO			Tipo de Muestreo: SIMPLE		
Teléfono: 3187691077			Sitio de Toma: SIBUNDOY, PUTUMAYO		
nit: 1122784044			Responsable del Muestreo: EXTERNO: MARITZA BURBANO		
e-mail: mariposa1516@hotmail.com			Fecha de Muestreo: 2016-09-06		
Solicitud No: LAQ-C-235-16			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2016-09-06		
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS					
Código Muestra LAQ-352-16			FISICOQUÍMICO		
Descripción					
PARTE MEDIA, QUEBRADA HIDRAULICA, VEREDA SAN JOSE SIBUNDOY-PUTUMAYO					
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-352-16
PH	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500 - H	ELECTROMETRICA	pH	2016-09-06	8,31
ACIDEZ	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2310 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ /L	2016-09-06	<LD
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2300 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ /L	2016-09-06	8,4
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ /L	2016-09-07	33,0
NITRITOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500 NO ₂ - B	COLORIMETRICA	mg N-NO ₂ /L	2016-09-07	<0,005
NITRATOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500 NO ₃ - B	COLORIMETRICA	mg N-NO ₃ /L	2016-09-07	<0,2
NITRÓGENO NTK	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500 N org-C	COLORIMETRICA	mg N / L	2016-09-09	0,868
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		
LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					
PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO					

		SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS		Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 vigente a partir de 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"					
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2016-09-30		REPORTE No: LAQ-R-145A-16	
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS					
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante: MARITZA YULIETH BURBANO			Tipo de Muestra: AGUA CRUDA		
Dirección: PUTUMAYO			Tipo de Muestreo: SIMPLE		
Teléfono: 3187691077			Sitio de Toma: SIBUNDOY, PUTUMAYO		
nit: 1122784044			Responsable del Muestreo: EXTERNO: MARITZA BURBANO		
e-mail: mariposa1516@hotmail.com			Fecha de Muestreo: 2016-09-06		
Solicitud No: LAQ-C-235-16			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2016-09-06		
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS					
Código Muestra LAQ-351-16			FISICOQUÍMICO		
Descripción					
PARTE ALTA, QUEBRADA HIDRAULICA, VEREDA SAN JOSE SIBUNDOY-PUTUMAYO					
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-351-16
PH	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500 - H	ELECTROMETRICA	pH	2016-09-06	8,41
ACIDEZ	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2310 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ /L	2016-09-06	<0,2
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2300 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ /L	2016-09-06	9,6
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ /L	2016-09-07	32,0
NITRITOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500 NO ₂ - B	COLORIMETRICA	mg N-NO ₂ /L	2016-09-07	<0,005
NITRATOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500 NO ₃ - B	COLORIMETRICA	mg N-NO ₃ /L	2016-09-07	<0,2
NITRÓGENO NTK	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500 N org-C	COLORIMETRICA	mg N / L	2016-09-09	1,54
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		
LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					
PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO					

		SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS		Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 vigente a partir de 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parametros, pH, GRASAS Y ACEITES, SOLIDOS TOTALES, SOLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO, DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"					
FECHA EMISION RESULTADOS:		2016-09-30		REPORTE No:	
AREA:		LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO Y AGUAS			
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante: MARITZA YULIETH BURBANO Dirección: PUTUMAYO Teléfono: 3187691077 nit: 1122784044 e-mail: mariposa1516@hotmail.com Solicitud No: LAQ-C-235-16			Tipo de Muestra: AGUA CRUDA Tipo de Muestreo: SIMPLE Sitio de Toma: SIBUNDOY, PUTUMAYO Responsable del Muestreo: EXTERNO: MARITZA BURBANO Fecha de Muestreo: 2016-09-06 Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2016-09-06		
TIPO DE ANALISIS SOLICITADOS			FISICOQUIMICO		
Código Muestra LAQ-353-16		Descripción PARTE BAJA, QUEBRADA HIDRAULICA, VEREDA SAN JOSE SIBUNDOY-PUTUMAYO			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA LAQ-353-16
PH	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500 - H	ELECTROMETRICA	pH	2016-09-06	8,18
ACIDEZ	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2310 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-06	0,40
ALCALINIDAD TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2310 - B	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-06	11,2
DUREZA TOTAL	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2340 - C	TITULOMETRICA	mg CaCO ₃ / L	2016-09-07	29,0
NITRITOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500 NO ₂ - B	COLORIMETRICA	mg N-NO ₂ / L	2016-09-07	<0,005
NITRATOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500 NO ₃ - B	COLORIMETRICA	mg N-NO ₃ / L	2016-09-07	<0,2
NITROGENO NTK	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500 N org-C	COLORIMETRICA	mg N / L	2016-09-09	1,512
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO