



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE
MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE MEDIO AMBIENTE

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN MEDIO AMBIENTE**

TEMA:

**CONFLICTOS DEL USO DE SUELO, A TRAVÉS DEL SISTEMA
USDA-LCC MEDIANTE S.I.G. COMO APORTE A LA
SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL, MICROCUENCA CAÑAS**

AUTORES:

**JOSÉ PAÚL VITERI ESPINOZA
GEMA YICELA ZAMBRANO ALCÍVAR**

TUTOR:

ING. FRANCISCO JAVIER VELÁSQUEZ INTRIAGO, Mg. C.A.

CALCETA, NOVIEMBRE 2016

DERECHOS DE AUTORÍA

José Paúl Viteri Espinoza y Gema Yicela Zambrano Alcívar, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación personal, y que hemos consultado las fuentes bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

JOSÉ P. VITERI ESPINOZA

GEMA Y. ZAMBRANO ALCÍVAR

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ingeniero Francisco Javier Velásquez Intriago, certifica haber tutelado la tesis **CONFLICTOS DEL USO DE SUELO, A TRAVÉS DEL SISTEMA USDA-LCC MEDIANTE S.I.G. COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL, MICROCUENCA CAÑAS**, que ha sido desarrollada por José Paúl Viteri Espinoza y Gema Yicela Zambrano Alcívar, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. FRANCISCO J. VELÁSQUEZ INTRIAGO, Mg. C.A

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos miembros del tribunal correspondiente, declaran que han APROBADO la tesis **CONFLICTOS DEL USO DE SUELO, A TRAVÉS DEL SISTEMA USDA-LCC MEDIANTE S.I.G. COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL, MICROCUENCA CAÑAS**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por José Paúl Viteri Espinoza y Gema Yicela Zambrano Alcívar, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Erika Espinel Pino,
Mg. C.A
MIEMBRO

Ing. Ricardo Delgado
Villafuerte, Mg. C.A.
MIEMBRO

Ing. Carlos Villafuerte Vélez, Mg. C.A.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por sus bendiciones y permitirnos la oportunidad de vivir y con eso haber logrado tanto en la vida y hacer realidad nuestro sueño de ser profesionales.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, por darnos la oportunidad de una educación superior, permitiéndonos forjar nuestros conocimientos profesionales día a día con esfuerzo y dedicación, por enseñarnos a ser personas con gran calidad humana, humildad y profesionalismo.

A nuestro tutor Ing. Francisco Javier Velásquez Intriago por ser nuestra guía durante este proceso y por el apoyo brindado de manera incondicional para el desarrollo de nuestra tesis, por fortalecer nuestros conocimientos impartiendo sus enseñanzas, como persona y amigo.

Al Ing. Jesús Chavarría Párraga, y a la Lic. Katty Ormaza Cedeño, quienes fueron parte fundamental en el proceso de desarrollo de nuestra tesis, quienes estuvieron ahí apoyándonos en todo momento de la manera más generosa.

A los docentes de la Carrera de Medio Ambiente, por enseñarnos en nuestra etapa universitaria con sus conocimientos, paciencia y constancia, a formarnos como profesionales. Al Ing. José Manuel Calderón Pincay por guiarnos y apoyarnos siempre en el desarrollo de nuestra tesis.

A nuestros padres los seres más importantes de nuestras vidas, por ser amigos, guías y brindarnos todo su apoyo en los momentos buenos y difíciles, dándonos valor e impulso para cumplir nuestros objetivos y no caer en los momentos duros de nuestra etapa estudiantil.

A nuestros amigos y compañeros que estuvieron dándonos su apoyo en cada momento.

A las personas de la microcuenca Cañas por permitirnos realizar nuestra tesis y brindarnos su apoyo cuando lo necesitamos, gracias totales.

Los Autores

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con toda la humildad de mi corazón al creador de todas las cosas, Dios, que me ha dado la fortaleza para continuar con mis estudios.

A mi familia, que me han ayudado a forjar mi camino, dirigiéndome por el sendero correcto, compartiendo conmigo buenos y malos momentos que me permitieron avanzar a lo largo de mi carrera.

A mi padre Ing. Ovidio Orley Viteri Villamar, que desde el cielo guía y cuida cada paso que doy en mi vida, por sus enseñanzas que fueron parte de mi formación personal y por hacer de mí una mejor persona.

A mi madre Lcda. Janeth Eva María Espinoza Cano, por sus consejos, hábitos y valores brindados, y por toda la confianza consagrada durante el cumplimiento de mis objetivos.

A mis hermanos Jacqueline, Tatiana, Gilma Elena y Gabriel, por formar parte de los pilares fundamentales de mi vida.

A la Familia Párraga Menéndez, por su apoyo incondicional, en especial a Paola por estar a mi lado durante esta etapa tan importante.

A mis amigos Gema Yicela Zambrano Alcívar, Ángel Iván Mendoza Velásquez y Carlos Javier Borrero Párraga, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas, haciendo de esta experiencia una de las más especiales; y a todas aquellas personas que durante este tiempo estuvieron presentes logrando que este sueño se haga realidad.

.....
JOSÉ P. VITERI ESPINOZA

DEDICATORIA

A Dios por darme el regalo más grande que se llama vida, sin sus bendiciones no podría haber logrado uno de mis más anhelados sueños, por haberme dado fuerzas para no darme por vencida.

A mi padre Wilter Enrique Zambrano Vera parte fundamental de mi vida porque si aprendí a levantarme y continuar se lo debo a él, que físicamente no está conmigo pero su espíritu está siempre junto a mí, a mi madre Yicela Lorena Alcívar Zambrano por ser mi ejemplo de lucha, brindándome su apoyo porque ellos son las personas más importantes en mi vida, por haberme formado como persona con gran humildad y sencillez, por eso les dedico con mucho amor esta meta.

A mis hermanos Luis Enrique y Fabián Enrique Zambrano Alcívar por estar conmigo en todo momento y con su locuras de hermanos dándome su apoyo y motivándome a salir adelante.

A mis amigos y hermanos de corazón Ena Monserrate y Mauricio Andrés Andrade Chunga siendo ellos parte de mi lucha para lograr mi meta, por enseñarme que los amigos de verdad si existen.

A mi sobrina y primitas ya que ellas son mi adoración, que se roban mi vida solo con una sonrisa y ser mi razón de salir adelante.

A mis tíos, tías, amigas, comadres, compadres y personas especiales en mi vida que a pesar de tanto están siempre a mi lado, apoyándome desde que empecé mi carrera universitaria dándome sus consejos, y brindándome su apoyo en los mejores y peores momentos, por ayudarme a ser una mejor persona cada día y así poder hacer realidad este logro tan importante.

A mis Fantásticos por todos los momentos compartidos y llegar como ese grupo de hermanos hasta el final y a todas las personas que conocí en esta etapa y ahora forman parte de mi vida, gracias infinitas.

.....
GEMA Y. ZAMBRANO ALCÍVAR

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi - vii
CONTENIDO GENERAL.....	viii
RESUMEN.....	xi
PALABRAS CLAVES.....	xi
ABSTRACT	xii
KEY WORDS	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.2. Justificación.....	4
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo general	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. Hipótesis.....	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Conflictos del suelo.....	7
2.2. Sistema americano de la USDA-LCC	11
2.3. Herramientas metodológicas	13
2.4. Áreas homogéneas.....	36
2.5. Métodos y técnicas	36
2.6. Indicadores de la calidad del suelo.....	37
2.7. Los sistemas de información geográfica –SIG.....	38
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO	40

3.1. Ubicación	40
3.2. Duración del trabajo	41
3.3. Tipo de investigación	41
3.4. Variables en estudio	41
3.4.1. Variable independiente.....	41
3.4.2. Variable dependiente.....	41
3.5. Procedimiento.....	41
3.6. Métodos y técnicas	45
3.6.1. Métodos.....	45
3.6.2. Técnicas.....	45
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1. Determinación de la cobertura y el uso actual del suelo en la microcuenca cañas. .	47
4.1.1. Interpretación	48
4.2. Identificación de la aptitud del uso del suelo por medio del sistema usda-lcc.	49
4.2.1. Interpretación	55
4.3. Establecer los conflictos del uso del suelo proponiendo una guía de buenas prácticas como alternativa al aporte de la sostenibilidad ambiental.....	55
4.3.1. Interpretación	59
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
1.1. Conclusiones	60
1.2. Recomendaciones.....	60

CONTENIDO DE CUADROS

2.1. Tabla de variables seleccionadas.....	13
2.2. Descripción y simbología de los tipos de pendiente.....	14
2.3. Clase de capacidad uso de la tierra por la pendiente.....	15
2.4. Categorías de profundidad efectiva de los suelos.....	16
2.5. Clase de capacidad de uso de la tierra por la profundidad efectiva.....	16
2.6. Subclases de textura, según el triángulo de texturas de suelos.....	17

2.7. Agrupación de clases y subclases de texturas.....	18
2.8. Categorías de pedregosidad de los suelos.....	20
2.9. Clase de capacidad de uso de la tierra por la pedregosidad.....	20
2.10. Niveles de fertilidad natural.....	21
2.11. Estimación de la fertilidad para suelos de la Costa.....	22
2.12. Clase de capacidad de uso de la tierra por fertilidad.....	22
2.13. Niveles de Salinidad del suelo.....	23
2.14. Clase de capacidad de uso de la tierra por salinidad.....	24
2.15. Categorías de toxicidad de los suelos.....	25
2.16. Niveles de toxicidad del suelo (Acidez).....	25
2.17. Niveles de toxicidad del suelo (Carbonatos).....	25
2.18. Clases de capacidad de uso de la tierra por toxicidad.....	26
2.19. Clases de drenaje en los suelos.....	27
2.20. Clase de capacidad de uso de la tierra por el drenaje.....	27
2.21. Duración de inundaciones.....	28
2.22. Clase de capacidad de uso de tierra por periodos de inundación.....	28
2.23. Zonas de humedad del Ecuador.....	29
2.24. Características de las zonas climáticas del Ecuador.....	30
2.25. Clases de capacidad de uso de la tierra por zonas de humedad.....	31
2.26. Regímenes de temperatura.....	32
2.27. Clases de capacidad de uso de la tierra por regímenes de temperatura.....	32
2.28. Parámetros que definen las clases de capacidad de uso de las tierras.....	33
3.1. Características de la zona de estudio.....	40
4.1: Coordenadas de puntos de muestreo de acuerdo a las características y cota.....	49
4.2: Resultados de los análisis del laboratorio de suelo de la ESPAM “MFL” de las variables escogidas.....	50
4.3: Definición de las clases de capacidad de uso.....	51
4.4: Resultados de las clases de suelo.....	52
4.5: Resultados de los conflictos de suelo.....	56
4.6: Matriz de marco lógico de la guía de buenas prácticas.....	58

CONTENIDO DE FIGURAS

3.1. Zona de estudio comunidad Cañas.....	40
4.1: Mapa de uso de suelo de la Microcuenca Cañas.....	48
4.2: Mapa de aptitudes agrícolas de la Microcuenca Cañas.....	55
4.3: Mapa de conflictos de uso de suelo de la Microcuenca Cañas.....	57

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo la evaluación del conflicto de uso de tierras a partir de su aptitud física como contribución para su aprovechamiento sostenible, cuyo alcance está dirigido a toda la microcuenca Cañas, perteneciente a la parroquia Calceta del cantón Bolívar, con la finalidad de recomendar el mejor uso de las tierras con miras a elevar la productividad del sector agropecuario y la seguridad alimentaria. Para lo cual se determinó la cobertura y el uso actual del suelo en la microcuenca Cañas a través de la observación directa y el análisis de una imagen satelital georreferenciada obtenida desde la plataforma virtual EarthExplorer de la USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos) y SAS Planet Versión 141212.8406. Se generó un mapa empleando el software ArcGis versión 10.0 en el que se estableció los valores cuantitativos de la cobertura y usos de suelo y sus áreas correspondientes entre las que destacan el suelo para Bosque con un 42.14%, Pasto con un 39.08%, Cuerpo de agua con un 7.18%, Cultivo de ciclo largo con un 6.06%, Cultivo de ciclo corto con un 5.54%, obteniendo través de un muestreo aleatorio según los cultivos y las cotas de altura junto con los análisis adaptados de la metodología CLIRSEN y USDA-LCC que en la Microcuenca Cañas se presentan suelos de clase II, III y IV. Por lo que se propuso una guía de buenas prácticas para el buen uso del suelo como aporte a la sostenibilidad ambiental en la microcuenca Cañas.

PALABRAS CLAVES

Cobertura vegetal, aptitudes de suelo, capacidad de uso del suelo.

ABSTRACT

This aimed research had been evaluating the conflict of land use from their fitness as a contribution to their sustainable use, the scope of which is aimed at all Cañas micro basin, from Calceta city of Bolívar Canton, with the aim of recommend the best use of land in order to raise the productivity of the agricultural sector and food security. For which coverage and current land use in the reeds micro basin through direct observation and analysis of geo referenced satellite image obtained from the virtual platform Earth Explorer the USGS (United States Geological Survey) and SAS was determined Planet version 141212.8406. a map using the ArcGIS software version 10.0 in the quantitative values of coverage and land use and related areas among which are the ground for Forest with 42.14%, Grass with 39.08%, Corps was established that generated water with 7.18%, Arable long cycle with a 6.06%, Arable short cycle with 5.54%, getting through random sampling by crop and altitude sections along with the analysis of the adapted methodology of CLIRSEN and USDA- LCC in the soil land class as Cañas Microcuenca II, III and IV those are presented. For these reasons is presented a guide set for good land use as a contribution to environmental sustainability in microcuencas Cañas.

KEY WORDS

Vegetation cover, soil aptitudes, ability to land use.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial el cuidado del suelo es esencial para la supervivencia de la raza humana. El suelo produce la mayor parte de los alimentos necesarios, fibras y madera. Y sin embargo, en muchas partes del mundo, el suelo ha quedado tan dañado por un manejo abusivo y erróneo que nunca más podrá producir bienes según datos de la FAO (2015) teniendo en cuenta las tendencias demográficas actuales y el crecimiento previsto de la población mundial (que superará las 9000 millones de personas en 2050), se calcula que aumentarán la demanda de alimentos y fibras en un 60% para el 2050, ya que el 33% de la tierra está altamente degradada y el otro 44% está ligeramente degradada debido a la erosión, la salinización, la compactación y la contaminación química de los suelos es necesario encontrar soluciones a estos problemas que se presentan en la actualidad.

El cambio de uso del suelo, la calidad y cantidad del agua ha sido un tema de mucho interés en varias regiones del mundo debido a la extensa conversión de bosques y otras coberturas naturales en pastizales y tierras de cultivo (Krishnaswamy *et al.*, 2001; Scanlon *et al.*, 2005; Huang *et al.*, 2013) citado por Sánchez, D; Pinilla, G y Mancera, J. (2015) además, el tipo de cobertura vegetal asociada al uso del suelo influye en la textura del mismo y determina la estructura edáfica, lo que a su vez modifica las propiedades hídricas del suelo (Kavian *et al.*, 2014) citado por Sánchez, D; Pinilla, G y Mancera, J. (2015). Las principales preocupaciones son los impactos sobre la diversidad biológica mundial, la degradación del suelo, el ciclo del agua, los servicios ecosistémicos, los almacenes de carbono y el cambio climático (Feddemma *et al.* 2005) citado por Reynoso, R. *et al.*, (2015).

Un estudio del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT en el 2011, debido al crecimiento demográfico, la base de recursos al nivel de finca ha

disminuido considerablemente en las últimas décadas. Por ejemplo, de la tierra cultivable en Centroamérica, el 75% se ha degradado y está poblada por los productores más pobres ocasionando problemas socioeconómicos y conflictos en el uso de la misma.

Según la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo SENPLADES (2013) expuesto en la Agenda Zonal 4 como en la mayoría de las provincias ecuatorianas, la actividad agrícola es la principal en Manabí, que ofrece condiciones favorables por la feracidad de la tierra en las zonas aptas para el cultivo. Sus productos son de clima tropical como cacao, café, banano, maíz, arroz y algodón, en cuanto a los cultivos permanentes, esta provincia básicamente se ha especializado en la producción de cultivos tradicionales como el plátano, café y cacao, aportando con cerca del 74% de la superficie en la Región y más del 50% de la producción zonal, mientras que para el caso particular de café el 24% es producción de la provincia de Manabí.

De acuerdo a lo expuesto por la SENPLADES (2013) las zonas dedicadas al cultivo del café son Jipijapa, Paján, Santa Ana, 24 de Mayo y Junín. El cultivo del cacao prevalece en Chone, Bolívar, Junín y la parte montañosa del Cantón Sucre. El algodón se cultiva en los Cantones Portoviejo y Rocafuerte, aprovechando las condiciones climáticas que ofrecen esos cantones para dichos cultivos.

A nivel local el déficit de información técnica sobre el uso del suelo en la microcuenca, repercute a la calidad y uso del mismo, debido a que los habitantes no poseen las técnicas apropiadas ni los procedimientos adecuados para los cultivos, tal como lo expresa Guibert, M y Bühlery, È. (2016) a su vez la manera de sembrar se viene dando de generación en generación es decir se siembra lo que sus ancestros decían que cosechaban desde el pasado, no garantizando la seguridad alimentaria ni la sostenibilidad ambiental de dicha microcuenca, causando la devastación de la cobertura vegetal natural, procesos acelerados de erosión y pérdida de los suelos, disminución de la calidad del ambiente, paisajismo y otros valores naturales que son de vital

importancia para la zona, además la presencia de los procesos de desertificación y otros problemas que pueden causarse a lo largo del tiempo (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Bolívar. 2011).

Por tal motivo los antecedentes expuestos permiten formular la siguiente pregunta de investigación.

¿Será que a través del sistema USDA-LCC mediante el sistema de información geográfico se podrá determinar los diferentes tipos de conflictos de uso del suelo?

1.2. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a Ramírez, J. *et al.*, (2015) la actividad humana en la rama agropecuaria ha conllevado la asimilación de tierras vírgenes y terrenos baldíos, con la aplicación intensiva de recursos técnicos en la agricultura, tales como la mecanización, el riego y la quimización. En la microcuenca Cañas de la parroquia Calceta, del cantón Bolívar, uno de los principales problemas que se pudo notar es el inadecuado uso del suelo sobre el que se asientan y el no tener conocimiento de las propiedades que posee este recurso, dañando así el mismo ya que la agricultura que se usa, se caracteriza por la falta de técnicas y procedimientos no lo hacen sostenible con el ambiente, cultivando especies que no son idóneas del lugar o no son aptas con las propiedades del suelo que estos poseen (Agenda Zonal 4, 2013), realizando algún tipo de cambio drástico de vegetación dando paso al monocultivo afectando la sostenibilidad del suelo que al verse deteriorado afecta la calidad de los productos cultivados y por ende la salud humana, situación adversa a lo que se plantea en la Constitución Política del Ecuador (2008) en el Art. 14. Establecido en el Plan Nacional del Buen Vivir. “Se reconoce al derecho de la Población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*”.

De acuerdo a un informe presentado por Muñoz, F. (2014) se considera al suelo como un recurso natural dinámico, el cual está sujeto a permanentes alteraciones de carácter físico-químico-biológicas; cuando el ritmo de la remoción de las partículas con la formación de un nuevo suelo, se mantienen en equilibrio, es un fenómeno natural. Contrariamente, cuando este proceso es perturbado, con una inadecuada relación entre el hombre y el suelo, este equilibrio se rompe, aparecen los fenómenos de la erosión, degradación, pérdida del suelo y de su fertilidad; por ende causando una pérdida de la sostenibilidad.

El mismo estudio determina un desequilibrio evidente en algunas áreas de la provincia de Loja, en el cual, sino se adoptan las medidas correctivas

pertinentes a tiempo, se incrementará su magnitud en corto plazo. Por eso con el propósito de tener una visión global, cuantificada de la situación actual, se comparó la capacidad de uso de la tierra con el uso actual. Esta confrontación se realizó mediante la superposición de información temática de la capacidad de uso de la tierra y del uso actual en el que se visualizó el buen uso, los sobreusos y subusos de la provincia de Loja.

Para Jamioy, D; Menjivar, J. y Rubiano, Y. (2015) la degradación de los suelos es un problema causado principalmente por cambios en el uso y por la adopción de prácticas de manejo propias de cada cultivo en zonas geográficas específicas trayendo consigo un sin número de impactos que afectan el equilibrio de los ecosistemas. La evaluación de los efectos de la actividad agropecuaria en el suelo permite establecer los parámetros necesarios para estimar la magnitud del impacto ambiental ocasionado por los sistemas productivos, lo que ayuda a la toma de decisiones enfocadas en la conservación, la sostenibilidad, y la productividad del suelo.

Al llevar a cabo esta investigación se contribuyó a mantener el equilibrio ecológico, a la salud y al bienestar de la población contrarrestando futuros problemas ambientales, evitando así pérdidas económicas, que afectarían a los habitantes en dichas zona. Y así se aportó al bienestar de la comunidad antes mencionada, y a la sostenibilidad en la demanda actual y futura tal como está establecido en el Objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global” (SENPLADES, 2013).

Una vez indicados estos puntos, es necesario mencionar que este proyecto se llevó a cabo con el propósito de contribuir al mejoramiento de los usos del suelo en la microcuenca Cañas y de esta manera aprovechar correctamente este recurso natural aportando a la sostenibilidad ambiental del sitio. Por lo cual fue importante elaborar diferentes mapas potencializadores (Cobertura y uso, aptitudes y conflictos de suelo) mediante el empleo de ArcGis versión 10.0 que aporten al uso correspondiente del suelo y en donde se visualicen el buen uso,

la subutilización y sobreutilización de este recurso, generando así un impacto ambiental positivo para la localidad, puesto que los análisis de la evolución del suelo a través de mapas de cobertura y uso de la tierra, ayudan a la identificación de los cambios importantes, como la pérdida de coberturas naturales, la pérdida de las masas de agua naturales y la aparición de nuevos cuerpos de agua (artificiales) (da Silva, V. y Madureira, C. 2013).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los conflictos del uso de suelo, a través del sistema del USDA-LCC (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos - Clasificación de la Capacidad Terrestre) mediante S.I.G. como aporte a la sostenibilidad ambiental en la microcuenca Cañas.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la cobertura y el uso actual del suelo en la microcuenca Cañas.
- Identificar la aptitud del uso del suelo por medio del sistema USDA-LCC.
- Establecer los conflictos del uso del suelo proponiendo una guía de buenas prácticas como alternativa al aporte de la sostenibilidad ambiental.

1.4. HIPÓTESIS

Los conflictos de uso del suelo, a través del sistema USDA-LCC mediante el sistema de información geográfico, aportará a la sostenibilidad ambiental de la microcuenca Cañas.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. CONFLICTOS DEL SUELO

Sobre la base de los principios del desarrollo sostenible, la planificación del uso de la tierra a menudo requiere el compromiso entre el desarrollo económico y la conservación del medio ambiente mientras que aboga la justicia social. Dado que las ideas, los valores y las actitudes varían entre los actores involucrados, la planificación del uso del suelo, inevitablemente incurre en una variedad de conflictos. Los conflictos en la planificación del uso del suelo pueden ser descritos desde la perspectiva de los conflictos entre los tipos de uso de la tierra y los conflictos entre las partes interesadas (Zhang; Li; Fung. 2012).

En un estudio sobre la Evaluación del conflicto de uso agrícola de las tierras a partir de su aptitud física como contribución a la explotación sostenible - Cultivos Tropicales, expuesto por Falcón, M. *et al.*, (2014) en el que se indica que el suelo es un sistema formado por diferentes componentes, donde cada uno de ellos juega un papel determinado, pero en conjunto, cumplen una función única. La alteración de uno de esos componentes, conlleva a que todo el sistema sufra cambios, cuyo restablecimiento tomará mucho tiempo, llegando en ocasiones a no recuperar su equilibrio.

Pese a lo anterior, el fondo de tierras agrícolas cada día disminuye más, debido al manejo deficiente a que han sido sometidas las mismas. Situación que ha traído consigo marcados procesos de degradación tales como: erosión, salinización, drenaje deficiente, acidez y baja fertilidad, entre otros. En este sentido se considera a la degradación de los suelos como uno de los problemas más apremiantes que enfrenta el mundo en el presente siglo, encontrándose el 25 % del área terrestre afectada por alguna de sus manifestaciones. Lo que puede llegar en el 2025, según se pronostica, a los niveles del 48 %, de no tomarse las precauciones necesarias, según lo expresado por Falcón, M. *et al.*, (2014)

Según Huertas, (2014) para poder establecer niveles o grados de conflicto basta comparar el mapa de oferta productiva del suelo o uso potencial con el de uso actual. De dicha comparación pueden resultar tres situaciones:

- a. Buen uso del suelo.
- b. Sub - utilización del suelo.
- c. Sobre- utilización del suelo.

La correspondencia indica que el suelo está utilizado adecuadamente, situación ésta que se define como equilibrio y significa que el uso existente en el suelo presenta exigencias iguales a las ofertas ambientales. Dado que existe deficiencia en la cobertura boscosa en las laderas o vertientes de las cordilleras colombianas, las corporaciones autónomas regionales consideran áreas en equilibrio aquellas que se encuentran cubiertas de bosque natural o de rastrojos altos, haciendo caso omiso de la oferta o potencialidad del suelo” (Huertas, 2014).

2.1.1. USO DE LA TIERRA:

Se caracteriza por los arreglos, las actividades y los insumos de la población para producir, cambiar o mantener un cierto tipo de cobertura de la tierra (Di Gregorio y Jansen, 1998) citado por (Peña, C. s, f.).

La cobertura de la tierra es la que se observa (bio) físicamente sobre la superficie terrestre (Di Gregorio y Jansen, 1998) citado por (Peña, C. s, f.).

Según la "Commission on World Land Use Surveys" de la Unión Geográfica Internacional (Kannegieter, A. 1977) citado por (Peña, C. s, f.) la clasificación mundial del uso de la Tierra es:

- a) Colonizaciones y terrenos asociados no agrícolas
- b) Horticultura
- c) Frutales y otros cultivos perennes

- d) Cultivos anuales
- e) Pastos mejorados
- f) Pastos naturales (potreros)
- g) Bosques y montes
- h) Aguas y pantanos
- i) Terrenos sin productividad

2.1.2. CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA

Según el estudio del Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza, CATIE (2008) la capacidad de uso de la tierra es limitada, principalmente por la vulnerabilidad del suelo a la erosión. En países tropicales la erosión por precipitación lluviosa es el factor más importante. Indistintamente de cual cultivo se debe sembrar, se pueden distinguir unas seis categorías de mayor uso. Estas categorías muestran en particular diferentes métodos de utilizar la tierra en cuanto a la duración de la cobertura del suelo por los cultivos (parte del año: cultivos anuales; más de un año o varios años: cultivos perennes; por muchos años: agroforestería o para siempre: forestería protectora).

2.1.3. COBERTURA DE LA TIERRA

Los cambios de uso y cobertura de la tierra más importante que deben ser estudiados son derivados de factores antropogénicos, puesto que tienen un impacto sobre los ecosistemas terrestres, la pérdida y la fragmentación de hábitat, y crean impactos negativos sobre la vida humana (Reynoso, R. *et al*; 2016)

2.1.4. MANEJO DE LOS RECURSOS DE LA TIERRA

El manejo de los recursos de la tierra es el uso del suelo por parte de la población humana que habita en ella, la cual debería ser sostenible. Para la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, FAO

(2016) indica que el manejo de las tierras tiende a enfocarse en las diferencias de tipos de suelos y sus características para definir intervenciones específicas con el ámbito de mejorar su calidad para el seleccionado uso de la tierra. Prácticas específicas de manejo del suelo son necesarias para la protección y conservación de los recursos del suelo.

2.1.5. CLASIFICACIÓN DE LAS TIERRAS POR CAPACIDAD DE USO

Para el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC (2008) las clases por capacidad de uso agrupan suelos, con similar grado de limitaciones o riesgos que puedan afectar los suelos y cultivos. Las clases son ocho y se designan con números arábigos del 1 al 8.

Las limitaciones de uso son progresivamente mayores de la clase 1 a la clase 8; así la clase 1 reúne todas las características y condiciones de la tierra óptima para cualquier explotación agrícola, con altos rendimientos en las cosechas y el menor riesgo de deterioro de las tierras (IGAC. 2008)

La clase 2 posee cualidades menos favorables y su productividad es menor, con mayores costos de operación (IGAC. 2008)

En las clases 3 y 4 se reduce la productividad y se incrementan los riesgos y los costos, a tal punto que en la clase 4, los cultivos comerciales pueden convertirse en una actividad riesgosa (IGAC. 2008)

La clase 5 tiene limitaciones severas que restringen su uso a determinadas épocas del año o que se pueden utilizar mediante costosas prácticas de adecuación (IGAC. 2008)

Las clases 6 y 7 tienen limitaciones severas y muy severas, las tierras son aptas para plantas nativas o árboles de sitio y cultivos específicos que requieren prácticas de conservación intensivas y los costos de operación son muy elevados (IGAC. 2008)

La clase 8 agrupa tierras con limitaciones muy a extremadamente severas, no son aptas para cultivos y solamente deben ser utilizadas para vida silvestre, investigación, recreación y conservación de los recursos naturales (IGAC. 2008)

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC (2008) en el Estudio general de suelos y zonificación de tierras indica que las subclases son divisiones de las clases que agrupan tierras que tienen igual número y grados similares de limitaciones y riesgos en su uso. Las subclases son cinco: pendiente, erosión, humedad, suelos y clima; La mayoría de los limitantes son permanentes (pendiente, clima desfavorable); sin embargo algunos pueden ser temporales y corregibles (encharcamientos, fertilidad) que pueden eliminarse con prácticas adecuadas (drenajes, abonamientos). El grupo de manejo reúne suelos similares en aptitud para el crecimiento en las plantas, responden a la misma clase de labores y tienen potencialidad, limitaciones y riesgos permanentes semejantes.

2.2. SISTEMA AMERICANO DE LA USDA-LCC

De acuerdo al Sistema Nacional de Información SNI, (2012), establece al Sistema Americano del departamento de agricultura de los Estados Unidos USDA-LCC desarrollado por Klingebiel y Montgomery (1961), determina al uso agrícola reservado para las mejores tierras, dándose especial importancia a los riesgos de erosión y a la necesidad de conservar la potencialidad del suelo. Este sistema de evaluación de uso del suelo es típicamente cualitativo y jerárquico pues considera al más alto nivel ocho clases de capacidad sobre las base de usos alternativos; así también, considera en el segundo nivel a las subclases de capacidad de acuerdo a las limitaciones y, en un tercer nivel a las unidades de capacidad que agrupan suelos con similar potencialidad para el desarrollo de las plantas, dando respuesta al manejo y necesidad de conservación.

2.2.1. EVALUACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO

Cada una de las ocho clases se define por el grado de limitación de los criterios diagnósticos, en donde conforme aumentan las limitaciones disminuyen las opciones de uso, quedando las cuatro primeras clases (I a IV) reservadas para los usos agrícolas y las cuatro restantes (V a VIII) para las no-agrícolas tales como bosques, pastos, espacios protegidos, etc (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

Por lo tanto el Sistema Nacional de Información SNI, (2012), define a cada una de estas clases en:

a) Tierras adecuadas para cultivos y otros

Clase I.- Tierras con muy ligeras limitaciones

Clase II.- Tierras con algunas limitaciones

Clase III.- Tierras con severas limitaciones

Clase IV.- Tierras con muy severas limitaciones

b) Tierras de uso limitado o no adecuados para cultivos

Clase V.- Tierras para pastos o bosques

Clase VI.- Tierras con limitaciones ligeras para pastos y bosques

Clase VII.- Tierras con severas limitaciones para pastos y bosques

Clase VIII.- Tierras con muy severas limitaciones para cualquier uso.

Como podemos apreciar, la tierra puede clasificarse de muchas maneras, pero es preciso comprender que debido a diferencias en las condiciones físicas, sociales, económicas y políticas, ninguna clasificación puede aplicarse en su totalidad o de forma original de un país a otro sin considerables modificaciones (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

2.3. HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS

2.3.1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE TIERRAS CLIRSEN

Según el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos - CLIRSEN, *et al.*, (2011), la metodología de evaluación de tierras se basa en una tabla la cual fue adoptada a condiciones del Ecuador, con el fin de seleccionar las variables que mayor influencias proporcionara para determinar la capacidad de uso de la tierra, para así ser empleada en la zona costera del mencionado país, para mediante esta tabla obtener las capacidad de uso de la tierra considerando algunas variables como: pendientes, profundidad efectiva, pedregosidad, fertilidad, salinidad, toxicidad, drenaje, zonas húmedas y zonas de temperatura.

Cuadro 2.1. Tabla de variables seleccionadas

		FACTOR			
		Erosión	Suelo	Humedad	Clima
Variables	Pendiente		Textura Superficial	Drenaje	Zona de humedad
			Pedregosidad		Zonas de temperatura
			Fertilidad		
			Salinidad		
			Toxicidad		

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

Para la consecución del mapa temático se desarrollaron las siguientes etapas:

2.3.1.1. Etapa 1: Selección y definición de las variables

En esta etapa se evaluaron variables edáficas, climáticas y geomorfológicas con el fin de seleccionar las de mayor influencia en la determinación de las clases de capacidad de uso. En este sentido, de la base de datos del mapa de suelos conformado por 14 variables (físicas y químicas), se seleccionaron las siguientes: pendiente, profundidad efectiva, textura superficial, pedregosidad,

drenaje y salinidad; ya que las mismas influyen directamente en establecimiento y manejo de los sistemas de producción (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

El clima fue considerado en función de zonas de humedad tomado como parámetros la precipitación, temperatura, meses secos y déficit hídrico (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

a. Pendiente

Se consideró la variable pendiente para la evaluación de tierras por su capacidad de uso, pues constituye un factor determinante al incidir directamente en las diferentes prácticas agronómicas y mecánicas para el cultivo de la tierra. Este factor determina a su vez, las medidas de conservación y las prácticas de manejo necesarias para la preservación del suelo y agua. En el cuadro 2.2, se presentan las clases de pendientes establecidas en el catálogo de objetos (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

Cuadro 2.2. Descripción y simbología de los tipos de pendiente

Etiqueta	Símbolo	Descripción
Plana 0 a 2%	(1)	Relieves completamente planos.
Muy suave 2 a 5%	(2)	Relieves casi planos.
Suave 5 a 12%	(3)	Relieves ligeramente ondulados.
Media 12 a 25%	(4)	Relieves medianamente ondulados.
Media a fuerte 25 a 40 %	(5)	Relieves mediana a fuertemente colinados
Fuerte 40 a 70%	(6)	Relieves fuertemente disectados.
Muy fuerte 70 a 100%	(7)	Relieves muy fuertemente disectados.
Escarpada 100 a 150%	(8)	Relieves escarpados, con pendiente de 45 grados.
Muy Escarpada 150 a 200%	(9)	Relieves muy escarpados
Abrupta > 200%	(10)	Zonas reconocidas como mayores a 200% en el mapa de pendientes.
No aplicables	NA	Para unidades no consideradas como formas del relieve, que se las adquiere de la cartografía base; incluye principalmente centros poblados y cuerpos de agua.

Fuente: Catálogo de Objetos. CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

En base a los 10 rangos de pendiente definidas (cuadro 2.2) se determinó en el presente estudio 8 categorías de pendientes para la clasificación de capacidad de uso, como se indica en el cuadro 2.3.

Cuadro 2.3. Clase de capacidad uso de la tierra por la pendiente

Clase	Pendiente (%)
I	0-2
II	Menor a 5
III	Menor a 12
IV	Menor a 25
V	Hasta 12
VI	Menor a 40
VII	Menor a 70
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

Del cuadro 2.3, se puede notar que a la clase de tierra VIII corresponde la denominación “cualquiera”, a la cual pueden corresponder los diferentes rangos del catálogo de objetos detallados en cuadro 2.2.

b. Profundidad efectiva

La profundidad efectiva de un suelo constituye el espesor de las capas del suelo y subsuelo en las cuales las raíces pueden penetrar sin dificultad, en busca de agua, nutrimentos y sostén. Al estar su límite inferior definido por capas u horizontes compactos que impiden el desarrollo de las raíces, como arcillas muy densas y compactas, horizontes cementados, compactos, estratos rocosos o pedregoso continuos, nivel freático asociado con gleyzación u horizontes con concreciones tóxicas de algún elemento como Cu, Mn o Ca, ésta variable puede marcar la diferencia entre un suelo productivo y otro que no lo sea, pues esta propiedad regula directa o indirectamente varias funciones de los suelos agrícolas en beneficio de las plantas. En el cuadro 2.4, se presentan

las clases de profundidad establecidas en el catálogo de objetos (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

Cuadro 2.4. Categorías de profundidad efectiva de los suelos

Etiqueta o categoría	Símbolo	Descripción
Muy superficial	Ms	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase de 0 a 10 cm de profundidad.
Superficial	S	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase de 11 a 20 cm de profundidad.
Poco profundo	Pp	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase de 21 a 50 cm de profundidad.
Moderadamente profundo	M	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase de 51 a 100 cm de profundidad.
Profundo	P	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase > 100 cm de profundidad.

Fuente: Catálogo de Objetos. CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

Los cinco rangos de profundidad definidos en el cuadro superior se relacionaron en forma general con las clases de capacidad de uso de tierra como se indica en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.5. Clase de capacidad de uso de la tierra por la profundidad efectiva

Clase	Profundidad (cm)
I	Mayor a 100
II	Mayor a 50
III	Mayor a 20
IV	Mayor a 20
V	Cualquiera
VI	Mayor a 50
VII	Mayor a 20
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

Del cuadro 2.5, se puede notar que a la clase de tierra V y VIII corresponde la denominación “cualquiera”, a la cual pueden corresponder los diferentes rangos del catálogo de objetos detallados en cuadro 2.4

c. Textura

La textura se define como el porcentaje en peso del suelo mineral que queda comprendido en varias fracciones de tamaño de partículas. La importancia de conocer la textura o clase textural a la que pertenece un suelo consiste en que permite hacer una deducción aproximada de las propiedades generales del suelo, y así ajustar las prácticas de manejo, labranza, riego y fertilización de este a fin de obtener mayor eficiencia en la producción agrícola. La información relativa a la textura del suelo también puede utilizarse para clasificar suelos, evaluar y valorar tierras, determinar la capacidad de uso, etc. En el cuadro 2.6, se presentan las clases texturales establecidas en el catálogo de objetos (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

Cuadro 2.6. Subclases de textura, según el triángulo de texturas de suelos

ETIQUETA O CATEGORIA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
ARENA	A	
ARENA MUY FINA	AMF	
ARENA FINA	Afi	Tiene un buen drenaje y se cultivan con facilidad, pero también se secan fácilmente y los nutrientes se pierden por lavado.
ARENA MEDIA	AMF	
ARENA GRUESA	AG	
ARENO FRANCOSO	AF	
FRANCO	F	
FRANCO ARENOSO	FA	
FRANCO LIMOSO	FL	Muestran mayor capacidad de uso agrícola.
FRANCO ARCILLOSO	FY	
FRANCO ARCILLO – ARENOSO	FYA	
FRANCO ARCILLO – LIMOSO	FYL	
LIMOSO	L	Son texturas que dan una sensación harinosa (como polvo de talco). Tienen velocidad de infiltración baja, almacenamiento de nutrientes medio.
ARCILLOSO	Y	
ARCILLO – ARENOSO	YA	Tienden a no drenar bien, se compactan con facilidad y se cultivan con dificultad y, a su vez, presentan una buena capacidad de retención de agua y nutrientes.
ARCILLO – LIMOSO	YL	
ARCILLA PESADA	YP	

Fuente: Catálogo de Objetos. CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

Para la caracterización de la variable textura superficial, en el presente estudio se establecieron cinco grupos, los cuales se indican en el cuadro 2.7.

Cuadro 2.7. Agrupación de clases y subclases de texturas

GRUPOS TEXTURALES				
GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
Franco	Franco arcilloso	Arcillo – arenoso	Arenas (muy fina, fina, media y gruesa)	Arcilla pesada
Franco arcillo – arenoso	Franco arcillo – limoso	Arcillo – limoso		
Franco arenoso		Arcillo – francoso		
Franco limoso	Limo	Arcilloso		

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

El grupo 1 corresponde a la clase de tierra I, el grupo 1, 2 y 3 a la clase II, los grupos 1, 2, 3 y 4 a la clase III, en tanto que para las clases de tierra IV, V, VI, VII y VIII se atribuirá la denominación “cualquiera”, entendiéndose con ello, que cualquier grupo textural incluyendo el 5, puede corresponder a dichas clases. Las clases texturales que se muestran en el cuadro 2.7, fueron agrupadas de acuerdo a su comportamiento, limitaciones y propiedades en cinco grupos que se definen a continuación:

- **Grupo textural G1**

Son texturales equilibradas en relación a la combinación de partículas (arena, limo y arcilla), incluyen a suelos que presentan propiedades físicas, químicas y biológicas apropiadas para la mayoría de cultivos, así no muestran problemas de permeabilidad y compacidad, tienen moderada plasticidad razones por las cuales son de fácil laboreo, tienen una buena capacidad de almacenamiento de agua y nutrientes (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

- **Grupo textural G2**

Las texturas moderadamente finas agrupan a suelos que presentan propiedades físicas químicas con ciertas limitaciones, pueden presentar problemas de permeabilidad y compacidad en suelos muy limosos, el

almacenamiento de agua y nutrientes es de media a baja (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

- **Grupo textural G3**

El grupo incluyen a clases texturales que por su mayor contenido de arcilla o arena muestran problemas, así; las texturas arcillosas tienen permeabilidad baja y son susceptibles a compacidad alta, muestran alta capacidad de retención de agua y mayor plasticidad, por lo que dificultan el laboreo, tienen alta fertilidad química por la naturaleza de su mineralogía. Las texturas areno francosas tienen permeabilidad alta y compacidad de media a baja (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

- **Grupo textural G4**

Este grupo incluye a las texturas arenosas muy finas, finas, medias y gruesas que tienen permeabilidad alta y compacidad baja, muestran baja capacidad de retención de agua y baja plasticidad, por lo que facilitan el laboreo, además poseen una baja capacidad de almacenamiento de nutrientes por lo que presentan una baja fertilidad química (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

- **Grupo textural G5**

A este grupo corresponden las texturas de arcilla pesada las cuales se caracterizan por una permeabilidad baja y compacidad alta, y una alta capacidad de retención de agua, por lo que dificultan el laboreo, debido a su elevada plasticidad (estado húmedo) o compacidad (en seco), cuentan con una alta capacidad de almacenamiento de nutrientes por lo tanto presentan alta fertilidad química; en donde la arcilla actúa en el suelo como un almacén de reservas para los nutrientes y del agua contra la fuerza de gravedad (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

d. Pedregosidad

Se refiere a la presencia o ausencia de fragmentos gruesos superficiales o presentes en los horizontes de solum que afecten a la mecanización y desarrollo de la plantas; también incluyen aquellos que se exponen parcialmente; están descritos en términos de porcentaje de cobertura. La pedregosidad es considerada un factor limitante para el uso del territorio (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

Cuadro 2.8. Categorías de pedregosidad de los suelos

Etiqueta	Símbolo	Descripción
Sin	S	No posee fragmentos gruesos.
Muy pocas	M	< 10 % de fragmentos gruesos, y no interfieren con el laboreo.
Poca	P	10 a 25 % de fragmentos gruesos, existe interferencia con el laboreo, es posible el cultivo de plantas de escarda (maíz, plantas con raíces útiles y tubérculos).
Frecuente	F	25 a 50 % de fragmentos gruesos, existe dificultad para el laboreo, es posible la producción de heno y pasto.
Abundantes	A	50 a 75 % de fragmentos gruesos, no es posible el uso de maquinaria agrícola, solo se puede utilizar máquinas livianas y herramientas manuales.
Pedregoso o rocoso	R	> 75 % de fragmentos gruesos en la superficie, excesivamente pedregoso como para ser cultivado.

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

Las categorías de pedregosidad definidos previamente en el cuadro 2.8 se relacionaron en forma general con las clases de capacidad de uso de tierra como se indica en el cuadro 2.9.

Cuadro 2.9. Clase de capacidad de uso de la tierra por la pedregosidad

Clase	Pedregosidad
I	Menor a 10 %
II	Menor a 25 %
III	Menor a 25 %
IV	Menor a 25 %
V	Menor a 50 %
VI	Menor a 25 %
VII	Menor a 50 %
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

En el cuadro 2.9, se observa que a la clase I corresponde la categoría de pedregosidad “menor a 10 %”, a la clase II, III, IV y VI corresponde la categoría

de pedregosidad “menor a 25 %”, a la clase V y VII, corresponde la categoría de pedregosidad “menor a 50 %”, en tanto que para la clase de tierra VIII se atribuirá la denominación “cualquiera”, entendiéndose con ello, que cualquier categoría de pedregosidad incluyendo “mayor a 75 %”, puede corresponder a dichas clases (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

e. Fertilidad

La fertilidad de un suelo se puede definir como la capacidad de éste para suministrar los nutrimentos apropiados, en cantidades adecuadas y proporciones balanceadas para el crecimiento normal de las plantas, cuando otros factores abióticos como luz, temperatura y condiciones físicas y biológicas son favorables. Un suelo es fértil cuando tiene una alta capacidad de intercambio catiónico, lo que le permite retener una apreciable cantidad de cationes, sin que sean lixiviados por el agua de percolación. Además, tiene que ocurrir que el porcentaje de saturación de bases sea alto; ya que la mayor parte de los cationes básicos son los realmente importantes, mientras que los cationes ácidos tienen efectos negativos. Es decir la fertilidad potencial depende de la capacidad de intercambio catiónico, el nivel de nutrientes, el pH y el porcentaje de saturación de bases (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

Cuadro 2.10. Niveles de fertilidad natural

Etiqueta o categoría	Símbolo	Descripción
Muy baja	Mb	Baja capacidad de intercambiar los cationes, muy baja disponibilidad de nutrientes debido al bajo pH, muy baja saturación de bases, suelos con texturas arenosas y contenidos de materia orgánica muy bajos.
Baja	B	Escasa capacidad de intercambio de cationes, baja disponibilidad de nutrientes, baja saturación de bases, suelos con contenidos de materia orgánica bajos y de textura de arenosos a arenos francos.
Mediana	M	Moderada capacidad de intercambio catiónico, buena disponibilidad de nutrientes, mediana saturación de bases, estos suelos presentan clases texturales variables de arcillosos a francos, con contenidos de materia orgánica medios.
Alta	A	Alta capacidad de intercambio catiónico, alta saturación de bases y óptima disponibilidad de nutrientes, suelos con altos contenidos de materia orgánica y de texturas francas

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

Cuadro 2.11. Estimación de la fertilidad para suelos de la Costa

NIVEL DE FERTILIDAD NATURAL	pH	CAPACIDAD INTERCAMBIO CATIÓNIC (meq/100g)	SATURACIÓN DE BASES (%)	MATERIA ORGÁNICA (%)	TEXTURA SUPERFICIAL
MUY BAJA	Ácido (5,0 a 5,5)	Menor a 10	Menor a 35	Menor a 0,5	Arena Arena muy fina Arena-fina
BAJA	Medianamente ácido (>5,5 a 6,0)	Entre 10 a 15	Menor a 35	Entre 0,5 a 1,0	Arena-media Arena-gruesa Areno-francoso
MEDIANA	Ligeramente ácido (>6,0 a 6,5)	Entre 15 a 20	Entre 35 a 50	Entre 1,0 a 2,0	Franco Franco-arenoso Franco-limoso Franco arcilloso
ALTA	Prácticamente neutro y neutro (>6,5 a 7,5)	Mayor a 20	Mayor a 50	Mayor a 2,0	Franco arcillo arenoso Franco arcillo limoso Limoso Arcilloso Arcillo-arenoso Arcillo-limoso Arcilla pesada

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

Cuadro 2.12. Clase de capacidad de uso de la tierra por fertilidad

Clase	Fertilidad
I	Alta
II	Alta y mediana
III	Alta, mediana y baja
IV	Alta, mediana y baja
V	Cualquiera
VI	Cualquiera
VII	Cualquiera
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

En el cuadro 2.12, se observa que a la clase I corresponde la categoría de fertilidad “alta”, a la clase II, la categoría “alta y mediana”, a la clase III y IV, corresponden las categorías “alta, mediana y baja”, en tanto que para las clases de tierra V, VI, VII y VIII se atribuirá la denominación “cualquiera”, entendiéndose con ello, que cualquier categoría de fertilidad, puede corresponder a dichas clases (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

f. Salinidad

La salinidad es una característica del suelo que se debe a su contenido excesivo de sales y en especial de sodio (Na), limita el crecimiento de los cultivos, debido a que las plantas no pueden absorber una cantidad suficiente de agua para funcionar adecuadamente (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

Conforme se produce el incremento de las sales en el suelo, se hace más difícil para las raíces de las plantas absorber agua. Muchos cultivos sensitivos a las sales presentan síntomas de insuficiencia hídrica con sus hojas achurruscadas. Existe un progresivo decrecimiento en el desarrollo y rendimiento a medida que los índices salinos se incrementan (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

Este proceso puede tener lugar en ambientes áridos (régimen de humedad arídico) y semiáridos (régimen de humedad xérico), en llanuras costeras, estuarios y deltas en donde los suelos acumulan sales procedentes del material original así como también se puede presentar en zonas de cultivos por acción antrópica. En el cuadro 2.13, se presentan las clases de salinidad establecidas en el catálogo de objetos (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

Cuadro 2.13. Niveles de Salinidad del suelo

Etiqueta o categoría	Símbolo	Descripción
No salino	NS	< 2,0 dS/m. Nivel de sales que no limitan el rendimiento.
Ligeramente salino	LS	2,0 a 4,0 dS/m. Nivel de sales ligeramente tóxico con excepción de cultivos tolerantes.
Salino	S	> 4,0 a 8,0 dS/m. Nivel de sales tóxico en mayoría de cultivos.
Muy salino	MS	> 8,0 a 16,0 dS/m. Nivel de sales muy tóxico en los cultivos.
Extremadamente salino	ES	> 16,0 dS/m. Nivel de sales muy tóxico en los cultivos.

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

Cuadro 2.14. Clase de capacidad de uso de la tierra por salinidad

Reclasificación (Clases)	Salinidad (dS/m)
I	Menor a 2
II	Menor a 4
III	Menor a 8
IV	Cualquiera
V	Cualquiera
VI	Cualquiera
VII	Cualquiera
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

En el cuadro 2.14, se presenta que a la clase I corresponde la categoría de salinidad “menor a 2”, a la clase II, corresponde la categoría de salinidad “menor a 4”, para la clase III corresponde la clase “menor a 8”, en tanto que para las clases de tierra IV, V, VI, VII y VIII se atribuirá la denominación “cualquiera”, entendiéndose con ello, que cualquier categoría de salinidad incluyendo la categoría “16 y mayor a 16”, puede corresponder a dichas clases (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

g. Toxicidad

La toxicidad se define como el efecto negativo que producen los aniones y cationes sobre las plantas cuando se encuentran presentes en exceso en el suelo (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

La toxicidad por acidez ocurre en los suelos minerales donde la hidrólisis del aluminio intercambiable es la fuente principal de iones hidrógeno, por lo que el grado de acidez del suelo está íntimamente relacionado con el aluminio intercambiable presente en el complejo coloidal (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

Cuadro 2.15. Categorías de toxicidad de los suelos

Etiqueta o categoría	Símbolo	Rango	Descripción
Sin o nula	S	-	Ausencia de acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra. Ausencia de carbonatos, sin reacción al HCl.
Ligera (ac)	La	< 0,50 meq/100ml	Ligera acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.
Media (ac)	Ma	0,50 - 1,5 meq/100ml	Media acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.
Alta (ac)	Aa	> 1,5 meq/100ml	Alta acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.
Ligera (car)	Lc	0 - 10 %	Reacción Ligera al HCl, presencia de pequeñas burbujas. Contenido de carbonatos muy bajo y bajo.
Media (car)	Mc	11 - 25 %	Reacción moderada al HCl, presencia de burbujas con espuma baja. Contenido de carbonatos normal.
Alta (car)	Ac	> 25 %	Reacción fuerte y extremadamente fuerte al HCl, presencia de efervescencia con burbujas y espuma alta. Contenido de carbonatos alto y muy alto.

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

Cuadro 2.16. Niveles de toxicidad del suelo (Acidez)

NIVEL DE TOXICIDAD	Aluminio e Hidrógeno Intercambiable (meq/100 ml)	Aluminio Intercambiable (meq/100 ml)
Sin o nula	0	0
Ligera	< 0,5	< 0,3
Media	0,5 a 1,0	0,3 a 1,0
Alta	> 1,5	> 1,0

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

Cuadro 2.17. Niveles de toxicidad del suelo (Carbonatos)

NIVEL DE TOXICIDAD	Reacción al HCl	% de Carbonatos (CaCO ₃)
Sin o nula	Ninguna burbuja se forma	0
Ligera	Numerosas o pocas burbujas se forman	0 – 10
Media	Burbujas con espuma baja	10 – 25
Alta	Burbujas con espuma alta	> 25

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

Cuadro 2.18. Clases de capacidad de uso de la tierra por toxicidad

Clase	Toxicidad
I	Sin o nula
II	Sin o nula y ligera
III	Sin o nula, ligera y media
IV	Cualquiera
V	Cualquiera
VI	Cualquiera
VII	Cualquiera
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

En el cuadro 2.18, se observa que a la clase I corresponde la categoría de toxicidad “sin o nula”, a la clase II corresponde la categoría “sin o nula y ligera”, a la clase III corresponde la categoría “sin o nula, ligera y media”, en tanto que para las clases de tierra IV, V, VI, VI y VIII se atribuirá la denominación “cualquiera”, entendiéndose con ello, que cualquier categoría de toxicidad, puede corresponder a dichas clases (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

h. Drenaje

El drenaje de un suelo expresa la rapidez con que se elimina el agua sobrante en relación con las aportaciones (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

La clase de drenaje es un atributo del suelo que viene determinado por un conjunto de propiedades (estructura, textura, porosidad, existencia de una capa impermeable, permeabilidad, posición del suelo en el paisaje y color). Es necesario evaluar esta variable debido a que la misma condiciona el uso del suelo ya que sirve para diagnosticar zonas inundables, zonas húmedas y definir limitaciones para el desarrollo de las raíces. En el cuadro 2.19, se presentan las clases de drenaje establecidas en el catálogo de objetos (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

Cuadro 2.19. Clases de drenaje en los suelos

Etiqueta o categoría	Símbolo	Descripción
Excesivo	E	Eliminación rápida del agua en relación al aporte por la lluvia. Suelos de texturas gruesas. Normalmente ningún horizonte permanece saturado durante varios días después de un aporte de agua.
Bueno	B	Eliminación fácil del agua de precipitación, aunque no rápidamente. Suelos de textura media a fina. Algunos horizontes pueden permanecer saturados durante unos días después de un aporte de agua. Sin moteados en los 100 cm superiores o con menos de un 2 % entre los 60 y 100 cm.
Moderado	M	Eliminación lenta del agua en relación al aporte de agua. Suelos con un amplio intervalo de texturas. Algunos horizontes pueden permanecer saturados durante más de una semana después del aporte de agua. Moteados del 2 al 20 % entre 60 y 100 cm.
Mal drenado	X	Eliminación muy lenta del agua en relación al suministro. Suelos con un amplio intervalo de texturas. Los horizontes permanecen saturados por agua durante varios meses. Rasgos gléicos, propiedades estágnicas (moteados y coloraciones naranja o herrumbrosas en los canales de raíces). Problemas de hidromorfismo. Estas características se observan por lo general en zonas deprimidas y con régimen de humedad ácuico.

Fuente: Catálogo de Objetos. CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

Las clases de drenaje definidos previamente en el cuadro 2.19 se relacionaron en forma general con las clases de capacidad de uso de tierra como se indica en el cuadro 3.20.

Cuadro 2.20. Clase de capacidad de uso de la tierra por el drenaje

Clase	Drenaje
I	Bueno
II	Bueno y Moderado
III	Excesivo, Moderado y Bueno
IV	Cualquiera
V	Cualquiera
VI	Cualquiera
VII	Cualquiera
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

En el cuadro 2.20, se observa que a la clase I corresponde la categoría de drenaje “bueno”, a la clase II, corresponde la categoría de drenaje “bueno y moderado”, a la clase III, corresponde la categoría de drenaje “bueno, moderado y excesivo”, en tanto que para las clases de tierra IV, V, VI, VII y VIII se atribuirá la denominación “cualquiera”, entendiéndose con ello, que cualquier categoría de drenaje incluyendo “mal drenado”, puede corresponder a dichas clases (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

i. Inundabilidad

Inundación es la condición en la que el suelo es cubierto por agua. Encharcamiento es cuando el agua se encuentra en una depresión. Las inundaciones, están relacionadas precisamente con las precipitaciones intensas de carácter excepcional y de larga duración que aumentan considerablemente el caudal de los ríos, produciendo desbordamiento y generando inundaciones por anegamiento especialmente en aquellas áreas de topografía planas con suelos de texturas arcillosas. Las inundaciones se clasifican de acuerdo al número de días, semanas y meses que permanecen inundados, lo cual constituye un factor importante para los cultivos (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

Cuadro 2.21. Duración de inundaciones

Etiqueta o categoría	Símbolo	Tiempo	Descripción
Sin o muy corta	O	0 a 1 mes	Suelos con ninguna presencia de agua o máximo durante un mes.
Corta	C	1 a 3 meses	Suelos con presencia de agua durante uno a tres meses.
Mediana	M	3 a 6 meses	Suelos con presencia de agua durante tres a seis meses.
Larga	L	6 a 9 meses	Suelos con presencia de agua durante seis a nueve meses.
Permanente	P	> 9 meses	Suelos permanentemente inundados, más de 9 meses cubiertos de agua

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

Cuadro 2.22. Clase de capacidad de uso de tierra por periodos de inundación

Clase	Periodos de inundación
I	Sin o muy corta
II	Sin o muy corta
III	Sin o muy corta y corta
IV	Sin o muy corta y corta
V	Sin o muy corta, corta, mediana y larga
VI	Sin o muy corta y corta
VII	Sin o muy corta, corta y mediana
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

En el cuadro 2.22, se observa que a la clase I corresponde la categoría de periodos de inundación “Sin u ocasional”, a la clase II, III, IV y VI corresponde

la categoría “Sin u ocasional, muy corto y corto”, a la clase V, corresponde la categoría “Sin u ocasional, muy corto, corto, mediano y largo“, para la clase VII corresponde la categoría “Sin u ocasional, muy corto, corto y mediano”, en tanto que para la clase de tierra VIII se atribuirá la denominación “cualquiera”, entendiéndose con ello, que cualquier categoría de periodos de inundación, puede corresponder a dichas clases (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

j. Zonas de humedad

El clima constituye uno de los factores determinantes en el tipo de suelo y de vegetación e influye por lo tanto, en los aspectos de la vida humana y en la utilización de la tierra, por lo que su consideración resulta imprescindible en los estudios del medio biofísico que abarquen zonas con distintos climas, como es el caso de la clasificación de tierras. El clima determina la elección de cultivos, también decide el lugar donde puede cultivarse las primeras materias primas; este además controla no solamente la existencia sino también las dirección de las rutas comerciales (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

Las zonas de humedad (Cuadro 2.23) se definieron utilizando como base el cuadro 2.24 que reúne las características de las diferentes zonas climáticas del Ecuador (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

Cuadro 2.23. Zonas de humedad del Ecuador

Zonas de Humedad	Descripción
Árida	Zonas con 12 meses secos al año, donde la precipitación es menor a 300 mm y déficit hídrico mayor a 1 000 mm.
Muy seca	Zonas con 10 a 11 meses secos al año, se presenta en los pisos altitudinales: bajo, donde la precipitación es de 300 a 600 mm y déficit hídrico de 850 a 1 000 mm; e intermedio con precipitaciones que van de 700 a 1 000 mm y déficit hídrico de 300 a 800 mm.
Seca	Zonas con 8 a 10 meses secos al año, se presenta en los pisos altitudinales: bajo, donde la precipitación de 500 a 2 000 mm y déficit hídrico de 500 a 850 mm; intermedio, precipitación de 400 a 1 000 mm y déficit hídrico de 150 a 600 mm y alto, precipitación menores a 600 mm y déficit hídrico de mayores a 150 mm.
Húmeda	Zonas con 4 a 8 meses secos al año, se presenta en los pisos altitudinales: bajo, donde la precipitación va de 600 a 2 500 mm y déficit hídrico de 250 a 500 mm; intermedio, con precipitaciones de 800 a 1 500 mm y déficit hídrico de 100 a 300 mm; alto, con precipitaciones

	de 600 a 1 200 mm y déficit hídrico de 50 a 150 mm y muy alto, precipitación de 600 mm y déficit hídrico de 140 mm.
Muy húmeda	Zonas con 1 a 4 meses secos al año, se presenta en los pisos altitudinales: bajo, donde la precipitación va de 1 000 a 4 000 mm y déficit hídrico de menores a 250 mm; intermedio, precipitación de 700 a 3 000 mm y déficit hídrico de menores a 150 mm; alto, precipitación de 600 a 2 000 mm y déficit hídrico menores de 50 mm y muy alto, precipitación de 1 100 mm y déficit hídrico de 20 mm.
Hiperhúmeda	Zonas sin meses secos al año, se presenta en los pisos altitudinales, donde la precipitación va de 3 000 a 6 500 mm; intermedio, precipitación de 1 000 a 4 000 mm; alto, precipitación de 1 000 a 3 000 mm; y, muy alto, precipitación de 1 000 a 2 000mm, no presentan déficit hídrico.

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

Cuadro 2.24. Características de las zonas climáticas del Ecuador

Pisos altitudinales		Bajo	Intermedio	Alto	Muy Alto
Límites		0-(1600) 1800 m	1600 (1800) - (2800) 3200 m	2800 (3200) - 3600 m	>3600 m
Temperatura promedio anual		> 20° / 22°	13° - 20° / 22°	10° - 13°	<10°
Zona de humedad	N				
Árida	12	P: <300 mm D: >1000 mm			
Muy seca	10 - 11	P: 300 - 600 mm D: 850 - 1000 mm	700 - 1000 mm 300 - 800 mm		
Seca	8 - 10	P: 500 - 2000 mm D: 500 - 850 mm	400 - 1000 mm* 150 - 600 mm	< 600 mm > 150 mm	
Húmeda	4 - 8	P: 600 - 2500 mm	800 - 1500 mm	600 - 1200 mm*	600 mm

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

• Precipitación

Se define como la cantidad de agua caída en una zona determinada, ya sea en forma de lluvia, nieve, granizo o rocío, desde las nubes a la superficie de la tierra. El término precipitación es utilizado para determinar la caída de agua, tanto en estado sólido como en estado líquido. Se mide en alturas de precipitación, su unidad es el milímetro que equivale a la altura obtenida por la caída de un litro de agua sobre la superficie de un metro cuadrado (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

• Déficit Hídrico

Definida como la variable que resulta de la comparación de la evapotranspiración potencial y de la precipitación lo cual permite

determinar, periodos o valores absolutos de déficit de agua para el aprovechamiento de especies vegetales (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

- **Meses secos**

Define los meses durante los cuales la evapotranspiración potencial (ETP) es superior a las precipitaciones (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

Cuadro 2.25. Clases de capacidad de uso de la tierra por zonas de humedad

Clases	Zonas de Humedad
I	Húmeda
II	Húmeda, seca y muy húmeda
III	Húmeda, seca, muy húmeda y muy seca
IV	Cualquiera
V	Húmeda, seca, muy húmeda y muy seca
VI	Húmeda, seca, muy húmeda y muy seca
VII	Cualquiera
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

En el cuadro 2.25, se presentan las zonas de humedad para las clases de tierra, en donde se observa que para las clase IV, VII y VIII las cuales corresponde la denominación “cualquiera”, entendiéndose con ello, que cualquier categoría de zonas de humedad puede corresponder a dichas clases (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

k. Zonas de temperatura

La temperatura es el elemento climático que indica el grado de calor o frío sensible en la atmósfera, teniendo como fuente generadora de dicho calor al sol. La tierra no recibe igual energía solar en todas sus partes, por lo tanto hay variación de temperatura y ésta es dada por muchas causas: la altitud, distancia al mar, la latitud, vegetación, diferencia de temperatura del día y

noche, hora del día, época del año y otros factores. Tiene un fuerte impacto sobre los suelos (producción de biomasa, humificación y procesos degradativos como erosión, compactación y contaminación). Su importancia radica en su impacto relativo sobre las condiciones de desarrollo específico de los diferentes cultivos (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

Cuadro 2.26. Regímenes de temperatura

Zonas de temperatura	Rango de Temperatura (°C)
Isohipertérmico	> 22
Isotérmico	> 13 –22
Isoméxico	10 – 13
Isofrío	< 10

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

Cuadro 2.27. Clases de capacidad de uso de la tierra por regímenes de temperatura

Clase agrológica	Zonas de Temperatura
I	Isohipertérmico e Isotérmico
II	Isohipertérmico e Isotérmico
III	Isohipertérmico, Isotérmico, Isoméxico
IV	Isohipertérmico, Isotérmico, Isoméxico
V	Isohipertérmico, Isotérmico, Isoméxico
VI	Isohipertérmico, Isotérmico, Isoméxico
VII	Isohipertérmico, Isotérmico, Isoméxico
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

En el cuadro 2.27, se presentan las zonas de temperatura para las diferentes clases de tierra, en donde se observa que para la clase VIII la cual corresponde la denominación “cualquiera”, entendiéndose con ello, que cualquier categoría de zonas de temperatura incluyendo la categoría “muy fría” puede corresponder a dichas clases (Sistema Nacional de Información SNI, 2012).

2.3.1.2. Etapa 2: Definición de parámetros

Con la finalidad de caracterizar a las clases de capacidad de uso en función de las variables escogidas en la etapa 1, se establecieron las especificaciones técnicas o parámetros mínimos considerando las descripciones y categorías de cada variable para las ocho clases de tierra, que se presenta en el cuadro 2.28.

Cuadro 2.28. Parámetros que definen las clases de capacidad de uso de las tierras

Factor	Variables	Clases de Capacidad de Uso							
		Agricultura y otros usos – arables				Poco riesgo de erosión	Aprovechamiento forestales o con fines de conservación - No arables		
		Sin limitaciones a ligeras		Con limitaciones de ligeras a moderadas		Con limitaciones fuertes a muy fuertes	Con limitaciones muy fuertes		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Erosión	Pendiente (%)	0 a 2	Menor a 5	Menor a 12	Menor a 25	Hasta 12	Menor a 40	Menor a 70	Cualquiera
	Profundidad efectiva (cm)	Mayor a 100	Mayor a 50	Mayor a 20	Mayor a 20	Cualquiera	Mayor a 50	Mayor a 20	Cualquiera
Suelo	Textura superficial	Grupo 1	Grupo 1, 2 y 3	Grupo 1, 2, 3 y 4	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
	Pedregosidad (%)	Menor a 10	Menor a 25	Menor a 25	Menor a 25	Menor a 50	Menor a 25	Menor a 50	Cualquiera
	Fertilidad	Alta	Alta y mediana	Alta, mediana y baja	Alta, mediana y baja	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
	Salinidad (dS/m)	Menor a 2	Menor a 4	Menor a 8	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
	Toxicidad	Sin o nula	Sin o nula y ligera	Sin o nula, ligera y media	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Humedad	Drenaje	Bueno	Bueno y moderado	Excesivo, moderado y bueno	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
	Periodos de inundación	Sin o muy corta	Sin o muy corta	Sin o muy corta y corta	Sin o muy corta y corta	Sin o muy corta, corta, mediana y larga	Sin o muy corta y corta	Sin o muy corta, corta y mediana	Cualquiera
Climático	Zonas Humedad	Húmeda	Húmeda, seca y muy húmeda	Húmeda, seca y muy húmeda y muy seca	Húmeda, seca y muy húmeda y muy seca e hiperhúmeda	Húmeda, seca, muy húmeda y muy seca	Húmeda, seca, muy húmeda y muy seca	Cualquiera	Cualquiera
	Regímenes de temperatura del suelo	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico, isotérmico e isomésico	Isohipertérmico, isotérmico e isomésico	Isohipertérmico, isotérmico e isomésico	Isohipertérmico, isotérmico e isomésico	Isohipertérmico, isotérmico e isomésico	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (SIGAGRO). 2011

2.3.2. SISTEMA DE LA USDA-LCC

De la Rosa, D. (2008) en su investigación acerca del sistema de evaluación de suelos USDA-LCC <<Land Capability Classification>> considerado el de mayor difusión y más ampliamente utilizado y adoptado para investigaciones de usos de suelo. Este sistema desarrollado por Klingebiel y Montgomery (1961), en el departamento de agricultura de EE.UU. (USDA), cuya primera versión apareció en los años 1940, fue la principal herramienta para formular los usos más adecuados del territorio y las recomendaciones sobre prácticas de conservación de suelos.

El sistema USDA-LCC muestra algunas descripciones donde cada una de las ocho clases se define por el grado de limitación de los criterios de diagnósticos considerados. Conforme aumentan las limitaciones disminuyen las opciones de uso quedando las cuatro primeras Clases (I a IV) reservadas para los usos agrícolas y las cuatro restantes (V a VIII) para usos no agrícolas tales como pastos, bosques y espacios protegidos, entre otros aspectos de vital importancia durante las investigaciones realizadas (De la Rosa, D. 2008).

Según Ministerio de Defensa Nacional, Instituto Espacial Ecuatoriano, SENPLADES, MAGAP. 2012. menciona las principales características de las ocho clases de suelos que las relacionan a continuación:

- **Clase I.** Los suelos de la clase I no tienen, o sólo tienen ligeras, limitaciones permanentes o riesgos de erosión. Son excelentes. Pueden cultivarse con toda seguridad empleando métodos ordinarios. Estos suelos son profundos, productivos, de fácil laboreo y casi llanos. No presentan riesgo de encharcamiento, pero tras un uso continuado pueden perder fertilidad.
- **Clase II.** Esta clase la integran suelos sujetos a limitaciones moderadas en el uso. Presentan un peligro limitado de deterioro. Son suelos

buenos. Pueden cultivarse mediante labores adecuadas, de fácil aplicación.

- **Clase III.** Los suelos de esta clase se hallan sujetos a importantes limitaciones en su cultivo. Presentan serios riesgos de deterioro. Son suelos medianamente buenos. Pueden cultivarse de manera regular, siempre que se les aplique una rotación de cultivos adecuada o un tratamiento pertinente. Sus pendientes son moderadas, el riesgo de erosión es más severo en ellos y su fertilidad es más baja.
- **Clase IV.** Esta clase está compuesta por suelos con limitaciones permanentes y severas para el cultivo. Son suelos malos. Pueden cultivarse ocasionalmente si se les trata con gran cuidado. Generalmente deben limitarse a cultivos herbáceos.
- **Clase V.** Los suelos de esta clase deben mantener una vegetación permanente. Pueden dedicarse a pastos o a bosques. La tierra es casi horizontal. Tienen escasa o ninguna erosión. Sin embargo, no permiten el cultivo, por su carácter encharcado, pedregoso, o por otras causas. El pastoreo debe ser regulado para evitar la destrucción de la cubierta vegetal.
- **Clase VI.** Los suelos de esta clase deben emplearse para el pastoreo o la silvicultura y su uso entraña riesgos moderados. Se hallan sujetos a limitaciones permanentes, pero moderadas, y no son adecuados para el cultivo. Su pendiente es fuerte, o son muy someros. No se debe permitir que el pastoreo destruya su cubierta vegetal.
- **Clase VII.** Los suelos de esta clase se hallan sujetos a limitaciones permanentes y severas cuando se emplean para pastos o silvicultura. Son suelos situados en pendientes fuertes, erosionados, accidentados, someros, áridos o inundados. Su valor para soportar algún aprovechamiento es mediano o pobre y deben manejarse con cuidado.

- **Clase VIII.** Los suelos de esta clase no son aptos ni para silvicultura ni para pastos. Deben emplearse para uso de la fauna silvestre, para esparcimiento o para usos hidrológicos. Suelos esqueléticos, pedregosos, rocas desnudas, en pendientes extremas, etc.

2.4. ÁREAS HOMOGÉNEAS

Se define como áreas homogéneas aquellas zonas que participan de una cierta unidad funcional (en su sentido más amplio) y tipológica que les confiere un particular valor potencial, considerando criterios de homogeneidad funcional y tipológica dentro de las propias áreas y respecto al conjunto de la ciudad, las áreas urbanas homogéneas toman como unidad de análisis el barrio, la calle o el conjunto de objetos arquitectónicos y paisajísticos que se desean rescatar o consolidar, se trata de definir espacialmente áreas a través de un conjunto de características de ese espacio que a su vez las diferencie de las áreas vecinas (Gobierno de Buenos Aires. s,f).

Osorio, N. (s,f.) Establece en su investigación de muestro de suelo que es necesario identificar los diferentes tipos de suelos y los límites que estos suelos tienen dentro del paisaje para definir las unidades de muestreo. Debido a que usualmente los límites del suelo coinciden con el cambio en la pendiente del terreno (plano vs. inclinado), material parental (terrazza aluvial vs. coluvio), uso (pastura vs. bosque), manejo (fertilizado vs. no fertilizado), etc. Cada tipo de suelo se considerará como un terreno homogéneo e independiente (unidad de muestreo), que debe ser identificado con base en las características mencionadas (pendiente, material parental, uso, manejo).

2.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Según Bernal, A. (2010) en su libro de Metodología de la Investigación, considera que el Método analítico-sintético estudia los hechos, partiendo de la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes para

estudiarlas en forma individual (análisis), y luego se integran esas partes para estudiarlas de manera holística e integral (síntesis).

De acuerdo a Bernal, A. (2010) en su libro de Metodología de la Investigación, considera que dentro de las visitas al área de estudio las técnicas que pueden emplearse son:

2.5.1. OBSERVACIÓN DIRECTA

Dentro de la visita al área de estudio, la observación fue vital para el reconocimiento de la misma y para hacer visible la realidad del problema existente acompañado de foto documentación y una toma de apuntes sobre cada detalle que se genere.

2.5.2. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS

Para el procesamiento de datos y visibilizar los resultados se utilizó la estadística descriptiva con la distribución de frecuencias como tablas, histogramas o gráficos; medidas de tendencia central como media o promedio.

2.6. INDICADORES DE LA CALIDAD DEL SUELO

Las propiedades físicas son componentes importantes de la calidad de los suelos que resultan del equilibrio entre las fases sólida, líquida y gaseosa (Astier et al., 2002) citado por Rosas, G; Muñoz, J; Suárez; J. (2016). La calidad relaciona la retención de humedad, la aireación, la actividad de los organismos, el desarrollo de raíces y el soporte de las plantas (Veun *et al.*, 2014) citado por Rosas, G; Muñoz, J; Suárez; J. (2016) con la productividad del suelo.

Para Bautista, A. *et al.*, (2004) las condiciones que deben cumplir los indicadores de calidad del suelo son:

2.6.1. INDICADORES FÍSICOS

Las características físicas del suelo son una parte necesaria en la evaluación de la calidad de este recurso porque no se pueden mejorar fácilmente (Singer y Ewing, 2000) citado por Bautista, A. *et al.*, (2004) Las propiedades físicas que pueden ser utilizadas como indicadores de la calidad del suelo son aquellas que reflejan la manera en que este recurso acepta, retiene y transmite agua a las plantas, así como las limitaciones que se pueden encontrar en el crecimiento de las raíces, la emergencia de las plántulas, la infiltración o el movimiento del agua dentro del perfil y que además estén relacionadas con el arreglo de las partículas y los poros. La estructura, densidad aparente, estabilidad de agregados, infiltración, profundidad del suelo superficial, capacidad de almacenamiento del agua y conductividad hidráulica saturada son las características físicas del suelo que se han propuesto como indicadores de su calidad.

2.7. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA –SIG

Para Arancibia, M. (2008) el gran avance tecnológico de los últimos tiempos, en particular el ocurrido en la informática, en la teledetección y los sensores remotos, tuvieron gran impacto en la Cartografía. La Cartografía es una disciplina esencial para otras como la geografía, que estudia los diferentes métodos sistemas, operaciones científicas y técnicas que permiten representar en un plano la superficie terrestre y los fenómenos o hechos que se desarrollan sobre ella. El producto de la representación recibe el nombre de cartografía, mapa o plano, dependiendo de la escala a la cual se dibuje.

Según Arancibia, M. (2008) las nuevas técnicas de levantamiento de datos y posibilidades de representación del espacio territorial y de los fenómenos que en él ocurren la hicieron, extraordinariamente, más eficaz. Sin embargo, la tecnología es sólo parte del complejo proceso de representación que objetiva transmitir informaciones georreferenciadas. La representación además de proyectada y reducida, es simbólica. Así, para alcanzar su objetivo, además de

precisa, la cartografía debe tener un lenguaje expresivo. Mezclando entonces, exactitud y signos, además de soporte y contenido, autoría.

Estudios realizados por Arancibia, M. (2008) señalan que los SIG constituyen una herramienta utilizada para la toma de decisiones, permitiendo al usuario decidir cómo manejar el territorio analizado, por medio del almacenamiento, procesamiento y análisis de la información. Los principales sistemas informáticos (softwares) para SIG utilizados en la actualidad son: ArcInfo, ArcView, ArcGis, GRASS, MapInfo, IDRISI, GéoConcept, entre otros. En un análisis del territorio, los SIG pueden entregar información de fenómenos geográficos diciendo que existe, dónde se localiza, qué y cómo ha evolucionado y cómo se distribuye.

Para Gómez, H. *et al.*, (2003) los mapas constituyen una importante fuente de datos para alimentar un SIG que se esté desarrollando para el estudio de áreas inestables. La utilización de una cartografía temática que incluya la representación visual de los resultados que arrojaron estudios previos de un área determinada, como geología, geomorfología y suelos, entre otros; significa un ahorro en tiempo y costo para la investigación a desarrollar. Por lo general, estos mapas temáticos son elaborados por especialistas que siguen procedimientos rigurosos de gabinete, campo y laboratorio, haciendo de estos mapas una fuente confiable de datos.

La información cartográfica elaborada en papel puede ser ingresada al sistema, rasterizada o digitalizada, utilizando para ello los recursos periféricos como el escáner o la mesa digitalizadora. Al ser operada dentro de la herramienta SIG, esta data cartográfica puede ser manipulada en forma de capas, las cuales poseen la bondad de estar georeferenciadas. Esto facilita, por ende, la realización de cálculos como la estimación de superficies, perímetros y distancias. Además, cada nuevo elemento que sea incorporado al mapa digitalizado quedará automáticamente bajo el sistema de coordenadas y datum preestablecido, es decir, en correspondencia precisa con la localización del fenómeno en el terreno (Gómez, H. *et al.*, 2003).

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

El estudio propuesto se enmarca en la normativa institucional (ESPAM MFL, 2012).

3.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en la microcuenca Cañas, parroquia Quiroga, cantón Bolívar, de la provincia de Manabí.

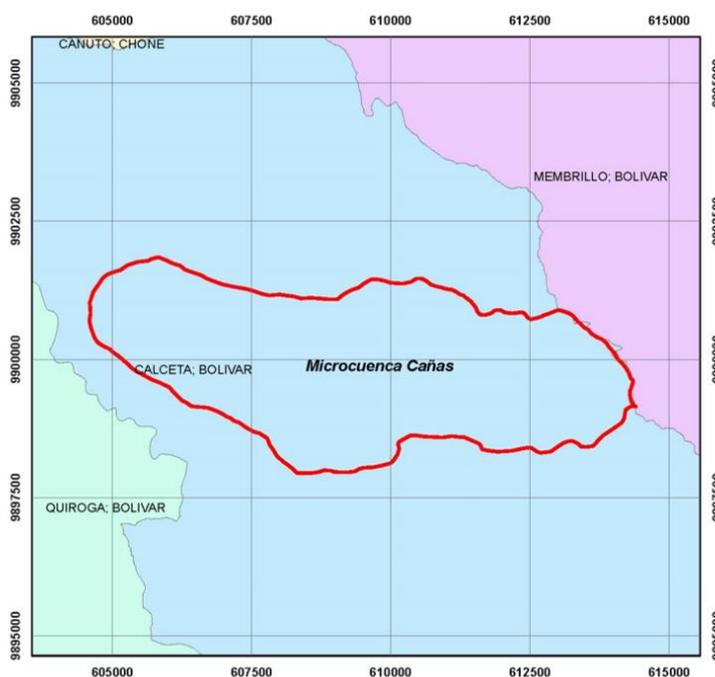


Figura. 3.1. Zona de estudio comunidad Cañas

Cuadro 3.1. Características de la zona de estudio

CARACTERÍSTICAS DE LA MICROCUENCA CAÑAS		
Altitud (msnm)	50 a 66 msnm en tierras bajas debido al espejo de agua en el embalse y 66 a 480 msnm en tierras altas.	
Latitud sur	0°53'22.2"S	
Longitud oeste	80°02'39.9"W	
Zona de vida (Holdridge)	BmsT	
Temperatura promedio anual (°C)	26	
Coordenadas UTM ZONA 17 SUR DATUM WGS84	X: 0606088	Y:9900824

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La presente investigación tuvo un periodo de duración de 12 meses a partir del mes de Octubre del 2015, hasta el mes de Septiembre del 2016.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según las características de los factores y su facilidad para ser manipulados, esta investigación fue de tipo cualitativo/cuantitativa no experimental; considerando simples descripciones subjetivas sobre las aptitudes del suelo para sus determinados usos de acuerdo a los establecido en el sistema USDA - LCC, agrupando así los diferentes tipos en ciertas clases a los cuales se les asigno una cifra respecto a los valores numéricos obtenidos por los análisis.

3.4. VARIABLES EN ESTUDIO

3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Conflictos del uso de suelo.

3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Sistema Americano del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos - Clasificación de la Capacidad Terrestre (USDA-LCC).

3.5. PROCEDIMIENTO

Para el desarrollo de la presente investigación, se establecieron tres fases con sus respectivas actividades a realizarse, las cuales estuvieron de acuerdo a los objetivos propuestos en esta investigación.

FASE 1: DETERMINACIÓN DE LA COBERTURA Y EL USO ACTUAL DEL SUELO EN LA MICROCUENCA CAÑAS.

Actividad 1.1: Recopilación de información

La obtención de la información se la realizó mediante la búsqueda y revisión de información bibliográfica en base a datos que se requieren para determinar los conflictos del uso del suelo, se efectuó la descripción del área de estudio mediante la obtención de información de varios estudios realizados de uso de suelo en la provincia de Manabí como también de instituciones que trabajen con información cartográfica física y digital, como el Instituto Espacial Ecuatoriano, Instituto Geográfico Militar, Sistema Nacional de Información, con los cuales se generó un mapa correspondiente a la cobertura y uso del suelo, procedemos a delimitar el área de estudio.

Actividad 1.2: Elaboración de un mapa de cobertura actual del suelo

Se realizó, para una mejor apreciación de los tipos de cobertura del suelo una visita de campo, con la ayuda de una imagen satelital mediante el software ArcGis versión 10.0, con datos correspondientes a la cobertura del suelo que se generó en base a la información obtenida.

FASE 2: IDENTIFICACIÓN DE LA APTITUD DEL USO DEL SUELO POR MEDIO DEL SISTEMA USDA-LCC.

Actividad 2.1: Establecer los puntos de muestreo de la zona

Mediante la observación del lugar de estudio y las visitas de campo que se realizó, se identificó los diferentes tipos de suelo existentes en la microcuenca y los límites que tienen dentro del paisaje para definir las unidades de muestreo, considerando al área de estudio como un terreno homogéneo e independiente de cada unidad de muestreo que se pueda obtener de este recurso, que fue muestreado en base a las características y usos del suelo. Para esto se tomó

en cuenta las diferentes alturas de las curvas de nivel como referencia a cada diez metros y a su vez utilizamos el mapa de cobertura y uso del suelo que nos permitieron establecer los 21 puntos de muestreo tomando 3 submuestras por cada punto establecido, con los cuales obtuvimos datos más reales y así se aplicó la homogenización de los suelos establecida por (Osorio, N. s.f.) en su investigación acerca del muestreo de suelos.

Actividad 2.2: Determinación de las variables del suelo según la metodología.

Una vez obtenidos los resultados de la actividad anterior, en los lugares de muestreo se llevaron varias muestras de suelo al laboratorio correspondiente para realizar los análisis fisicoquímico del suelo según lo establecido por CLIRSEN, *et al.*, (2011) en su metodología. Las variables se adoptaron a las condiciones de la microcuenca Cañas y así se obtuvo la capacidad de uso de la tierra. Los análisis físicos seleccionados fueron; pendiente, textura, densidad aparente, y profundidad efectiva. El análisis químicos seleccionado fue; salinidad.

Actividad 2.3: Aplicación de la Metodología para determinar la capacidad de uso del suelo

Se aplicó la metodología del sistema americano de la USDA-LCC que se basa mediante una tabla que adoptó el CLIRSEN, *et al.*, (2011) en el Cantón Guayaquil, para recomendar el mejor uso de los suelos con miras a elevar la productividad del sector agropecuario y la seguridad alimentaria para aportar a la sostenibilidad ambiental de la zona.

Para determinar el uso actual de la tierra, se tomó datos de los resultados de los puntos de muestreos para completar en las tablas una vez determinadas las variables de mayor influencia de la zona propuestas en la metodología de evaluación de tierras CLIRSEN cuya tabla se la adapto a las condiciones de la microcuenca Cañas para determinar la clasificación del suelo según el sistema

clasificación americano de la USDA-LCC, propuesto por De la Rosa, D. (2008) que determina el uso agrícola reservado para mejores tierras debido a que es el de mayor difusión y más ampliamente utilizado.

Actividad 2.4: Obtención de un mapa de aptitudes del uso de suelo

En esta actividad se realizó la elaboración de un mapa que permitió la interpretación visual de las aptitudes del uso de suelo y así se determinó los diferentes usos que se le están dando al suelo verificando el aprovechamiento que se le da a la cobertura del uso del suelo ya sean para cultivos, bosques, pastos, matorrales, cuerpos de agua, eriales facilitando la observación, la misma que se la efectuó mediante el software ArcGis versión 10.0.

FASE 3: ESTABLECER LOS CONFLICTOS DEL USO DEL SUELO PROPONIENDO UNA GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS COMO ALTERNATIVA AL APORTE DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL.

Actividad 3.1: Diseño del mapa de conflicto del uso de suelo

A través de la identificación de zonas estratégicas de acuerdo a las características que presenten los suelos en la actividad agraria con los resultados que se obtuvieron, siguiendo el criterio de ubicar estos puntos en posibles lugares donde se realice un buen-uso, una sub-utilización o sobre-utilización del suelo se elaboró el mapa donde nos permitió observar los diferentes tipos de suelos de la Microcuenca Cañas a través de la representación cartográfica que se la realizo en hojas de papel tamaño A4, aplicando el software ArcGis versión 10.0, de acuerdo a lo establecido en la metodología propuesta por CLIRSEN, *et al.*, (2011).

Actividad 3.2: Crear una guía de buenas prácticas del uso del suelo

Se propuso una guía de buenas prácticas para suelos para los habitantes de la microcuenca Cañas para aportar al buen uso del mismo y a su vez a la

sostenibilidad ambiental de dicha localidad. La propuesta, se la realizó según el criterio de los resultados que se obtuvieron de la investigación y de los lineamientos dados por entidades internacionales como la FAO, con el aporte de los mapas potencializadores (Cobertura y uso, aptitudes y conflictos de suelo), y a su vez datos con la información detallada de los cultivos existentes y el uso apropiado por cada una de las zonas, los mismos que al emplearlos correctamente garantizó el desarrollo sostenible a las futuras generaciones, cuestión que a su vez permitió saber que zonas son bien utilizadas, sub-utilizadas o sobre-utilizadas.

3.6. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.6.1. MÉTODOS

3.6.1.1. MÉTODO ANALÍTICO-SINTÉTICO

Se estudiaron los hechos, partiendo de la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes de forma individual (análisis), y luego se integraron las partes para ser estudiadas de manera holística e integral (síntesis) (Bernal, A. 2010). Esto nos permitió establecer desde un inicio las características geomorfológicas y los usos de suelo de la zona, que al final se sintetizaron en los mapas.

3.6.2. TÉCNICAS

3.6.2.1. OBSERVACIÓN DIRECTA

Dentro de la visita que se realizó al área de estudio, la observación fue vital para el reconocimiento de la misma y para hacer visible la realidad del problema existente acompañado de fotos, documentación y una toma de apuntes sobre cada detalle que se generó en su momento.

3.6.2.3. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS

Para el procesamiento de datos y mejor apreciación de los resultados se utilizó la estadística descriptiva con la distribución de frecuencias como tablas, histogramas y gráficos (Bernal, A. 2010).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DE LA COBERTURA Y EL USO ACTUAL DEL SUELO EN LA MICROCUENCA CAÑAS.

Actividad 1.1: Recopilación de información

Mediante la búsqueda y revisión de información bibliográfica en base a datos que se requieren para determinar los conflictos del uso del suelo, se efectuó la descripción del área de estudio mediante la obtención de información de varias investigaciones realizadas de uso de suelo en la provincia de Manabí.

Así como también de instituciones que trabajen con información cartográfica física y digital, como el Ministerio de Defensa Nacional, Instituto Espacial Ecuatoriano, SENPLADES, MAGAP (2012).

Actividad 1.2: Elaboración de un mapa de cobertura actual del suelo

En esta actividad se generó un mapa correspondiente a la cobertura y uso del suelo de acuerdo a la información obtenida desde la plataforma virtual EarthExplorer de la USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos) y SAS Planet Versión 141212.8406, con las diversas visitas de campo y la ayuda de una imagen satelital (anexo 1.1) mediante el software ArcGis versión 10.0 con datos correspondiente a la cobertura del suelo.

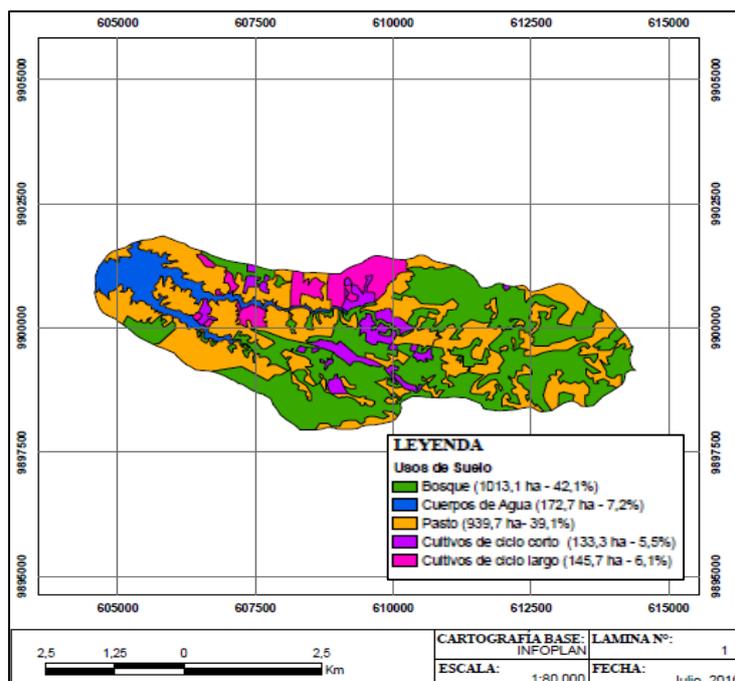


Figura 4.1: Mapa de uso de suelo de la Microcuenca Cañas

De acuerdo al mapa que generamos podemos ver que en esta microcuenca predomina el uso del suelo en bosque con un 42,1%, seguido con 39,1% de pasto, un 7,2% de cuerpo de agua, un 6,1% de cultivos de ciclo largo y 5,5% con cultivos de ciclo corto.

4.1.1. INTERPRETACIÓN

Estableciendo el estudio propuesto por Muñoz, F. (2014) en el que se determina un desequilibrio del suelo evidente en algunas áreas de la provincia de Loja, en el cual, sino se adoptan las medidas correctivas pertinentes a tiempo, se incrementará su magnitud en corto plazo, afectando la disponibilidad de este recurso. Por eso con el propósito de tener una visión global, cuantificada de la situación actual de la microcuenca Cañas, se hace evidente comparar la capacidad de uso de la tierra con el uso actual. Esta confrontación se realizó mediante la superposición de información temática de la capacidad de uso de la tierra y del uso actual en el que se visualizó el buen uso, los sobreusos y subusos, como lo demuestra un estudio del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT (2011) donde indica que el crecimiento demográfico influye en los problemas socioeconómicos y conflictos en el uso

de la misma. En base a la metodología propuesta se obtuvo que el suelo destinado para Bosque es de un 42.1%, el de Pasto de un 39.1%, Cuerpo de agua es de un 7.2%, Cultivo de ciclo largo es de un 6.1% y el cultivo de ciclo corto es de un 5.5%; valores que se encuentran dentro del 0.4 % total equivalente de usos de suelo en el cantón Bolívar.

4.2. IDENTIFICACIÓN DE LA APTITUD DEL USO DEL SUELO POR MEDIO DEL SISTEMA USDA-LCC.

Actividad 2.1: Establecer los puntos de muestreo de la zona

Mediante la observación del lugar de estudio y las visitas de campo se establecieron los diferentes puntos de muestreos identificando los cultivos existentes y las diversas alturas de elevaciones (anexo 1.2), en la microcuenca, para lo cual se identificaron los siguientes puntos de muestreo (anexo 1.4):

Cuadro 4.1: Coordenadas de los puntos de muestreo de acuerdo a las características y cota

COTA	CARACTERÍSTICA	COORDENADAS	
		X	Y
50 – 60	PASTO	0606088	9900824
50 – 60	C.C. LARGO	0606817	9900682
70 – 80	PASTO	0608009	9900462
70 – 80	C.C. LARGO	0609025	9900429
70 – 80	C.C. CORTO	0609167	9900364
100 - 130	C.C. CORTO	0609975	9899797
100 - 130	PASTO	0610194	9899751
100 - 130	BOSQUE	0609806	9899897
170 - 210	BOSQUE	0607120	9901215
170 - 210	C.C. LARGO	0606716	9901332
280 - 300	BOSQUE	0609051	9899533
280 - 300	CORTO	0609375	9899303
310 - 340	PASTO	0608823	9898719
310 - 340	BOSQUE	0608760	9898688
310 - 340	C.C. CORTO	0608938	9898718
370 - 390	BOSQUE	0610280	9898945
370 - 390	C.C. CORTO	0610023	9899073
240 - 340	BOSQUE	0612809	9899189
240 - 340	PASTO	0613008	9899031
460 – 470	BOSQUE	0613771	9900114
460 – 470	PASTO	0613656	9900086

Fuente: (Viteri y Zambrano, 2016)

A la par con información contrastada en la Memoria Técnica del Cantón Bolívar sobre la Evaluación de tierra por su capacidad de uso (2012).

Actividad 2.2: Determinación de las variables del suelo según la metodología

Las variables se adoptaron a las condiciones de la microcuenca Cañas y así se obtuvo la capacidad de uso de la tierra. Los análisis físicos seleccionados fueron; pendiente, textura y profundidad efectiva. Los análisis químicos seleccionados fueron; salinidad y pH.

Actividad 2.3: Aplicación de la Metodología para determinar la capacidad de uso del suelo

Se procedió a la toma de muestras de suelo en los diferentes puntos de muestreo, aplicando la homogenización que consistió en tomar por cada punto de muestreo dos sub - muestras adicionales para una mejor obtención de resultados, las cuales se llevaron al laboratorio para realizar los análisis del suelo según lo establecido por CLIRSEN, *et al.*, (2011) en su metodología.

Cuadro 4.2: Resultados de los análisis del laboratorio de suelo de la ESPAM "MFL" de las variables escogidas

USO ACTUAL	PROFUNDIDAD	COTA	VARIABLES																																																																																																																																							
			Ph	SALINIDAD	TEXTURA	PROFUNDIDAD EFECTIVA	PENDIENTE																																																																																																																																			
PASTO	20	50 – 60	6,57	0,06	ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	4,30 %																																																																																																																																			
	40		6,24	0,08				C.C. LARGO	20	50 – 60	7,38	0,15	ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	40	7,66	0,10	PASTO	20	70 – 80	6,33	0,08	FRANCO LIMO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	4,85 %	40	6,54	0,06	C.C. LARGO	20	70 – 80	6,73	0,06	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	40	6,23	0,06	C.C. CORTO	20	70 – 80	6,74	0,06	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	40	6,72	0,06	C.C. CORTO	20	100 – 130	6,21	0,05	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO	7,51 %	40	6,66	0,06	PASTO	20	100 – 130	6,69	0,08	FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO	40	6,46	0,07	BOSQUE	20	100 – 130	6,48	0,07	ARCILLO LIMOSA	POCO PROFUNDO	40	6,70	0,07	BOSQUE	20	170 – 210	6,99	0,08	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	3,90 %	40	6,98	0,13	C.C. LARGO	20	170 – 210	6,87	0,09	FRANCO LIMOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	40	6,88	0,08	BOSQUE	20	280 – 300	6,25	0,05	FRANCA	POCO PROFUNDO	10 %	40	6,50	0,05	CORTO	20	280 – 300	7,35	0,10	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO	40	7,34	0,09	PASTO	20	310 – 340	6,54	0,04	FRANCA	POCO PROFUNDO	5,39 %	40	6,87	0,04	BOSQUE	20	310 – 340	6,54	0,05	FRANCO ARCILLOSA
C.C. LARGO	20	50 – 60	7,38	0,15	ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO																																																																																																																																				
	40		7,66	0,10				PASTO	20	70 – 80	6,33	0,08	FRANCO LIMO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	4,85 %	40	6,54	0,06	C.C. LARGO	20	70 – 80	6,73	0,06	FRANCO ARCILLOSA		MODERADAMENTE PROFUNDO	40	6,23	0,06	C.C. CORTO	20	70 – 80	6,74	0,06	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	40	6,72	0,06	C.C. CORTO	20	100 – 130	6,21	0,05	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO	7,51 %	40	6,66	0,06	PASTO	20	100 – 130	6,69	0,08		FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO	40	6,46	0,07	BOSQUE	20	100 – 130	6,48	0,07	ARCILLO LIMOSA	POCO PROFUNDO	40	6,70	0,07	BOSQUE	20	170 – 210	6,99	0,08	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	3,90 %	40	6,98	0,13	C.C. LARGO	20	170 – 210	6,87		0,09	FRANCO LIMOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	40	6,88	0,08	BOSQUE	20	280 – 300	6,25	0,05	FRANCA	POCO PROFUNDO	10 %	40	6,50	0,05	CORTO	20	280 – 300		7,35	0,10	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO	40	7,34	0,09	PASTO	20	310 – 340	6,54	0,04	FRANCA	POCO PROFUNDO	5,39 %	40	6,87	0,04	BOSQUE	20		310 – 340	6,54	0,05	FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO	40	8,13	0,05	
PASTO	20	70 – 80	6,33	0,08	FRANCO LIMO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	4,85 %																																																																																																																																			
	40		6,54	0,06				C.C. LARGO	20	70 – 80	6,73	0,06	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO		40	6,23	0,06	C.C. CORTO	20	70 – 80	6,74	0,06	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	40	6,72	0,06	C.C. CORTO	20	100 – 130	6,21	0,05	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO	7,51 %	40	6,66	0,06	PASTO	20	100 – 130	6,69	0,08	FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	6,46	0,07	BOSQUE	20	100 – 130	6,48	0,07	ARCILLO LIMOSA	POCO PROFUNDO	40	6,70	0,07	BOSQUE	20	170 – 210	6,99	0,08	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	3,90 %	40	6,98	0,13	C.C. LARGO	20	170 – 210	6,87	0,09	FRANCO LIMOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO		40	6,88	0,08	BOSQUE	20	280 – 300	6,25	0,05	FRANCA	POCO PROFUNDO	10 %	40	6,50	0,05	CORTO	20	280 – 300	7,35	0,10	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	7,34	0,09	PASTO	20	310 – 340	6,54	0,04	FRANCA	POCO PROFUNDO	5,39 %	40	6,87	0,04	BOSQUE	20	310 – 340	6,54	0,05	FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	8,13	0,05												
C.C. LARGO	20	70 – 80	6,73	0,06	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO																																																																																																																																				
	40		6,23	0,06				C.C. CORTO	20	70 – 80	6,74	0,06	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	40	6,72	0,06	C.C. CORTO	20	100 – 130	6,21	0,05	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO	7,51 %	40	6,66	0,06	PASTO	20	100 – 130	6,69	0,08	FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	6,46	0,07	BOSQUE	20	100 – 130	6,48	0,07	ARCILLO LIMOSA	POCO PROFUNDO	40	6,70	0,07	BOSQUE	20	170 – 210	6,99	0,08	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	3,90 %	40	6,98	0,13	C.C. LARGO	20	170 – 210	6,87	0,09	FRANCO LIMOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO		40	6,88	0,08	BOSQUE	20	280 – 300	6,25	0,05	FRANCA	POCO PROFUNDO	10 %	40	6,50	0,05	CORTO	20	280 – 300	7,35	0,10	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	7,34	0,09	PASTO	20	310 – 340	6,54	0,04	FRANCA	POCO PROFUNDO	5,39 %	40	6,87	0,04	BOSQUE	20	310 – 340	6,54	0,05	FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	8,13	0,05																							
C.C. CORTO	20	70 – 80	6,74	0,06	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO																																																																																																																																				
	40		6,72	0,06			C.C. CORTO	20	100 – 130	6,21	0,05	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO	7,51 %	40	6,66	0,06	PASTO	20	100 – 130	6,69	0,08	FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	6,46	0,07	BOSQUE	20	100 – 130	6,48	0,07	ARCILLO LIMOSA	POCO PROFUNDO	40	6,70	0,07	BOSQUE	20	170 – 210	6,99	0,08	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	3,90 %	40	6,98	0,13	C.C. LARGO	20	170 – 210	6,87	0,09	FRANCO LIMOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO		40	6,88	0,08	BOSQUE	20	280 – 300	6,25	0,05	FRANCA	POCO PROFUNDO	10 %	40	6,50	0,05	CORTO	20	280 – 300	7,35	0,10	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	7,34	0,09	PASTO	20	310 – 340	6,54	0,04	FRANCA	POCO PROFUNDO	5,39 %	40	6,87	0,04	BOSQUE	20	310 – 340	6,54	0,05	FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	8,13	0,05																																		
C.C. CORTO	20	100 – 130	6,21	0,05	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		7,51 %																																																																																																																																		
	40		6,66	0,06			PASTO		20	100 – 130	6,69	0,08	FRANCO ARCILLOSA		POCO PROFUNDO	40	6,46	0,07	BOSQUE	20	100 – 130	6,48	0,07	ARCILLO LIMOSA	POCO PROFUNDO	40	6,70	0,07	BOSQUE	20	170 – 210	6,99	0,08	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	3,90 %	40	6,98	0,13	C.C. LARGO	20	170 – 210	6,87	0,09	FRANCO LIMOSA		MODERADAMENTE PROFUNDO	40	6,88	0,08	BOSQUE	20	280 – 300	6,25	0,05	FRANCA	POCO PROFUNDO	10 %	40	6,50	0,05	CORTO	20	280 – 300	7,35	0,10	ARCILLOSA		POCO PROFUNDO	40	7,34	0,09	PASTO	20	310 – 340	6,54	0,04	FRANCA	POCO PROFUNDO	5,39 %	40	6,87	0,04	BOSQUE	20	310 – 340	6,54	0,05	FRANCO ARCILLOSA		POCO PROFUNDO	40	8,13	0,05																																												
PASTO	20	100 – 130	6,69	0,08	FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO																																																																																																																																				
	40		6,46	0,07			BOSQUE		20	100 – 130	6,48	0,07	ARCILLO LIMOSA	POCO PROFUNDO	40	6,70	0,07	BOSQUE	20	170 – 210	6,99	0,08	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	3,90 %	40	6,98	0,13	C.C. LARGO	20	170 – 210	6,87	0,09	FRANCO LIMOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO		40	6,88	0,08	BOSQUE	20	280 – 300	6,25	0,05	FRANCA	POCO PROFUNDO	10 %	40	6,50	0,05	CORTO	20	280 – 300	7,35	0,10	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	7,34	0,09	PASTO	20	310 – 340	6,54	0,04	FRANCA	POCO PROFUNDO	5,39 %	40	6,87	0,04	BOSQUE	20	310 – 340	6,54	0,05	FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	8,13	0,05																																																							
BOSQUE	20	100 – 130	6,48	0,07	ARCILLO LIMOSA	POCO PROFUNDO																																																																																																																																				
	40		6,70	0,07			BOSQUE	20	170 – 210	6,99	0,08	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	3,90 %	40	6,98	0,13	C.C. LARGO	20	170 – 210	6,87	0,09	FRANCO LIMOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO		40	6,88	0,08	BOSQUE	20	280 – 300	6,25	0,05	FRANCA	POCO PROFUNDO	10 %	40	6,50	0,05	CORTO	20	280 – 300	7,35	0,10	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	7,34	0,09	PASTO	20	310 – 340	6,54	0,04	FRANCA	POCO PROFUNDO	5,39 %	40	6,87	0,04	BOSQUE	20	310 – 340	6,54	0,05	FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	8,13	0,05																																																																		
BOSQUE	20	170 – 210	6,99	0,08	FRANCO ARCILLOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO		3,90 %																																																																																																																																		
	40		6,98	0,13			C.C. LARGO		20	170 – 210	6,87	0,09	FRANCO LIMOSA		MODERADAMENTE PROFUNDO	40	6,88	0,08	BOSQUE	20	280 – 300	6,25	0,05	FRANCA	POCO PROFUNDO	10 %	40	6,50	0,05	CORTO	20	280 – 300	7,35	0,10	ARCILLOSA		POCO PROFUNDO	40	7,34	0,09	PASTO	20	310 – 340	6,54	0,04	FRANCA	POCO PROFUNDO	5,39 %	40	6,87	0,04	BOSQUE	20	310 – 340	6,54	0,05	FRANCO ARCILLOSA		POCO PROFUNDO	40	8,13	0,05																																																																												
C.C. LARGO	20	170 – 210	6,87	0,09	FRANCO LIMOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO																																																																																																																																				
	40		6,88	0,08			BOSQUE		20	280 – 300	6,25	0,05	FRANCA	POCO PROFUNDO	10 %	40	6,50	0,05	CORTO	20	280 – 300	7,35	0,10	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	7,34	0,09	PASTO	20	310 – 340	6,54	0,04	FRANCA	POCO PROFUNDO	5,39 %	40	6,87	0,04	BOSQUE	20	310 – 340	6,54	0,05	FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	8,13	0,05																																																																																							
BOSQUE	20	280 – 300	6,25	0,05	FRANCA	POCO PROFUNDO		10 %																																																																																																																																		
	40		6,50	0,05			CORTO		20	280 – 300	7,35	0,10	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	7,34	0,09	PASTO	20	310 – 340	6,54	0,04	FRANCA	POCO PROFUNDO	5,39 %	40	6,87	0,04	BOSQUE	20	310 – 340	6,54	0,05	FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	8,13	0,05																																																																																																		
CORTO	20	280 – 300	7,35	0,10	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO																																																																																																																																				
	40		7,34	0,09			PASTO		20	310 – 340	6,54	0,04	FRANCA	POCO PROFUNDO	5,39 %	40	6,87	0,04	BOSQUE	20	310 – 340	6,54	0,05	FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	8,13	0,05																																																																																																													
PASTO	20	310 – 340	6,54	0,04	FRANCA	POCO PROFUNDO		5,39 %																																																																																																																																		
	40		6,87	0,04			BOSQUE		20	310 – 340	6,54	0,05	FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		40	8,13	0,05																																																																																																																								
BOSQUE	20	310 – 340	6,54	0,05	FRANCO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO																																																																																																																																				
	40		8,13	0,05																																																																																																																																						

C.C. CORTO	20	310 – 340	6,37	0,04	FRANCO LIMO ARCILLOSA	POCO PROFUNDO	10 %	
	40		6,62	0,03				
BOSQUE	20	370 – 390	6,45	0,05	FRANCA	POCO PROFUNDO		
	40		7,01	0,06				
C.C. CORTO	20	370 – 390	5,89	0,06	ARCILLOSA	POCO PROFUNDO		
	40		6,78	0,06				
BOSQUE	20	240 – 340	6,67	0,04	FRANCA	POCO PROFUNDO		25 %
	40		6,72	0,05				
PASTO	20	240 – 340	6,79	0,06	FRANCA	POCO PROFUNDO		
	40		6,52	0,07				
BOSQUE	20	460 – 470	7,45	0,06	FRANCO ARENOSA	MODERADAMENTE PROFUNDO	4, 85 %	
	40		7,50	0,05				
PASTO	20	460 – 470	6,23	0,05	FRANCA	MODERADAMENTE PROFUNDO		
	40		6,27	0,05				

Fuente: (Viteri y Zambrano, 2016)

Para la aplicación de la metodología se hizo una comparación de los resultados obtenidos (cuadro 4.2) de las variables que se adaptaron a las condiciones del lugar de estudio con los parámetros que definen las clases de capacidad de uso de la tierra (cuadro 2.28).

Cuadro 4.3: Definición de las clases de capacidad de uso

USO ACTUAL	PROFUNDIDAD (cm)	COTA	VARIABLES				PENDIENTE		
			Ph	SALINIDAD	TEXTURA	PROFUNDIDAD EFECTIVA			
PASTO	20	50 – 60	6,57	Menor a 4	GRUPO III	MODERADAMENTE PROFUNDO	Menor a 5		
	40		6,24						
C.C. LARGO	20	50 – 60	7,38	Menor a 4	GRUPO III	MODERADAMENTE PROFUNDO			
	40		7,66						
PASTO	20	70 – 80	6,33	Menor a 4	GRUPO II	MODERADAMENTE PROFUNDO			
	40		6,54						
C.C. LARGO	20	70 – 80	6,73	Menor a 4	GRUPO I	MODERADAMENTE PROFUNDO		Menor a 5	
	40		6,23						
C.C. CORTO	20	70 – 80	6,74	Menor a 4	GRUPO II	MODERADAMENTE PROFUNDO			
	40		6,72						
C.C. CORTO	20	100 – 130	6,21	Menor a 8	GRUPO III	POCO PROFUNDO			
	40		6,66						
PASTO	20	100 – 130	6,69	Menor a 8	GRUPO II	POCO PROFUNDO	Menor a 12		
	40		6,46						
BOSQUE	20	100 – 130	6,48	Menor a 8	GRUPO III	POCO PROFUNDO			
	40		6,70						
BOSQUE	20	170 – 210	6,99	Menor a 4	GRUPO II	MODERADAMENTE PROFUNDO		Menor a 5	
	40		6,98						
C.C. LARGO	20	170 – 210	6,87	Menor a 4	GRUPO I	MODERADAMENTE PROFUNDO			
	40		6,88						
BOSQUE	20	280 – 300	6,25	Menor a 8	GRUPO I	POCO PROFUNDO			Menor a 12
	40		6,50						
CORTO	20	280 – 300	7,35	Menor a 8	GRUPO III	POCO PROFUNDO			
	40		7,34						
PASTO	20	310 – 340	6,54	Menor a 8	GRUPO I	POCO PROFUNDO			
	40		6,87						
BOSQUE	20	310 – 340	6,54	Menor a 8	GRUPO I	POCO PROFUNDO	Menor a 12		
	40		8,13						
C.C. CORTO	20	310 – 340	6,37	Menor a 8	GRUPO II	POCO PROFUNDO			
	40		6,62						
BOSQUE	20	370 – 390	6,45	Menor a 8	GRUPO I	POCO PROFUNDO		Menor a 12	
	40		7,01						

C.C. CORTO	20	370 – 390	5,89	Menor a 8	GRUPO III	POCO PROFUNDO	Menor a 25	
	40		6,78					
BOSQUE	20	240 – 340	6,67	Cualquiera	GRUPO I	POCO PROFUNDO		
	40		6,72					
PASTO	20	240 – 340	6,79	Cualquiera	GRUPO I	POCO PROFUNDO		
	40		6,52					
BOSQUE	20	460 – 470	7,45	Menor a 4	GRUPO I	MODERADAMENTE PROFUNDO		Menor a 5
	40		7,50					
PASTO	20	460 – 470	6,23	Menor a 4	GRUPO I	MODERADAMENTE PROFUNDO		
	40		6,27					

Fuente: Viteri y Zambrano, (2016)

De acuerdo a la comparación de los cuadros 4.2 y 4.3 se especificaron las siguientes clases de suelo existentes en la microcuenca Cañas.

Cuadro 4.4: Resultados de las clases de suelo

USO ACTUAL	COTA	CLASES DE SUELO
PASTO	50 – 60	CLASE II
C.C. LARGO	50 – 60	
PASTO	70 – 80	CLASE II
C.C. LARGO	70 – 80	
C.C. CORTO	70 – 80	
C.C. CORTO	100 – 130	CLASE III
PASTO	100 – 130	
BOSQUE	100 – 130	
BOSQUE	170 – 210	CLASE II
C.C. LARGO	170 – 210	
BOSQUE	280 – 300	CLASE III
CORTO	280 – 300	
PASTO	310 – 340	CLASE III
BOSQUE	310 – 340	
C.C. CORTO	310 – 340	
BOSQUE	370 – 390	CLASE III
C.C. CORTO	370 – 390	
BOSQUE	240 – 340	CLASE IV
PASTO	240 – 340	
BOSQUE	460 – 470	CLASE II
PASTO	460 – 470	

Fuente: (Viteri y Zambrano, 2016)

Con los resultados obtenidos, se determinó que en la Microcuenca Cañas se presentan suelos de clase II sin limitaciones a ligeras y de clase III y IV con limitaciones de ligeras a moderadas, siendo estos suelos con capacidad de uso para la agricultura y otros usos – arables. Según la Memoria Técnica del Cantón Bolívar sobre la Evaluación de tierra por su capacidad de uso (2012) las especificaciones técnicas descritas, definen a las clases de capacidad de uso de la siguiente manera:

- **Clase II.-** Son tierras que soportan las actividades agrícolas, pecuarias o forestales, adaptadas ecológicamente a la zona, sin degradar a alguno de sus elementos, presentan limitaciones ligeras que no suponen grandes inversiones para sobreponerlas, y permiten la utilización de maquinaria para el arado. Tierras con ligeras limitaciones, con pendientes menores al 5 %, con erosión ligera o sin evidencia, moderadamente profundos y profundos, con poca pedregosidad que no limitan o imposibilitan las labores de maquinaria, con textura superficial del grupo 1, 2 y 3 (cuadro 2.7), fertilidad de mediana a alta, tienen drenaje natural bueno a moderado. Incluyen a suelos ligeramente salinos y no salinos, con toxicidad ligera o nula. Requieren prácticas de manejo más cuidadoso que los suelos de la Clase I, presentan drenaje bueno a moderado; no presentan periodos de inundación o éstos son muy cortos, se ubican en las zonas de clima húmeda, seca y muy húmeda y pueden ocupar la zona de temperatura cálida y templada. Tierras regables.
- **Clase III.-** Son tierras que soportan las actividades agrícolas, pecuarias o forestales, pero se reduce las posibilidades de elección de cultivos anuales a desarrollar o se incrementan los costos de producción debido a la necesidad de usar prácticas de manejo de suelo y agua; y permiten la utilización de maquinaria para el arado. En esta clase de tierras se presentan limitaciones ligeras a moderadas, se encuentran en pendientes menores al 12 %, pueden o no presentar evidencia de erosión pudiendo ser ligera y moderada, son poco profundos a profundos, tienen poca pedregosidad que no limitan o imposibilitan las labores de maquinaria, con texturas del grupo 1, 2, 3 y 4 (cuadro 2.7), poseen fertilidad alta, media o baja, tienen drenaje excesivo, bueno y moderado; incluyen a suelos salinos, ligeramente salinos y no salinos; presentan toxicidad sin o nula, ligera y media.

Pueden o no presentar periodos de inundación que pueden ser muy cortos y cortos; se ubica en zonas húmedas, secas, muy húmedas y muy

secas; pueden estar en zonas de temperatura cálidas, templadas y frías. Tierras regables con ligeras limitaciones.

- **Clase IV.-** Estas tierras requieren un tratamiento especial en cuanto a las labores de maquinaria o permiten un laboreo ocasional. Se restringe el establecimiento de cultivos intensivos y admite cultivos siempre y cuando se realicen prácticas de manejo y conservación. Son tierras que presentan moderadas limitaciones, se encuentran en pendientes menores al 25%; pueden o no presentar erosión actual pudiendo ser ligera y moderada; son poco profundos a profundos, y tienen poca o ninguna pedregosidad; son de textura y drenaje variable. Incluyen a suelos desde no salinos a muy salinos y no tóxicos hasta altamente tóxicos. Pueden presentar o no periodos de inundación pudiendo ser ocasionales, muy cortos y cortos; se ubican en zonas húmedas, secas, muy húmedas, muy secas e hiper-húmedas; pueden ocupar zonas de temperatura cálidas, templadas y frías. Tierras regables con moderadas imitaciones.

Actividad 2.4: Obtención de un mapa de aptitudes del uso de suelo

A continuación presentamos el mapa que permitió la interpretación visual de las aptitudes del uso de suelo y así se determinó los diferentes usos que se le están dando al suelo verificando el aprovechamiento que se le da a la cobertura del uso del suelo ya sean para cultivos, bosques, pastos, matorrales, cuerpos de agua, eriales facilitando la observación, la misma que se la efectuó mediante el software ArcGis versión 10.0.

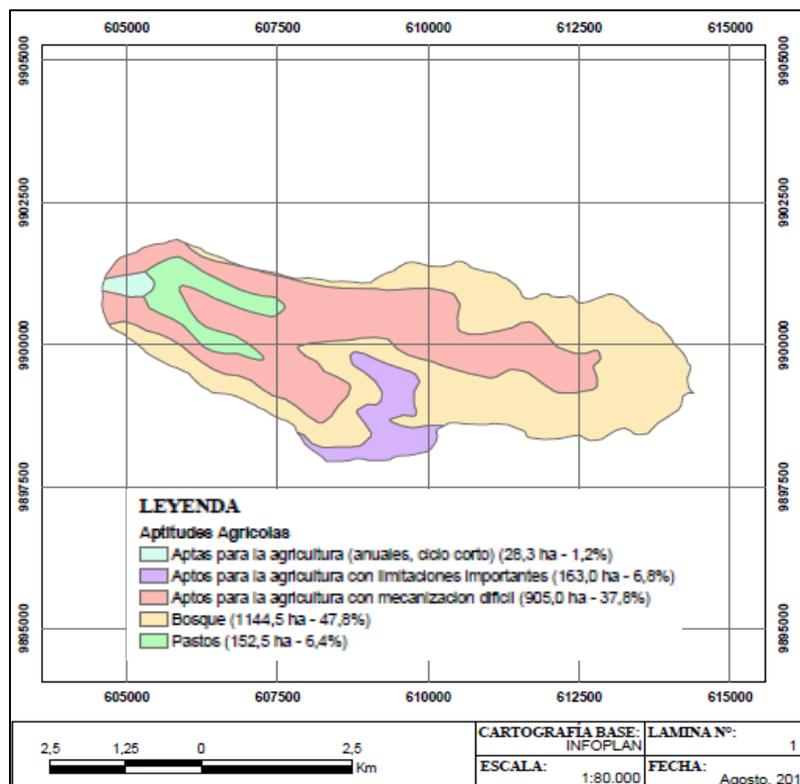


Figura 4.2: Mapa de aptitudes agrícolas de la Microcuenca Cañas

4.2.1. INTERPRETACIÓN

Con los resultados obtenidos, se determinó que en la Microcuenca Cañas se presentan suelos de clase II sin limitaciones a ligeras y de clase III y IV con limitaciones de ligeras a moderadas, siendo estos suelos con capacidad de uso para la agricultura y otros usos – arables, estando fundamentados estos datos en la memoria técnica del cantón Bolívar para la evaluación de las tierras por su capacidad de uso. Se identificó con mayor porcentaje para bosque con un 47,8%, para la agricultura con mecanización difícil con 37,8%, para la agricultura con limitaciones importantes con 6,8%, para pastos con 6,4% y con menos porcentaje para agricultura (anuales y ciclo corto) con un 1,2%.

4.3. ESTABLECER LOS CONFLICTOS DEL USO DEL SUELO PROPONIENDO UNA GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS COMO ALTERNATIVA AL APOORTE DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL.

Actividad 3.1: Diseño del mapa de conflicto del uso de suelo

El conflicto se lo estableció en base a los resultados obtenidos sobre el uso actual del suelo en el lugar de estudio y las diferentes clases (cuadro 4.5), que fueron el resultado del análisis de las variables seleccionadas de acuerdo a la metodología que se utilizó durante esta investigación, dando como resultado el buen uso de este recurso en toda el área.

Cuadro 4.5: Resultados de los conflictos de suelo

USO ACTUAL	COTA	CLASES DE SUELO	CONFLICTOS
PASTO	50 - 60	CLASE II	BUEN USO
C.C. LARGO	50 - 60		
PASTO	70 - 80	CLASE II	
C.C. LARGO	70 - 80		
C.C. CORTO	70 - 80	CLASE III	
C.C. CORTO	100 - 130		
PASTO	100 - 130	CLASE II	
BOSQUE	100 - 130		
BOSQUE	170 - 210	CLASE III	
C.C. LARGO	170 - 210		
BOSQUE	280 - 300	CLASE III	
CORTO	280 - 300		
PASTO	310 - 340	CLASE III	
BOSQUE	310 - 340		
C.C. CORTO	310 - 340	CLASE III	
BOSQUE	370 - 390		
C.C. CORTO	370 - 390	CLASE IV	
BOSQUE	240 - 340		
PASTO	240 - 340	CLASE II	
BOSQUE	460 - 470		
PASTO	460 - 470		

Fuente: (Viteri y Zambrano, 2016)

En base a los resultados obtenidos sobre las características que presentan los suelos en sus diferentes actividades de la zona, se elaboró el mapa de conflictos de uso de suelo donde se observó las diferentes clases, según lo establecido por el sistema USDA – LCC, dando como resultado el buen – uso a este recurso.

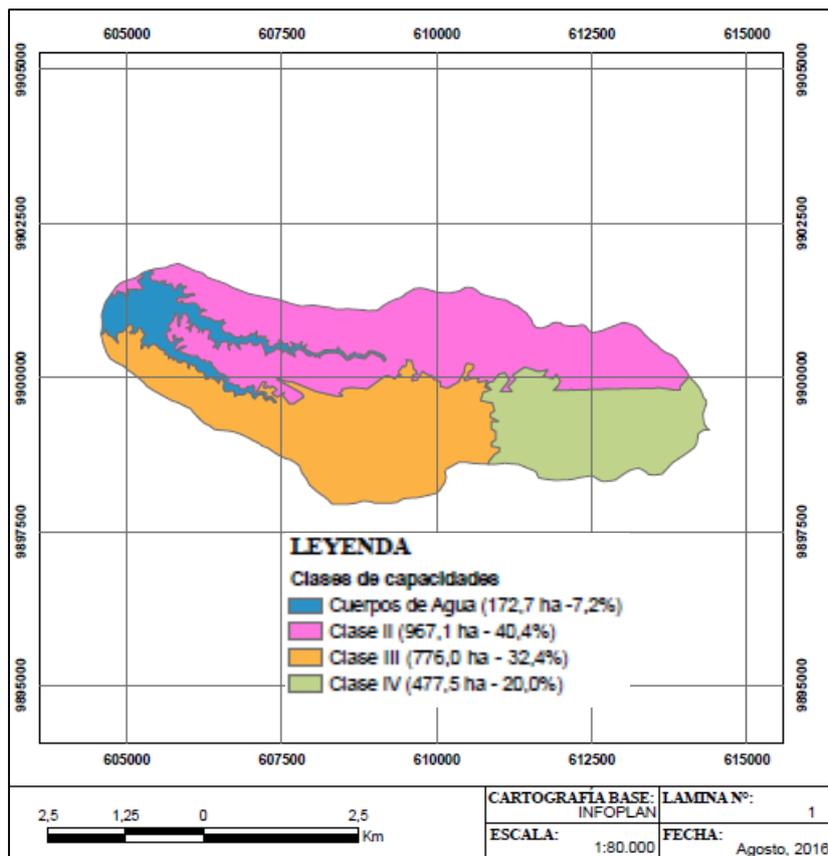


Figura 4.3: Mapa de conflictos de uso de suelo de la Microcuenca Cañas

Actividad 3.2: Crear una guía de buenas prácticas del uso del suelo

Finalmente se propuso una guía de buenas prácticas ambientales (anexo 3) para los habitantes del lugar, a continuación se presentó, mediante matriz de marco lógico el detalle de las actividades para la aplicación de medidas adecuadas en la conservación de los suelos y realización de capacitaciones sobre buenas prácticas ambientales, estas servirán para potenciar la sostenibilidad ambiental de la microcuenca Cañas. La propuesta, se la realizó según el criterio de los resultados que se obtuvieron de la investigación y de los lineamientos dados por entidades internacionales como la FAO.

Cuadro 4.6: Matriz de marco lógico de la guía de buenas practicas

	CONCEPTO	INDICADORES	MÉTODOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS	RESPONSABLES
Objetivo general	Proponer una guía de buenas prácticas como alternativa al aporte de la sostenibilidad ambiental.	Información crucial obtenida por parte de organismos importantes dedicados al buen uso del suelo para aportar a la sostenibilidad ambiental.	Documentación	Disponibilidad de los autores	Autores
Objetivo específico	Implementar medidas de conservación para facilitar la producción, contribuyendo al desarrollo sostenible.	Cumplimiento de las medidas para la conservación del suelo.	Documentación	Conocimiento de las medidas de conservación	Autores y agricultores de la zona
	Introducir el concepto de Buenas Prácticas Ambientales en el sector productivo con planificación de proyectos.	Cumplimiento de las buenas prácticas ambientales, cómo aporte al sector productivo.	Documentación	Conocimiento sobre las buenas prácticas ambientales	Autores y agricultores de la zona
Resultados esperados	Mejorar el proceso de producción de la zona aplicando las medidas de conservación para el buen uso del suelo.	Aplicación de las medidas para la conservación del buen uso del suelo y cuidado ambiental	Documentación	Conocimiento de las medidas de conservación	Agricultores de la zona
	Minimización del uso de contaminantes, para evitar el deterioro de los suelos.	Realización de buenas prácticas agroecológicas para minimizar el uso de contaminantes.	Documentación	Conocimiento del uso de contaminantes Apoyo de los moradores	Agricultores de la zona
Actividades	Aplicación de medidas adecuadas para la conservación de acuerdo a los tipos de suelos encontrados.	Aplicación de las medidas adecuadas por parte de los pobladores sobre los tipos de suelos existentes en la zona	Documentación	Información correcta de las medidas de conservación para cada tipo de suelo	Agricultores de la zona
	Realización de las capacitaciones sobre las buenas prácticas ambientales.	Capacitaciones a los pobladores con información crucial sobre las buenas prácticas ambientales.	Documentación	Información sobre las buenas practicas	Agricultores de la zona

Fuente: (Viteri y Zambrano, 2016)

4.3.1. INTERPRETACIÓN

Finalmente se propuso una guía de buenas prácticas para el buen uso del suelo como aporte a la sostenibilidad ambiental en la microcuenca Cañas siguiendo los lineamientos internacionales del Manual de Prácticas Integradas de Manejo y Conservación de Suelos que se encuentra en el boletín de tierras y aguas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2000.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.1. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se concluye que:

- Se evidencio que los principales uso de suelo en la microcuenca Cañas son destinados a Bosque con un 42,1% y el más bajo fue los cultivos de ciclo corto con un 5,5%.
- De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis adaptados de la metodología de CLIRSEN y el sistema USDA - LCC se determinó que en la microcuenca Cañas se presentan suelos de clase II sin limitaciones a ligeras y de clase III y IV con limitaciones de ligeras a moderadas, siendo estos suelos con capacidad de uso para la agricultura y otros usos – arables.
- En base a los resultados obtenidos y la elaboración de los mapas se concluye que el análisis del conflicto de uso del suelo dio como resultado un buen uso del mismo en sus diferentes actividades agrícolas, pecuarias, y forestales; pero se propone una guía de buenas prácticas para potenciar al máximo la sostenibilidad ambiental.

1.2. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones obtenidas se recomendó que:

- Que el Gobierno local actualice la información geográfica de las zonas rurales con la finalidad de que la investigación sirva para proyectos sobre manejo y uso de suelo.
- Se recomienda que se emplee la metodología de CLIRSEN con todos los parámetros y el sistema USDA – LCC para ampliar los resultados de esta investigación y ponderar de una mejor manera en futuros trabajos la información restante.

- Al no existir conflictos de suelo, los pobladores manejen estrategias de agricultura que permitan sacar el mejor provecho posible de los usos de suelo diversificando los cultivos existentes y manteniendo una estricta revisión de la calidad del mismo asegurando la sostenibilidad del recurso suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arancibia, M. 2008. El uso de los sistemas de información geográfica -SIG- en la planificación estratégica de los recursos energéticos, (En línea). EC. Consultado 04 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/305/30502012.pdf>
- Bautista, A; Etchevers, J; Castillo, R y Gutierréz, C. 2004. La calidad del suelo y sus indicadores, (En línea). EC. Consultado 04 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54013210>
- Bernal, A. 2010. Metodología de la Investigación, (En línea). EC. Consultado 04 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en <https://docs.google.com/file/d/0B7qpQvDV3vxvUFpFdUh1eEFCSU0/edit?pli=1>
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza, CATIE. 2008. Estudio sobre la capacidad de uso de la tierra en dos áreas de las subregiones Puriscal y Cariagres, Costa Rica, (En línea). EC. Consultado 11 de Nov. 2015. Formato HTM. Disponible en <http://www.gvmelle.com/puriscal.htm>
- Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, 2011. Investigación Agrícola para Centroamérica, (En línea). EC. Consultado 11 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2012/12/estrategia4_investigacion_agricola_centroamerica.pdf
- CLIRSEN, SENPLADES, SIGAGRO. 2011. Evaluación de tierra por su capacidad de uso, cantón Guayaquil, (En línea). EC. Consultado 15 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA8/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/GUAYAS/GUAYAQUIL/MEMORIA_TECNICA/mt_capacidad_uso_de_la_tierra.pdf
- Constitución de la República del Ecuador. 2008. Título II Derechos. Capítulo II Derechos del buen vivir. Sección II Ambiente Sano. Pp. 24
- da Silva, V. y Madureira, C. 2013. Mapeamento da dinâmica da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica Do rio São João, RJ. Sociedade & Natureza, vol. 25, núm. 2. pp. 411-426
- De la Rosa, D. 2008. Evaluación Agro – Ecológica de suelos, (En línea). EC. Consultado 15 de Nov. 2015. Formato HTML. Disponible en http://https://books.google.com.ec/books?id=M-ED1W3t2BEC&pg=PA249&lpg=PA249&dq=Sistema+USDA-LCC&source=bl&ots=0U7UvySIDR&sig=c-Dn3cmAg_FTLc56yTf4pm-RKpw&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiM3I3fo7rKAhXD7B4KHQGSBeoQ6AEIHzAB#v=onepage&q=Sistema%20USDA-LCC&f=false
- Falcón, M; Vargas, M; Torres, F y Herrera, L. 2014. Evaluación del conflicto de uso agrícola de las tierras a partir de su aptitud física como contribución a

la explotación sostenible. (En línea) EC. Consultado 05 Nov. 2015.
 Formato PDF. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/pdf/1932/193232493002.pdf>

FAO, 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Italia. Boletín de tierras y aguas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. no.8. Versión impresa ISSN 1020 – 8127.

FAO, 2015. Tierra y Suelos. (En línea). EC. Consultado 11 de Nov. 2015.
 Formato HTML. Disponible en: <http://www.fao.org/post-2015-mdg/14-themes/land-and-soils/es/>

FAO. 2016. Manejo del Suelo, (En línea). EC. Consultado 28 de Ene. 2016.
 Formato HTML. Disponible en <http://www.fao.org/soils-portal/manejo-del-suelo/es/>

Gobierno de Buenos Aires. s.f. Áreas Homogéneas. (En línea). EC. Consultado 08 de Ene. 2016. Formato PDF. Disponible en:
<http://www.ssplan.buenosaires.gov.ar/codigourbanistico/A4%20-%20Areas%20Homogeneas.pdf>

Gómez, H; Guerra, F y Gonzalo, J. 2003. Los Sistemas de Información Geográfica (SIGs) en la detección de áreas inestables, (En línea). EC. Consultado 04 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/pdf/360/36080104.pdf>

Guibert, M y Bühlery, È. 2016. Funciones del recurso suelo y formas empresariales de producir: Avance del capitalismo agrario en Argentina y Brasil. Revista de Ciencias Sociales. vol.29. no.38. Montevideo. Versión On-line ISSN 1688-498.

Huertas, F. 2014. Conflictos del uso del suelo. (En línea) EC. Consultado 05 Nov. 2015. Formato HTML. Disponible en:
<http://www.arcgis.com/home/item.html?id=c0441875962143f6acda01dd476d092a>

IGAC. 2008. Clasificación de las tierras por capacidad de uso, (En línea). EC. Consultado 18 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en
<http://www.ceppia.com.co/Documentos-tematicos/SECTOR-RURAL/20120711-Est-Suel-Cordoba-Cap-6-Clas-Tierras.pdf>

Jamioy, D; Menjivar, J. y Rubiano, Y. 2015. Indicadores químicos de calidad de suelos en sistemas productivos del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. Acta Agronómica. vol.64. no.4. Palmira. Versión impresa ISSN 0120-2812

Ministerio de Defensa Nacional, Instituto Espacial Ecuatoriano, SENPLADES, MAGAP. 2012. Memoria técnica del cantón Bolívar: Evaluación de las tierras por su capacidad de uso. p 36.

- Muñoz, F. 2014. Conflictos del uso de suelo en la Provincia de Loja, (En línea). EC. Consultado 25 de Nov. 2015. Formato HTML. Disponible en <http://casadelaculturaloja.gob.ec/?p=296>
- Osorio, N. s.f. Muestreo de Suelos, (En línea). EC. Consultado 06 de Ene. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/muestreo.pdf>
- Peña, C. s.f. Aplicaciones de los Levantamientos de Suelos, (En línea). EC. Consultado 25 de Nov. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/clifford/materias/suelos/aplicaciones1.pdf>
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Bolívar. 2011. Municipio del cantón Bolívar – Calceta La Sin Par. (En línea). EC. Consultado el 11 de Ene. 2016. Formato PDF. Disponible en http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/%23recycle/PDyOTs%202014/1360000390001/PDyOT/28022013_110150_Plan%20de%20Desarrollo%202011%20final.pdf
- Ramírez, J; Fernández, Y; Gonzales, P; Salazar, X; Iglesias, J y Olivera, Y. 2015. Influencia de la fertilización en las propiedades físico-químicas de un suelo dedicado a la producción de semilla de *Megathyrsus maximus*. Pastos y Forrajes. vol.38. no.4. Matanzas. Versión On-line ISSN 2078-8452.
- Reynoso, R; Valdez, J; Escalona, M; de los Santos, H; Perez, M. 2015. Análisis de la dinámica del uso del suelo de la cuenca Metztlán en Hidalgo, México. Ingeniería Hidráulica y Ambiental. Vol.36. no.3. La Habana, Cuba. Versión impresa ISSN 1680-0338
- _____, R; Valdez, J; Escalona, M; de los Santos, H; Perez, M. 2016. Cadenas de Markov y autómatas celulares para la modelación de cambio de uso de suelo. Ingeniería Hidráulica y Ambiental. Vol.37. no.1. La Habana, Cuba. Versión impresa ISSN 1680-0338
- Rosas, G; Muñoz, J; Suárez; J. 2016. Incidencia de sistemas agroforestales con *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) MÃ¼ll. Arg. sobre propiedades físicas de suelos de lomerío en el Departamento de Caquetá, Colombia. Acta Agronómica. vol.65. no.2. Palmira. Versión impresa ISSN 0120-2812
- Sánchez, D; Pinilla, G y Mancera, J. 2015. Efectos del uso del suelo en las propiedades edáficas y la escorrentía superficial en una cuenca de la Orinoquia Colombiana. Colombia Forestal. vol.18. no.2. Bogotá. Versión impresa ISSN 0120-0739
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo SENPLADES. 2013. Agenda zonal para el buen vivir: Zona de Planificación 4, Provincias de Manabí y Santo Domingo de los Tsachilas. Sistema económico – Actividad agrícola. Pp. 33 - 35
- Sistema Nacional de Información SNI, 2012. “Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1: 25 000”, (En línea). EC. Consultado 06 de Ene. 2016. Formato PDF. Disponible en

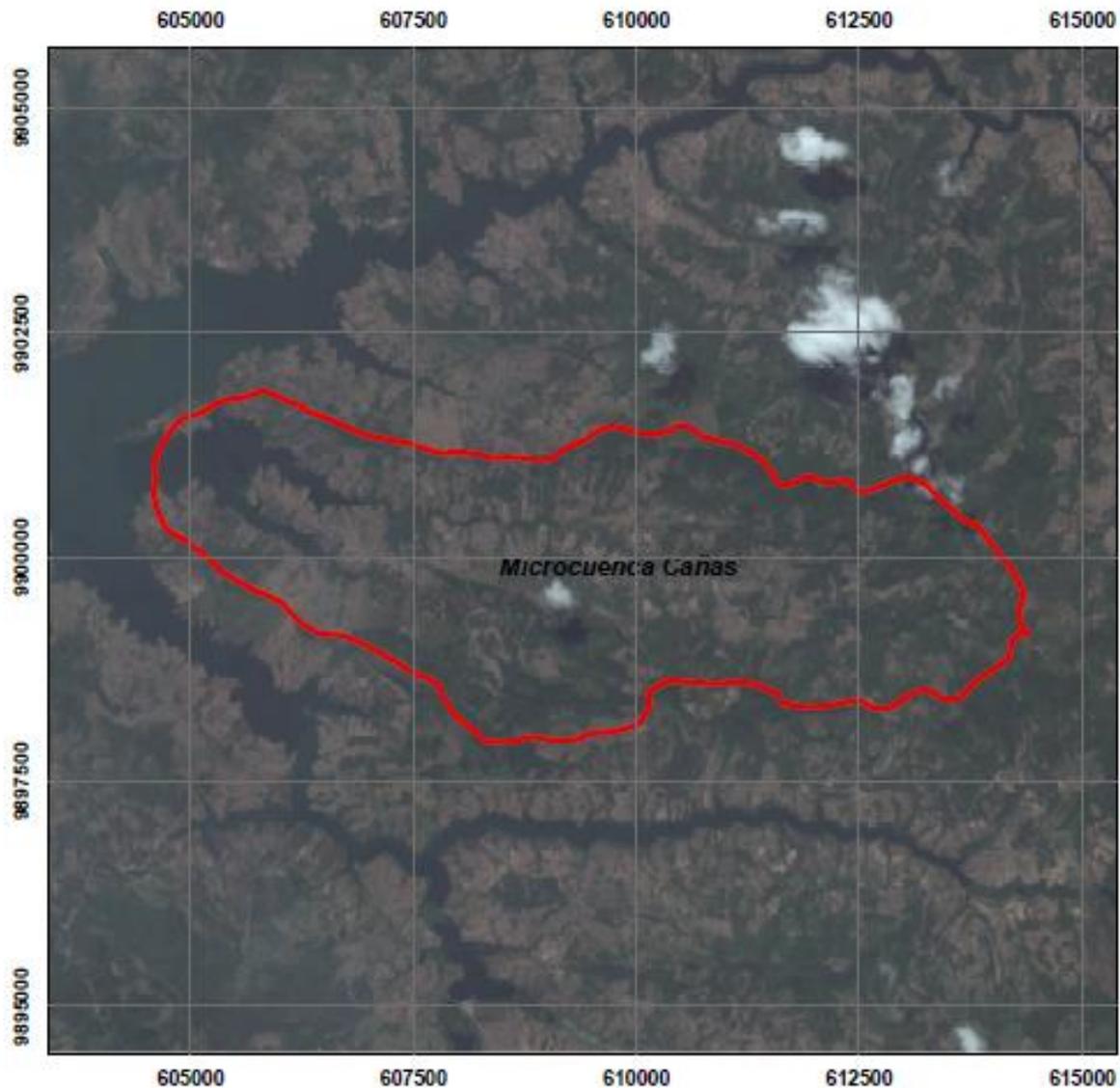
http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA4/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/MANABI/JAMA/EMORIAS_TECNICAS/mt_jama_capacidad_uso_de_las_tierras.pdf

Zhang, Y.J.; Li, A.J.; Fung, T. 2012. Using GIS and Multi-criteria Decision Analysis for Conflict Resolution in Land Use Planning. *Procedia Environmental*. Volume 13. Pages 2264-2273

ANEXOS

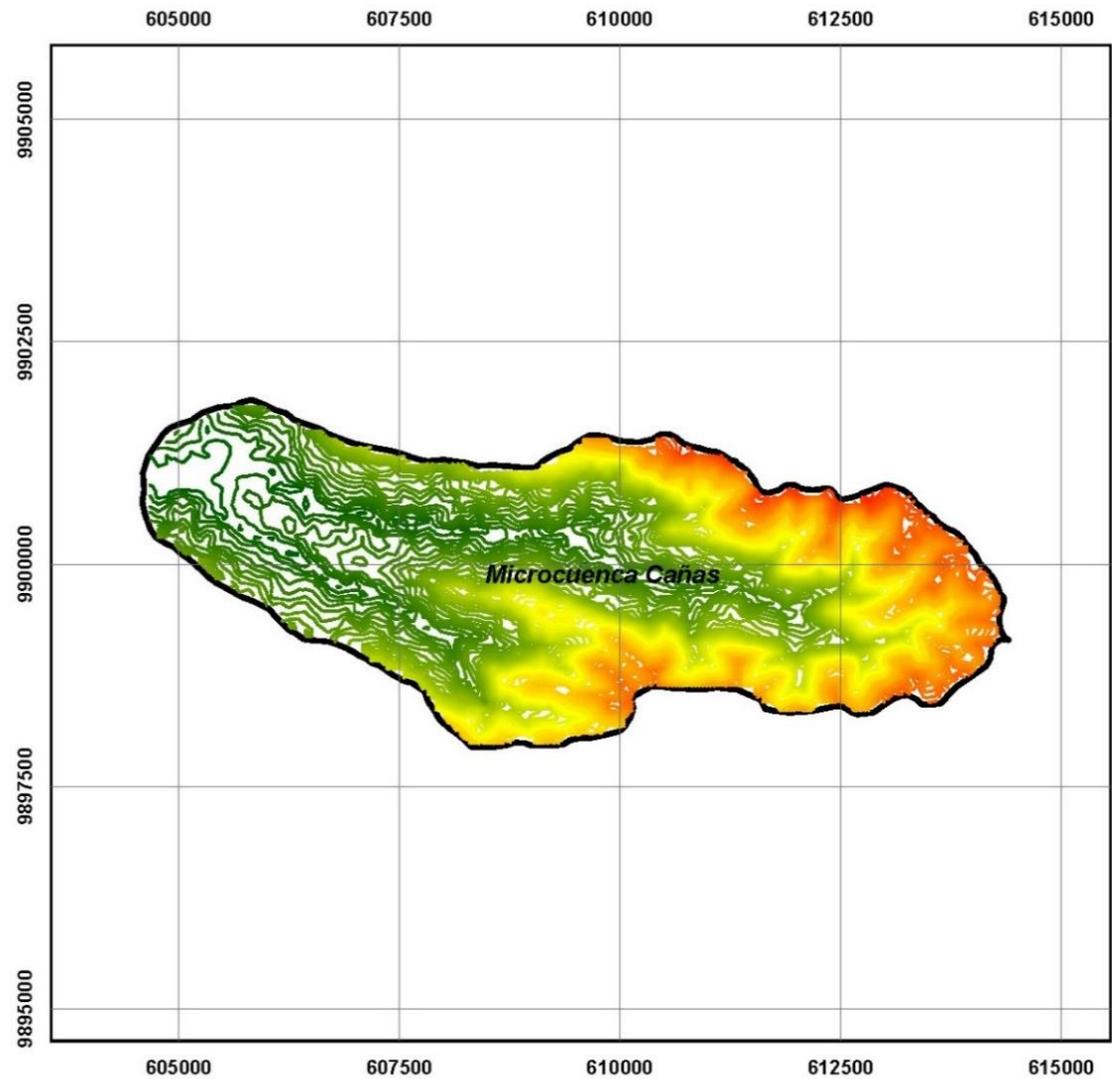
ANEXO 1

MAPAS TEMÁTICOS



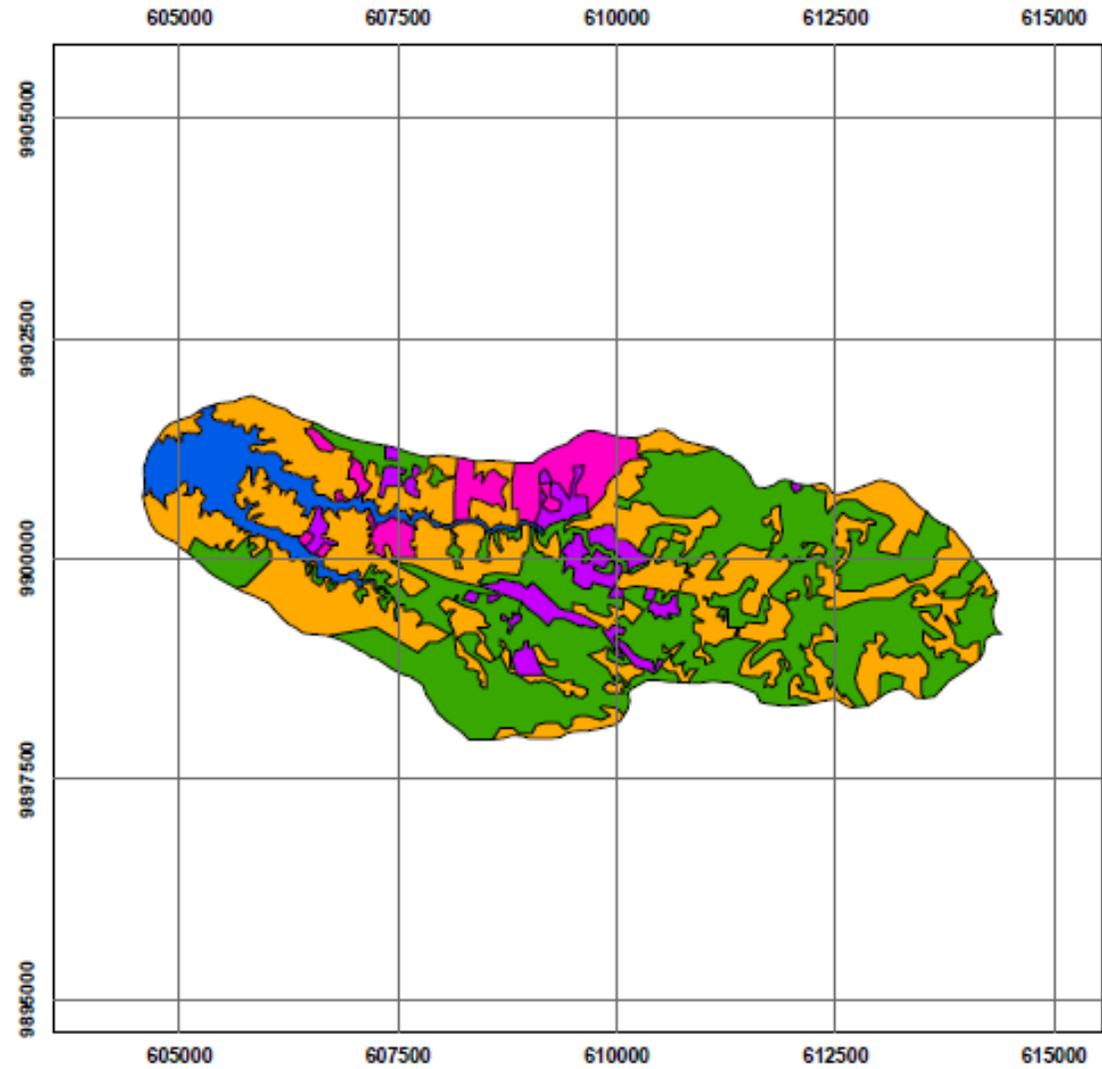
MAPA DE IMAGEN SATELITAL			
UBICACIÓN			
			
PAIS: Ecuador	PROVINCIA: Manabí	CANTÓN: Bolívar	PARROQUIA: Caloeta
CONTIENE: Imagen satelital y límites de la micro-cuenca Cañas.			
DATUM: W.G.S. 84	CUADRICULA: U.T.M.	ZONA GEOGRÁFICA: 17 S	
SONDEO EN: METROS	FORMATO PAPEL: A4	ESCALA GRÁFICA: 1:80.000	
LEYENDA			
Microcuenca			
 Microcuenca Cañas (2404,5 ha)			
TESIS: CONFLICTOS DEL USO DEL SUELO, A TRAVÉS DEL SISTEMA USDA-LCC MEDIANTE S.I.G COMO APOORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL, MICROCUENCA CAÑAS			
AUTORES:			
VITERI ESPINOZA JOSÉ		ZAMBRANO ALCIVAR GEMA	
TUTOR:			
ING. FRANCISCO VELÁSQUEZ INTRIAGO M.Sc.			

	CARTOGRAFÍA BASE: INFOPLAN	LAMINA N°: 1
	ESCALA: 1:80.000	FECHA: Julio, 2016



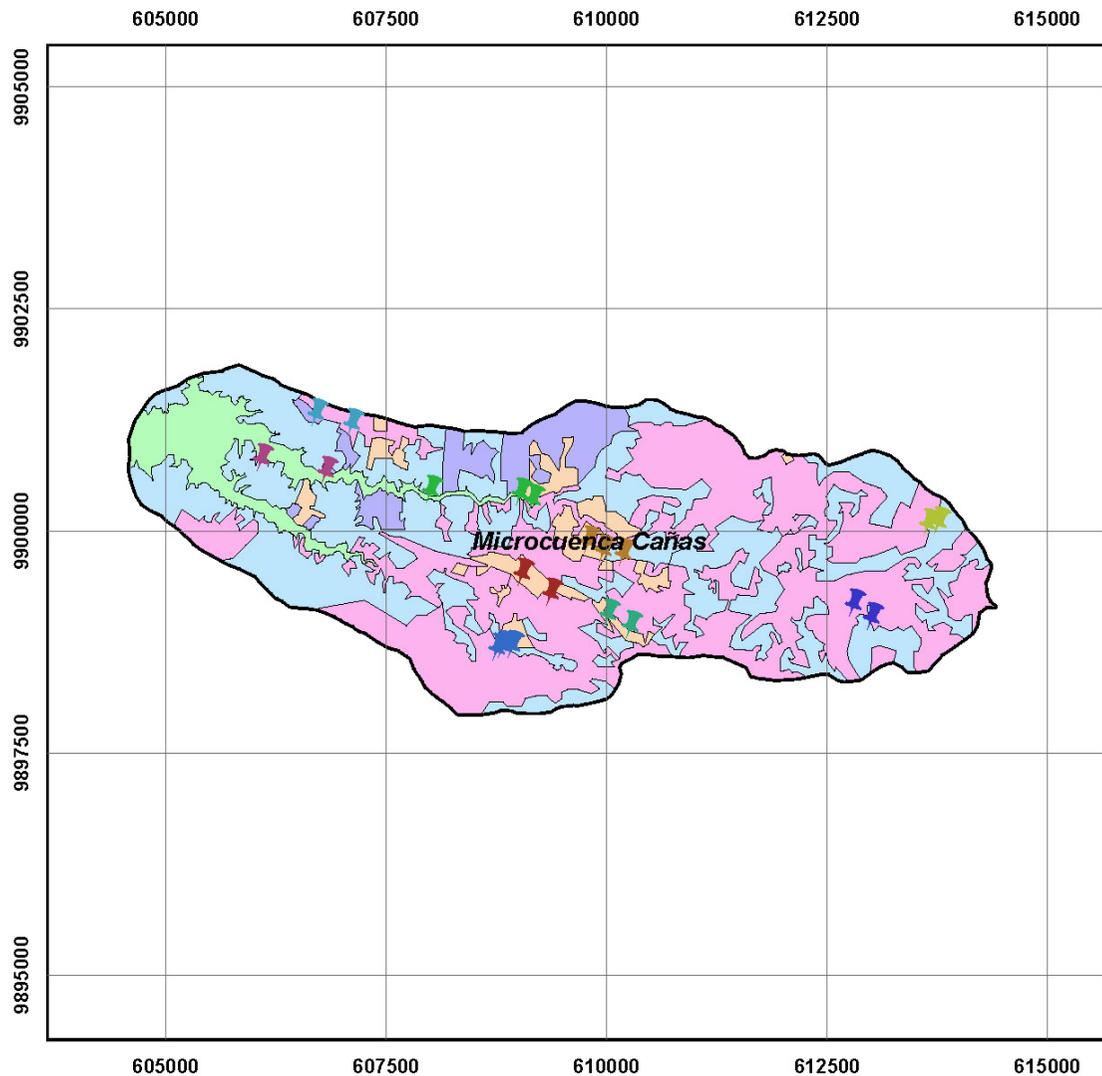
MAPA DE ELEVACIONES			
UBICACIÓN			
PAIS: Ecuador	PROVINCIA: Manabí	CANTÓN: Bolívar	PARROQUIA: Calceta
CONTIENE: Curvas de nivel de las elevaciones de la micro-cuenca Cañas.			
DATUM: W.G.S. 84	CUADRICULA: U.T.M.	ZONA GEOGRÁFICA: 17 S	
SONDEO EN: METROS	FORMATO PAPEL: A4	ESCALA GRÁFICA: 1:80.000	
LEYENDA			
Microcuenca	— 120	— 220	— 320 — 420
Microcuenca Cañas	— 130	— 230	— 330 — 430
ISOLINEAS DE ELEVACIÓN			
— 50	— 140	— 240	— 340 — 440
— 60	— 150	— 250	— 350 — 450
— 70	— 160	— 260	— 360 — 460
— 80	— 170	— 270	— 370 — 470
— 90	— 180	— 280	— 380 — 480
— 100	— 190	— 290	— 390 — 490
— 110	— 200	— 300	— 400 — 500
	— 210	— 310	— 410 — 510
			— 520
TESIS: CONFLICTOS DEL USO DEL SUELO, A TRAVÉS DEL SISTEMA USDA-LCC MEDIANTE S.I.G COMO APOORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL, MICROCUENCA CAÑAS			
AUTORES: VITERI ESPINOZA JOSÉ ZAMBRANO ALCIVAR GEMA			
TUTOR: ING. FRANCISCO VELÁSQUEZ INTRIAGO M.Sc.			

	CARTOGRAFÍA BASE: INFOPLAN	LAMINA N°: 1
	ESCALA: 1:80.000	FECHA: Julio, 2016



MAPA DE USO DE SUELO			
UBICACION			
PAIS: Ecuador	PROVINCIA: Manabí	CANTONES: Bolívar	PARROQUIAS: Calceña
CONTIENE: Uso de suelo de suelo del área en estudio.			
DATUM: W.G.S. 84	CUADRICULA: U.T.M.	ZONA GEOGRÁFICA: 17 S	
SONDEO EN: METROS	FORMATO PAPEL: A4	ESCALA GRÁFICA: 1:80.000	
LEYENDA			
Usos de Suelo			
■ Bosque (1013,1 ha - 42,1%)			
■ Cuerpos de Agua (172,7 ha - 7,2%)			
■ Pasto (939,7 ha- 39,1%)			
■ Cultivos de ciclo corto (133,3 ha - 5,5%)			
■ Cultivos de ciclo largo (145,7 ha - 6,1%)			
TESIS: CONFLICTOS DEL USO DEL SUELO, A TRAVÉS DEL SISTEMA USDA-LCC MEDIANTE S.I.G COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL, MICROCUENCA CANAS			
AUTORES: <hr/> VITERI ESPINOZA JOSÉ ZAMBRANO ALCIVAR GEMA			
TUTOR: <hr/> ING. FRANCISCO VELÁSQUEZ INTRIAGO			

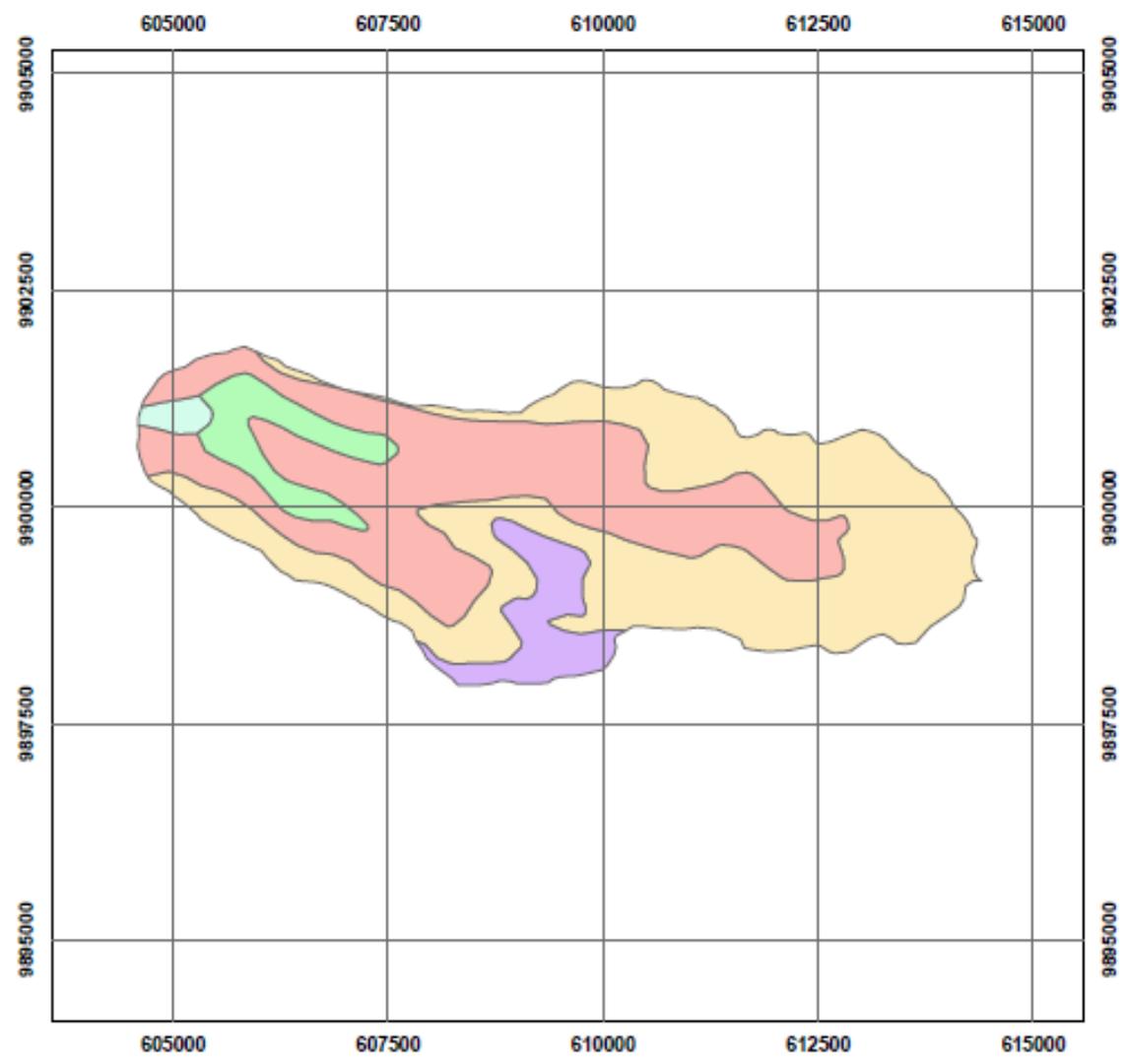
	CARTOGRAFÍA BASE: INFOPLAN	LAMINA Nº: 1
	ESCALA: 1:80.000	FECHA: Julio, 2018



MAPA DE PUNTOS DE MUESTREO			
UBICACIÓN			
PAÍS: Ecuador	PROVINCIA: Manabí	CANTÓN: Bolívar	PARROQUIA: Calceta
CONTIENE: Localización de puntos de muestreo de la micro-cuenca Cañas.			
DATUM: W.G.S. 84	CUADRICULA: U.T.M.	ZONA GEOGRÁFICA: 17 S	
SONDEO EN: METROS	FORMATO PAPEL: A4	ESCALA GRÁFICA: 1:80.000	
LEYENDA			
Microcuenca Microcuenca Cañas	COTA 50 - 60 70 - 80 100 - 130 170 - 210	Usos de Suelo 240 - 340 280 - 300 310 - 340 370 - 390 460 - 470	Usos de Suelo Bosque Cuerpos de Agua Pasto Cultivos de ciclo corto Cultivos de ciclo largo
TESIS: CONFLICTOS DEL USO DEL SUELO, A TRAVÉS DEL SISTEMA USDA-LCC MEDIANTE S.I.G COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL, MICROCUENCA CAÑAS			
AUTORES: VITERI ESPINOZA JOSÉ ZAMBRANO ALCIVAR GEMA			
TUTOR: ING. FRANCISCO VELÁSQUEZ INTRIAGO M.Sc.			

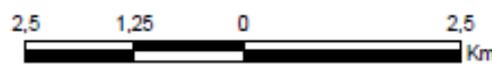
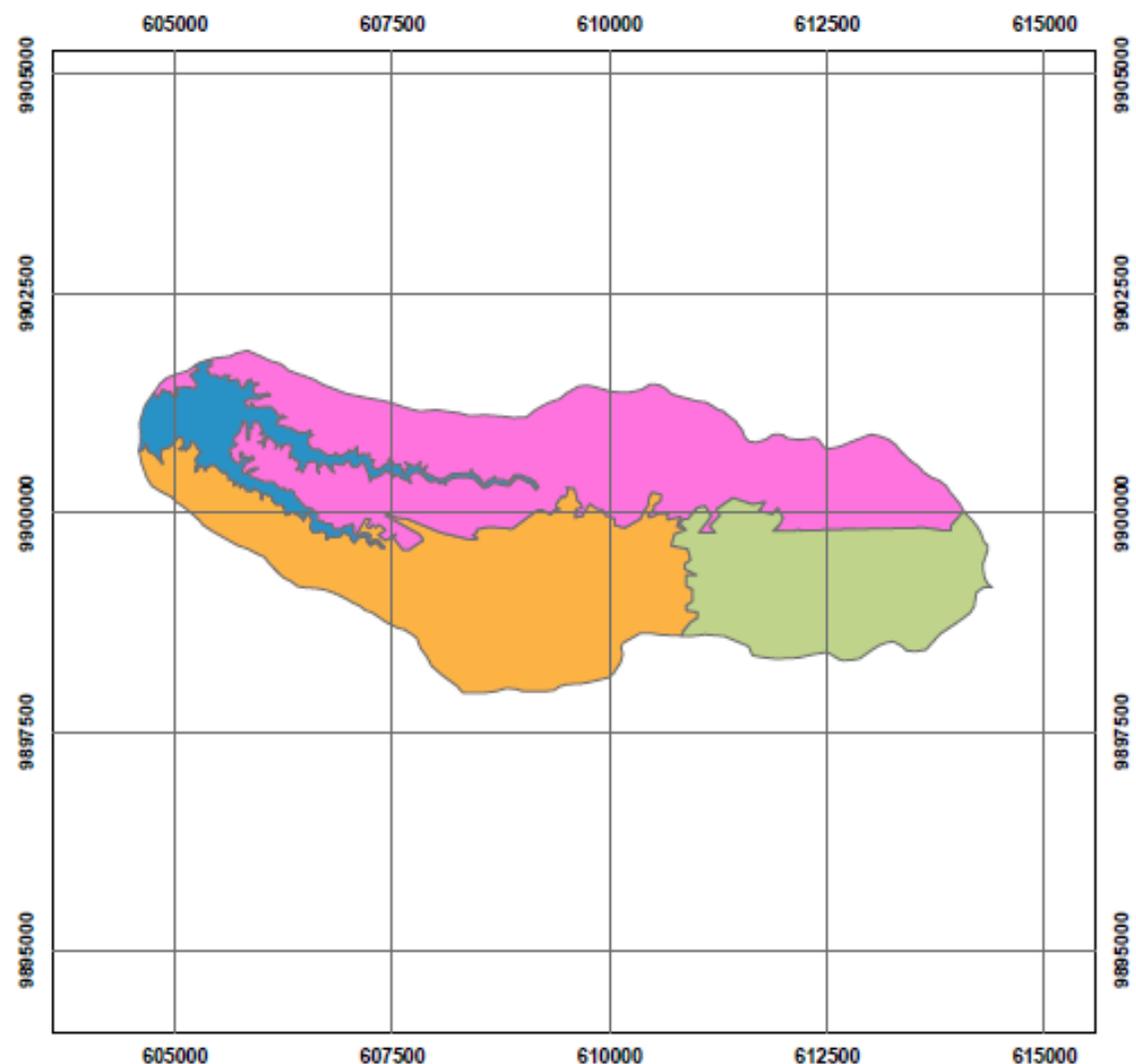


CARTOGRAFÍA BASE: INFOPLAN	LAMINA N°: 1
ESCALA: 1:80.000	FECHA: Julio, 2016



MAPA DE APTITUDES AGRÍCOLAS			
UBICACION			
PAIS: Ecuador	PROVINCIA: Manabí	CANTÓN: Bolívar	PARROQUIA: Calceta
CONTIENE:			
Descripción general de Aptitudes Agrícolas de la micro-cuenca Cañas.			
DATUM: W.G.S. 84	CUADRICULA: U.T.M.	ZONA GEOGRÁFICA: 17 S	
SONDEO EN: METROS	FORMATO PAPEL: A4	ESCALA GRÁFICA: 1:80.000	
LEYENDA			
Aptitudes Agrícolas			
<ul style="list-style-type: none"> Aptos para la agricultura (anuales, ciclo corto) (28,3 ha - 1,2%) Aptos para la agricultura con limitaciones importantes (163,0 ha - 6,8%) Aptos para la agricultura con mecanización difícil (905,0 ha - 37,8%) Bosque (1144,5 ha - 47,8%) Pastos (152,5 ha - 6,4%) 			
TESIS:			
CONFLICTOS DEL USO DEL SUELO, A TRAVÉS DEL SISTEMA USDA-LCC MEDIANTE S.I.G COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL, MICROCUENCA CAÑAS			
AUTORES:			
VITERI ESPINOZA JOSÉ		ZAMBRANO ALCIVAR GEMA	
TUTOR:			
ING. FRANCISCO VELÁSQUEZ INTRIAGO M.Sc.			

	CARTOGRAFÍA BASE: INFOPLAN	LAMINA Nº: 1
	ESCALA: 1:80.000	FECHA: Agosto, 2018



MAPA DE CONFLICTOS DE USO DE SUELO

UBICACION



PAIS: Ecuador **PROVINCIA:** Manabí **CANTÓN:** Bolívar **PARROQUIA:** Caloeta

CONTIENE:
Clases de capacidades de uso del suelo de la micro-cuenca Cañas.

DATUM: W.G.S. 84	CUADRICULA: U.T.M.	ZONA GEOGRÁFICA: 17 S
SONDEO EN: METROS	FORMATO PAPEL: A4	ESCALA GRÁFICA: 1:80.000

LEYENDA

- Clases de capacidades**
- Cuerpos de Agua (172,7 ha - 7,2%)
 - Clase II (967,1 ha - 40,4%)
 - Clase III (776,0 ha - 32,4%)
 - Clase IV (477,5 ha - 20,0%)

TESIS:
CONFLICTOS DEL USO DEL SUELO, A TRAVÉS DEL SISTEMA USDA-LCC MEDIANTE S.I.G COMO APOORTE A LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL, MICROCUENCA CAÑAS

AUTORES:

_____ VITERI ESPINOZA JOSÉ _____ ZAMBRANO ALCIVAR GEMA

TUTOR:

_____ ING. FRANCISCO VELÁSQUEZ INTRIAGO M.Sc.

CARTOGRAFÍA BASE: INFOPLAN	LAMINA Nº: 1
ESCALA: 1:80.000	FECHA: Agosto, 2016

ANEXO 2

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Anexo 2.1. Reconocimiento del área



Anexo 2.2. Toma de muestras



Anexo 2.3. Toma de muestras



Anexo 2.4. Muestras en el laboratorio



Anexo 2.5. Realización de los análisis – peso de cilindros



Anexo 2.6. Realización de los análisis - Textura



Anexo 2.7. Realización de los análisis – trituración de las muestras



Anexo 2.8. Realización de los análisis - textura

ANEXO 3

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

PRESENTACIÓN

La presente Guía de Buenas Prácticas Ambientales para el buen uso del suelo, es una elaboración de los autores José Paúl Viteri y Gema Yícela Zambrano Alcívar, que busca el aporte a la sostenibilidad ambiental en la Microcuenca Cañas.

En sí la guía es el producto final de una secuencia progresiva de una investigación realizada durante doce meses, que conlleva lineamientos dados por entidades internacionales como la FAO, con el aporte de los mapas potencializadores (Cobertura y uso, aptitudes y conflictos de suelo), y a su vez datos con la información detallada de los cultivos existentes y el uso apropiado por cada una de las zonas.

INTRODUCCIÓN

Muchos agricultores en el mundo, basados en generaciones de experiencia, están usando sus tierras en una manera sostenible, otros hacen lo mismo en base a las recomendaciones de sus descendencias. Esto ha llevado a pobreza, degradación ambiental, explotación económica ineficiente y pérdida de recursos naturales, es por ello que los mejores usos de la tierra dependen de condiciones económicas, sociales, políticas y culturales, de las características del suelo y de su respuesta al uso.

Gran parte de las tierras han sido utilizadas sin estudios previos que muestren cual es el tipo de uso más adecuado y cuál es el efecto ambiental de los diferentes usos debido a que muchos tipos de uso de la tierra, agrícolas o no, son hechos de forma y en lugares inadecuados.

Situación que no es diferente en la microcuenca Cañas, perteneciente a la parroquia Calceta del cantón Bolívar; la cual tiene una área de 24 km² y forma parte de la subcuenca del río Carrizal. Es una zona que se caracteriza por tener una ocupación forestal, maderable y agrícola. Sus valores cuantitativos respecto a la cobertura y usos de suelo destacan para Bosque con un 42.1%, Pasto con un 39.1%, Cuerpo de agua con un 7.1%, Cultivo de ciclo largo con un 6.1%, Cultivo de ciclo corto con un 5.6%. Lo que permitió obtener una apreciación más amplia de nuestra investigación respecto a cómo está la situación actual de los usos de suelo y de esta manera contribuir al mejoramiento de la calidad y sostenibilidad ambiental del recurso suelo en la zona.

QUÉ SON LAS BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

Son medidas sencillas y útiles que podemos adoptar para reducir el impacto ambiental negativo de las actividades.

Son acciones que implican cambios en la organización y, fundamentalmente, en el comportamiento y los hábitos de las personas para disminuir riesgos ambientales, promover el ahorro de recursos y una gestión sostenible. Para garantizar que estas prácticas tengan éxito y logren un cambio real es factor imprescindible que las personas colaboremos y nos impliquemos, ya que conocemos de primera mano las actividades desarrolladas en nuestros lugares de trabajo.

Equitativamente, nuestra seguridad y salud se ve comprometida en numerosas ocasiones por las condiciones ambientales en las que desarrollamos nuestra actividad laboral, es por ello, que la aplicación de las buenas prácticas ambientales en nuestros lugares de trabajo nos revierte y beneficia directamente al reducir riesgos y proteger nuestro entorno.

QUÉ PROMUEVEN LAS BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

- ✓ **Seguridad de las personas**
 - Mejorar las condiciones de los trabajadores y consumidores
 - Mejorar el bienestar de la Familia Agrícola

- Mejorar la Seguridad Alimentaria
- ✓ **Medio Ambiente**
 - No contaminar aguas y suelos
 - Manejo racional de agroquímicos
 - Cuidado de la Biodiversidad
- ✓ **Inocuidad Alimentaria**
 - Alimentos sanos, no contaminados y de mayor calidad para mejorar la nutrición y alimentación
- ✓ **Bienestar Animal**
 - Cuidado de animales
 - Alimentación adecuada

LA IMPORTANCIA DEL SUELO

El suelo es aquello que pisamos, cultivamos, construimos, explotamos, es una parte importante para el desarrollo de la vida en muchos aspectos. La importancia del suelo es debido a las funciones que desempeñan el medio ambiente y la socioeconómica, que son las siguientes:

- **Producción de biomasa:** Los suelos sirven de sustrato para una amplia variedad de plantas, animales y microorganismos que contribuyen a crear un medio que resulta básico para la producción primaria de los ecosistemas terrestres. Así aportan aire, agua y nutrientes para las plantas además de una base fija de soporte.
- **Regulación medioambiental:** El suelo actúa como medio protector del agua gracias a su capacidad amortiguadora, transformadora y de filtración. De este modo, los contaminantes procedentes de la atmósfera y otras fuentes, son retenidos por los filtros físico-químicos, químicos y procesos de adsorción, de modo que no alcanzan las aguas subterráneas ni las cadenas tróficas.

El suelo además regula los aportes de agua externos reduciendo el impacto de fuertes precipitaciones sobre otros sistemas (ríos, lagos, acuíferos).

- **Proporciona un hábitat biológico:** El suelo sirve de hábitat para un gran número de especies, un puñado de suelo puede contener más de un billón de organismos de millares de especies.

La presencia de microorganismos es de vital importancia ya que son los responsables de la descomposición, conversión y síntesis de sustancias orgánicas que hacen que se cierren los ciclos de la materia y de algunos elementos.

- **Es una gran reserva genética:** simbiosis micro orgánica
- **Regula el clima, gracias a la fijación de carbono:** aportes del carbono y continuidad del ciclo del carbono
- **Soporta viviendas e infraestructuras:** El suelo sirve de base espacial para el desarrollo de estructuras técnicas, industriales y socioeconómicas.
- **Es fuente de materias primas:** El suelo es también fuente de materias primas para numerosas actividades. La extracción de turba, grava, arena, arcilla, rocas, agua, etc. son una importante función económica del suelo.

- **Protege restos arqueológicos:** Los suelos preservan yacimientos arqueológicos y actúan como una especie de testimonio también para sucesos catastróficos, impactos antrópicos, etc.
- **Es fuente de información geológica y geomorfológica:** El territorio y los paisajes actuales constituyen una herencia de procesos climáticos, geomorfológicos y edafológicos pasados.

Y sobre todo tiene la función primordial de ser el soporte y permitir el crecimiento de las plantas (anclaje, oxígeno y nutrientes) que nos proporcionan alimento tanto a nosotros como a los animales. Este anclaje de las plantas proporciona una protección contra erosión.

Para que se forme un suelo fértil es necesario que pasen millones de años. Sin embargo, puede perderse en poco tiempo, si no existe vegetación o materia orgánica que lo cubre éste será arrastrado por el agua y el viento.

El suelo se forma por la acción de diferentes fuerzas (químicas, físicas y biológicas) sobre la materia que le da origen, que es la roca basal. El suelo es un sistema dinámico que se encuentra en continua transformación. Hay que destacar que son los microorganismos como hongos, entre ellos la Micorriza, y bacterias quienes ayudan en la formación del suelo, degradando las rocas y produciendo gomas que le dan estructura.

Posteriormente, otros organismos como los líquenes y musgos colonizan la roca facilitando en el proceso la formación del suelo. Más adelante, otros organismos como lombrices, plantas arbustivas y árboles lo colonizarán y el suelo seguirá formándose.

Existe una diversidad de pequeños sitios que son muy variables uno de otro en la composición del suelo. Se ha dicho que un centímetro de suelo es diferente al centímetro aledaño y que un gramo de suelo puede contener miles o millones de especies de microbios. Existe una gran diversidad de suelos, éstos son diferentes en su textura, porcentaje de materia orgánica, capacidad de retención de humedad, minerales, tamaño de las partículas que lo forman, entre otras características.

La composición del suelo se divide en tres fases: acuosa (agua), gaseosa (aire) y sólida. La parte sólida está formada por dos tipos de compuestos, la materia orgánica y los compuestos inorgánicos. De manera general, un suelo agrícola tendrá entre 15 – 35% de agua, de 1 – 5% de materia orgánica (un suelo muy fértil), un 45% aproximadamente de minerales y el resto será aire.

La parte inorgánica, en forma de arcillas, contiene minerales que aportan nutrientes a las planta, en ellas se encuentran compuestos capaces de interactuar con el agua en el suelo.

Es muy importante conservar el suelo para mantener la productividad, pues cuando la capa superior se pierde hay menor retención de agua y las raíces ya no tienen soporte, se pierde la materia orgánica, el nitrógeno, el fósforo y otros elementos y nutrientes. El suelo se endurece y las raíces no pueden entrar más profundamente, lo que les impide tomar más recursos.

Para evitar que el suelo se elimine, se debe mantener vegetación en él, usando árboles o cultivos perennes, con rotación de cultivos o bien, dejando residuos de la cosecha anterior, el objetivo es que siempre haya una cobertura vegetal en el suelo agrícola.

¿POR QUÉ CONSERVAR EL SUELO?

Para adquirir la seguridad alimentaria y sostenibilidad ambiental en las comunidades rurales aplicando métodos apropiados del manejo de la tierra que ayudan a invertir la degradación de recursos del suelo, agua y biológicos y para aumentar la producción de cultivo y ganadería. Los efectos de degradación de suelos son numerosos entre ellos se incluye la disminución de la fertilidad del suelo, elevación de acidez, salinidad, alcalinización, deterioro de la estructura del suelo, erosión eólica e hídrica acelerada, pérdida de la materia orgánica y de biodiversidad.

Como resultado la productividad y los ingresos referentes de la agricultura se disminuyen, la migración hacia áreas urbanas se incrementa y la pobreza rural se exacerba. Se toman medidas para recuperar la productividad de suelos degradados, las cuales se deben conectar con otras medidas que afectan las prácticas de manejo de tierras en particular la agricultura de conservación, buenas prácticas agrícolas, manejo de riegos y el manejo integrado de nutrición de las Plantas.

Factores por los cuales se debe conservar el suelo:

Erosión: En todo el mundo el uso agrícola de la tierra está causando graves pérdidas de suelo. Es muy probable, que la raza humana no pueda alimentar una población creciente, si la pérdida de suelos fértiles por el uso agrícola continua con esta tendencia.

Conservación del agua: La pérdida de agua, que no llega a infiltrar suficientemente en los suelos agrícolas puede causar a largo plazo problemas aún más graves., como consecuencia de estos ejemplos tenemos que cambiar drásticamente la forma de labranza del suelo.

MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

La restauración y mantenimiento de la capacidad productiva del suelo, a través de medidas conservacionistas, es la guía más importante para mejorar la producción agrícola. Una vez protegido el terreno con obras físicas, se debe iniciar la recuperación de la capacidad productiva por medio de la aplicación de medidas o prácticas agronómicas mecánicas.

PRÁCTICAS AGRONÓMICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

Las medidas agronómicas de conservación de suelos permiten principalmente el aumento de la capacidad productiva del suelo mediante sistemas de manejo directo, estas medidas incluyen prácticas que se realizan en la preparación del terreno para aumentar la producción, pero que tienen el propósito secundario de reducir la escorrentía (agua de lluvia que se desplaza por la superficie del terreno) y la erosión, contribuyendo directamente a mejorar la textura, porosidad y fertilidad del suelo.

Algunas medidas son:

- 1. Labranza:** Se refiere a la manipulación mecánica de los suelos con el fin de mantenerlos en condiciones óptimas para el desarrollo de los cultivos. Es una práctica agrícola tan antigua como la agricultura misma.
- 2. Abonos orgánicos:** la incorporación de materiales de origen orgánico favorece numerosas propiedades físicas y químicas del suelo. La materia orgánica es una enmienda relativamente completa, es decir, contiene cantidades de casi todos los elementos importantes para la planta.
- 3. Rotación de cultivos:** Es la sucesión de cultivos diferentes, en ciclos continuos, sobre un área de terreno determinado.
- 4. Cultivo múltiple:** Se define como la utilización de la tierra con más de un cultivo en el año. La modalidad más interesante de este sistema de explotación consiste en intercalar varios cultivos en una unidad de terreno, este tipo de operación recibe el nombre de "cultivos asociados".
- 5. Barreras vivas:** Son hileras de plantas perennes o de larga vida, densas, sembradas en dirección perpendicular, transversal a la pendiente (inclinación del terreno), a la dirección del viento, o en contorno. Esta práctica tiene como finalidad disminuir el poder erosivo del escurrimiento o contener partículas desprendidas por erosión eólica.

- 6. Cultivos en fajas:** Esta práctica consiste en alternar fajas o franjas de cultivos limpios con otras de cultivos densos, siguiendo un programa de rotación.

El cultivo en fajas es una práctica agronómica que se puede llevar a cabo en terrenos mecanizables. Se adaptan bien a terrenos planos a casi planos, protegiéndolos contra la erosión, ya que las fajas donde se desarrollan los cultivos densos disminuyen el impacto de la lluvia, aumentan la infiltración y reducen la escorrentía que afectaría la faja de cultivo limpio ubicado inmediatamente debajo.

- 7. Cultivo en contorno:** Es una práctica que consiste en labrar el terreno, hacer surcos y sembrar el cultivo en dirección perpendicular a la pendiente, siguiendo las curvas a nivel. Es común en suelos con ligeras pendientes.

- 8. Cortinas rompevientos:** Representan una práctica agroforestal muy conveniente y efectiva en áreas planas, áridas o semiáridas, donde los fuertes vientos afectan la producción agrícola. En áreas donde predomina el riego por aspersión, las cortinas rompevientos contribuyen a mantener una aplicación más uniforme del agua, evitando pérdidas que reduzcan la efectividad del sistema. También sirven como áreas verdes y refugios de fauna silvestre.

MANTENIMIENTO DE SUELOS SANOS Y SU GESTIÓN A LA SOSTENIBILIDAD DE LA TIERRA

Con una población mundial que según las previsiones superará los 9 000 millones de habitantes en 2050, y el agravante de la competencia por la tierra y el agua y el impacto del cambio climático, nuestra seguridad alimentaria actual y futura depende de nuestra capacidad de aumentar los rendimientos y la calidad de los alimentos utilizando los suelos ya dedicados a la producción actualmente.

Los sistemas de gestión holística de la producción, que promueven y refuerzan la salud de los agroecosistemas social, ecológica y económicamente sostenibles, son necesarios para proteger nuestros suelos y mantener elevadas capacidades productivas.

Los agricultores desempeñan un papel primordial a este respecto. Numerosos y diversos enfoques agrícolas promueven la gestión sostenible de los suelos con la finalidad de mejorar la productividad, por ejemplo, la agroecología, la agricultura de conservación, la agricultura orgánica, el cultivo sin labranza y la agroforestería.

Por último, una mejor comprensión de las relaciones entre el período útil de los suelos y la función de los ecosistemas y el impacto de las intervenciones humanas permitirán reducir los efectos negativos y aprovechar de manera más eficaz los beneficios de la actividad biológica de los suelos con miras a una agricultura más sostenible y productiva.

Finalmente se propone a través de una serie de cuadros secuenciales las acciones a realizarse para tener un buen uso del suelo enfocado en la sostenibilidad ambiental de este recurso:

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS
Planeación de la finca	Con la orientación de un técnico, en un nuevo proyecto al beneficiario hace un análisis de los recursos naturales (uso actual del suelo, vegetación, fuentes de agua y topografía) y define su uso sostenible con el apoyo de mapas potencializadores.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mejora el conocimiento de los recursos disponibles. 2. Permite hacer un ordenamiento más racional de la propiedad. 3. Facilita la elección de las zonas más adecuadas para las actividades productivas siguiendo criterios técnicos y ambientales. 4. Identifica las zonas de interés ambiental que se deben proteger.

<p>No intervención del bosque primario ni de los nacimientos de agua al establecer el proyecto productivo</p>	<p>En la ejecución de los proyectos es indispensable conservar y proteger las partes boscosas y las fuentes de agua que existen en el área.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preserva la oferta ambiental y el bosque nativo. 2. Evita la pérdida de recursos estratégicos para la sostenibilidad del predio y su entorno. 3. Favorece la regulación hídrica. 4. Protege la biodiversidad (fauna y flora). 5. Facilita el control de procesos erosivos. 6. Permite la captura de CO₂. 7. Acaba con la ampliación de la frontera agrícola a costa de la destrucción de la naturaleza.
<p>Establecimiento de sistemas agroforestales</p>	<p>Los sistemas de producción agroforestal combinan árboles con cultivos y/o animales para optimizar los recursos y hacer sostenible la producción.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mejora la fertilidad de los suelos. 2. Regula el microclima. 3. Protege los cultivos. 4. Genera biomasa. 5. Regula los recursos hídricos. 6. Permite la seguridad alimentaria. 7. Protege la fauna.
<p>Preparación de lotes mediante tumba y repique de rastrojo bajo, dejando sombrío a partir de la vegetación existente</p>	<p>Al hacerse la preparación de los lotes es más conveniente tumbar manualmente y repicar la materia orgánica para que la misma se incorpore como mejoramiento de la capa vegetal del área productiva. Esta es una práctica más conveniente que la tala rasa por medios mecánicos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protege el suelo de la erosión tanto hídrica como eólica. 2. Facilita el establecimiento del sistema agroforestal para cultivos como cacao, café y frutales. 3. Al dejar los residuos vegetales sobre el terreno, devuelve nutrientes al suelo y mejora su contenido de materia orgánica. 4. Aprovecha la vegetación existente adaptada y bien establecida. 5. Evita las quemaduras. 6. Preserva las especies nativas.
<p>No utilización de las quemaduras para la preparación y limpieza de los lotes</p>	<p>La práctica de quemar la tierra para prepararla para la siembra es una costumbre fuertemente arraigada entre los campesinos e indígenas. Esta práctica deteriora la capa vegetal, hace el terreno susceptible a la erosión y destruye los microorganismos que se encuentran en el suelo.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Permite la presencia de valiosos microorganismos en el suelo. 2. Reduce los procesos erosivos por los suelos descubiertos. 3. Evita la emisión de gases de efecto invernadero que incrementan el calentamiento global. 4. Disminuye la pérdida de la biodiversidad de flora y fauna.
<p>Preparación manual del suelo</p>	<p>Se deben usar herramientas manuales que evitan una remoción profunda del suelo.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evita el empleo de maquinaria agrícola para preparar los suelos, la cual cambia su estructura y produce erosión al dejarlo descubierto. 2. Permite dejar residuos vegetales sobre el suelo al realizar las limpiezas. Estos sirven para: <ol style="list-style-type: none"> a. Disminuir la erosión. b. Regular la humedad. c. Devolver nutrientes. d. Mejorar la materia orgánica. e. Aumentar los microorganismos.
<p>Trazado en tres bolillos y/o a través de la pendiente</p>	<p>La siembra de cultivos en zonas de montaña o ladera se debe realizar en triángulo en surcos y en curvas de nivel, empleando las terrazas o semi terrazas.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Retiene el suelo cuando llueve. 2. Disminuye la erosión eólica que se da por la fuerza del viento y los suelos desprotegidos. 3. Aprovecha mejor el lote. 4. Ofrece un espaciamiento preciso de las plantas para una mejor utilización de la luz solar. 5. Mejora la adherencia de las raíces al suelo para evitar derrumbes o deslizamientos de tierra. 6. Incrementa la infiltración.

<p>Recolección y manejo de los residuos inorgánicos</p>	<p>En las fincas se genera una gran cantidad de residuos inorgánicos sólidos como papel, plásticos, metales y vidrio. Éstos deben almacenarse separadamente en canecas o costales para su posterior reciclaje o adecuada disposición.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Termina la contaminación de los suelos y las fuentes de agua con residuos que no se degradan fácilmente. 2. Se evita la quema de residuos, la cual deteriora la calidad del aire.
<p>Asocio e intercalamiento de cultivos de pancoger</p>	<p>En la etapa inicial de cultivos permanentes como cacao, café, palma africana y especies forestales, se pueden intercalar cultivos de ciclo corto como frijol, maíz, arveja y hortalizas entre las calles. El asocio y la diversificación de una explotación con cultivos de consumo familiar como maíz, frijol, plátano, yuca y hortalizas promueven la seguridad alimentaria.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Aprovecha los recursos de la finca de manera óptima. 3. Genera alimento para el productor y su familia en el corto y mediano plazo. 4. Protege el suelo mientras se desarrolla el cultivo perenne. 5. Adiciona nitrógeno al suelo por fijación simbiótica en el caso de las leguminosas. 6. Genera arraigo hacia la propiedad y favorece la sostenibilidad del proyecto.
<p>Establecimiento de coberturas nobles asociadas a los cultivos</p>	<p>Las coberturas nobles están compuestas por plantas herbáceas de leguminosas, gramíneas y compuestas.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protege el suelo de la erosión hídrica y eólica. 2. Conserva la humedad al evitar que los rayos solares deshidraten la capa vegetal. 3. Disminuye las aplicaciones de herbicidas porque las raíces crecen a diferentes profundidades agregando los sólidos y permitiendo aireación. 4. Favorece la actividad biológica dentro del suelo. 5. En el caso de las leguminosas, ayuda a la incorporación de nitrógeno por la fijación simbiótica. 6. Algunas coberturas proporcionan forraje para la alimentación animal.
<p>Renovación de plantaciones sin destruir coberturas</p>	<p>La renovación de plantaciones viejas e improductivas debe hacerse sin disturbar el ambiente. Con el cacao se siembran las plantas nuevas al lado de las viejas y se mantienen el sombrero y las coberturas.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protege el suelo. 2. Evita la pérdida de materia orgánica. 3. Recicla nutrientes. 4. Mantiene el equilibrio ecológico.
<p>Siembra de barreras vivas alrededor de los cultivos</p>	<p>Las barreras vivas se utilizan como cercas para la delimitación de lotes y cultivos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crea corredores de conectividad biológica. 2. Reemplaza el uso de cercas disminuyendo el costo de mantenimiento de los lotes. 3. Contribuye a ordenar los usos del suelo dentro de la finca. 4. Sirve de hospedero a insectos protegiendo los cultivos de plagas y enfermedades. 5. Disminuye los daños causados por la fuerza del viento. 6. Capta humedad para el ambiente. 7. Controla la erosión.

<p>Siembra de árboles como compensación para el caso de aprovechamiento forestal doméstico</p>	<p>Cuando el productor utiliza árboles para algunas labores de la finca, es importante que compense el material utilizado con la siembra de especies nativas.</p> <p>La compensación forestal es una práctica que permite la reforestación y el mantenimiento de árboles en la finca. Se hace con especies nativas para lograr una mayor adaptación y mejor establecimiento.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protege el suelo y las fuentes de agua. 2. Recupera la fauna silvestre y mejora el refugio de pájaros e insectos benéficos. 3. Recupera la biomasa del bosque y permite la captura de CO2. 4. Mantiene la cobertura forestal en el predio.
<p>Utilización de tracción animal para preparación de los suelos y transporte</p>	<p>En algunas plantaciones de palma africana se utilizan búfalos para la recolección de frutos.</p> <p>En caña de azúcar y otros cultivos se utilizan mulas.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disminuye la compactación del suelo, lo cual mejora la infiltración y la aireación. 2. Evita la destrucción de la vegetación existente de cobertura de protección del suelo. 3. Incorpora materia orgánica con el estiércol y la orina de los animales. 4. Evita la emisión de gases por la combustión de motores. 5. Reduce los costos para el pequeño productor. 6. Permite el acceso a zonas donde no es posible la entrada de maquinaria.
<p>Establecimiento de sistemas silvopastoriles y rotación de potreros</p>	<p>Los sistemas silvopastoriles son la combinación de cultivos de pastos con árboles y especies como las leguminosas que ayudan al mejoramiento del suelo y a la nutrición del ganado.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Favorece la recuperación de los pastos y el mantenimiento de la productividad del sistema. 2. Disminuye la compactación del suelo. 3. Reduce el pisoteo de animales pesados como bovinos y equinos. 4. Permite hacer un manejo técnico de los potreros para beneficio de los animales y el suelo. 5. Contribuye a la regulación hídrica. 6. Incrementa la masa boscosa.
<p>Uso de fibras naturales para tutorado, espalderas, emparrados y similares</p>	<p>En los cultivos que requieren amarre o tutorado se puede utilizar la cabuya o la hilaza de algodón en lugar de la fibra sintética.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evita la contaminación de suelo y el agua con materiales sintéticos, pues las fibras naturales son biodegradables. 2. No se recurre a productos provenientes de recursos naturales no renovables. 3. Reduce los costos porque es una alternativa más económica que la fibra sintética.
<p>Trazado de caminos para movilizar los productos de la finca y los residuos de la cosecha</p>	<p>El tránsito desordenado dentro de las plantaciones causa serios daños al suelo y a los cultivos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evita la destrucción de los surcos o las terrazas en curvas de nivel. 2. Facilita la conservación de las acequias de drenaje.