

**VALORACIÓN ECONOMICA DE LA CAPTURA DE CARBONO COMO UN
SERVICIO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRAFICA QUEBRADA JUI,
MUNICIPIO DE TIERRALTA, CÓRDOBA - COLOMBIA**

HERNAN JOSE TAPIAS CONTRERAS

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS
BOGOTA DC
AÑO 2019**

**VALORACIÓN ECONOMICA DE LA CAPTURA DE CARBONO COMO UN
SERVICIO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRAFICA QUEBRADA JUI,
MUNICIPIO DE TIERRALTA, CÓRDOBA - COLOMBIA**

HERNAN JOSE TAPIAS CONTRERAS

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAGISTER EN GESTIÓN
DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS
BOGOTA DC
AÑO 2019**

NOTA DE APROBACIÓN

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá DC, 2019

DEDICATORIA

Este proceso formativo quiero dedicarlo a Dios sobre todas las cosas, por darme el entendimiento necesario para alcanzar mis metas y objetivos, de igual manera a mi madre Rosario María Contreras Torres por todo su apoyo y los buenos consejos que me han hecho la persona que soy hoy.

A mi padre Hernán Arturo Tapias D, por su apoyo incondicional y cariño constante, por los ejemplos, los valores y crianza.

A mi hermana Paola Tapias Contreras, por ser gestora de este gran logro personal y académico.

A mi esposa Lucelis Otero Solórzano, la gran partícipe de todos mis logros personales y académicos, mi apoyo constante y motivacional.

HERNAN JOSE TAPIAS CONTRERAS

AGRADECIMIENTOS

1. *En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a Dios por su misericordia, gratitud y amor.*
2. *Agradezco a la Universidad Santo Tomás – Sede Bogotá, por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional integro.*
3. *Le agradezco a mi director PhD Alfredo Ramos Moreno por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona e investigador.*
4. *Le agradezco a los integrantes del Programa de la Maestría en Cuencas Hidrográficas, por su gestión y apoyo en cada momento académico, a la Ing. Yuli Rodríguez por su participación en este logro.*
5. *También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación.*
6. *Agradecer a mis tíos Walter Contreras y Sandra Mancera que fueron mi apoyo en esta etapa fuera de mi ciudad, Gracias por todo*
7. *Finalmente, a mi grupo de compañeros, que fueron de gran apoyo académico para la realización de este proceso profesional en mi vida.*

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
JUSTIFICACIÓN.....	14
OBJETIVOS.....	16
Objetivo general.....	16
Objetivos específicos	16
MARCO TEÓRICO	17
Estado del arte.....	17
Marco conceptual.....	21
METODOLOGÍA.....	27
Localización del área de estudio	27
Tipo de diseño.....	29
Población y descripción	29
Muestra y muestreo.....	30
Técnicas de recolección de datos.....	31
Muestreo sistemático simple.....	31
Fases del diseño metodológico	33
Fase 1: Análisis de las dimensiones socioeconómicas y ambientales de la Cuenca quebrada Jui en el departamento de Córdoba.....	34
Fase 2: Estimación de la captura de carbono en el suelo por la metodología de Walkley y Black en la Cuenca quebrada Jui en el departamento de Córdoba.....	34
Fase 3: Identificación de los bienes y servicios ambientales en la cuenca quebrada Jui como estrategia de adaptación al cambio climático.	39
Fase 4: Valoración económica de la captura de carbono en la cuenca.	40

RESULTADOS	43
Fase 1- Análisis de las dimensiones socioeconómicas y ambientales de la Cuenca quebrada Jui en el departamento de Córdoba	43
Geología y geomorfología de la cuenca.	52
Sistema biótico.	58
Precipitación de la cuenca.	59
Caracterización morfométrica de la cuenca.	61
Fase 2. Estimación de la captura de carbono en el suelo por la metodología de Walkley y Black en la Cuenca quebrada Jui en el departamento de Córdoba	66
Determinación de carbono (NTC 5403).....	80
Potencial de carbono en la cuenca.....	81
Fase 3 y 4: Bienes y servicios ambientales en la microcuenca Quebrada Jui. Y Valoración económica de la captura de carbono en la cuenca.	85
DISCUSIÓN	90
CONCLUSIONES.....	92
RECOMENDACIONES	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
ANEXOS	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la cuenca.	27
Figura 2. Mapa base de la microcuenca de la quebrada Jui.	28
Figura 3. Muestreo sistematico en la quebrada Jui.....	32
Figura 4 Metodología para la captura de Carbono en suelos (norma NTC 5403).....	35
Figura 5. Ubicación de las muestras de suelo en la cuenca de estudio.....	36
Figura 6. Tomas muestras de suelo Quebrada Jui.	38
Figura 7. Análisis de muestras en laboratorio..	39
Figura 8. Clases agrícolas de los suelos en la Quebrada Jui.....	44
Figura 9. Cobertura actual del suelo de la cuenca de la quebrada Jui..	47
Figura 10. Uso del suelo de la cuenca de la quebrada Jui.	49
Figura 11. Conflictos de uso del suelo.	51
Figura 12. Unidades geológicas de la microcuenca de la Quebrada Jui.....	55
Figura 13. Unidades geomorfológicas de la Quebrada Jui.	57
Figura 14. Mapa de precipitaciones anuales 2000-2010, en el departamento de Córdoba ..	60
Figura 15. Curva Hipsometrica..	65
Figura 16. Materia Orgánica presente en el suelo.	69
Figura 17. Potencial de Hidrogeno (pH) en la Quebrada Jui.....	71
Figura 18. Niveles de Fosforo (P) en la cuenca.....	73
Figura 19. Concentración de Calcio Intercambiable.	74
Figura 20. Concentraciones de Magnesio intercambiable.....	76
Figura 21. Concentración de Potasio intercambiable..	77
Figura 22. Concentración de Aluminio intercambiable.....	78
Figura 23. Capacidad de intercambio catiónico CIC.....	79
Figura 24. Porcentaje de Materia Orgánica presente en las muestras evaluadas.	80
Figura 25. Niveles de carbono Orgánico.....	84
Figura 26. Precios de captura de CO ₂	88

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de las muestras, microcuenca quebrada Jui.	35
Tabla 2. Protocolos de laboratorio para los parámetros estudiados.	37
Tabla 3. Estructura metodológica y resultados esperados.	42
Tabla 4. Clases de suelo.	45
Tabla 5. Áreas y porcentajes cuenca Quebrada Jui.	46
Tabla 6. Porcentajes de uso actual del suelo, cuenca Quebrada Jui.	48
Tabla 7. Conflictos de uso del suelo, cuenca Quebrada Jui.	50
Tabla 8. Porcentaje de formaciones geológicas.....	54
Tabla 9. Áreas y porcentajes de geoformas.....	56
Tabla 10. Estaciones en áreas cercanas al área de estudio.	59
Tabla 11. Morfometría de la cuenca.	61
Tabla 12. Parámetros evaluados en las muestras de suelo.	66
Tabla 13. Porcentajes de Materia Orgánica.....	67
Tabla 14. Porcentajes de pH.	70
Tabla 15. Porcentaje de carbono en la microcuenca.	82
Tabla 16. Niveles de carbono y área en la microcuenca.	83
Tabla 17. Bienes y servicios prestados por una cuenca según el IDEAM.	85
Tabla 18. Servicios ecosistémicos prestados por la microcuenca Jui.....	86
Tabla 19. Precios de captura de Carbono para la cuenca.	89

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Actores y paisaje de la microcuenca.....	105
Anexo 2. Resultado análisis de suelos.....	111
Anexo 3. Valores para la construcción de la curva Hipsométrica.....	127

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha aumentado la preocupación de la sociedad por el aprovechamiento y la gestión integral de las cuencas hidrográficas las cuales, constituyen unidades de vital importancia ya que son áreas fisiográficas productoras de agua; por tal razón, se hace indispensable el manejo y uso razonable de manera que se logre conservar o restablecer un adecuado equilibrio entre el lucro económico y la conservación de los recursos naturales. (Ramaskrishna, 1997).

Por un lado, el departamento de Córdoba se ha caracterizado por su alta dependencia de una economía ganadera de explotación extensiva, lo cual requiere de significativas áreas de pastoreo, que deben ser ampliadas en la medida que aumenta la población bovina, convirtiéndose en acción depredadora para los bosques nativos, generando una degradación constante de bienes y servicios ambientales importantes para los ciclos económicos de la zona.

La microcuenca de la Quebrada Jui, no es ajena a los procesos anteriormente mencionados. Esta microcuenca no ha sido muy estudiada, además es poco conocida, la información que se tiene de esta sobre servicios y condiciones ambientales es poca. La comunidad asentada en esta zona no tiene conocimiento y/o no da importancia a los diferentes servicios que presta la microcuenca.

Los servicios ambientales y la biodiversidad de un ecosistema, brindan las bases para el desarrollo social y humano de las economías, esto es, el aporte que brinda el ecosistema al bienestar humano. Sin embargo, al desconocer estos servicios, puede incurrirse en agotamiento de recursos naturales, deterioro del ecosistema y calidad de vida.

Por otro lado, el cambio climático, ha hecho que se torne importante la captura de carbono en el suelo, esto se debe a que el dióxido de carbono atmosférico, es tomado, transformado, y posteriormente almacenado en los suelos como carbono (FAO, 2002; Lal et al., 2007), la mayor cantidad de carbono es almacenada en los bosques (plantas y suelos) (Casanova et al., 2011). Siendo los bosques una amplia zona de cobertura de las tierras 29% aprox. (Zambrano et al., 2004).

El presente trabajo corresponde a una metodología que permite aproximar el valor monetario de los bienes y servicios ambientales -BSA-, ofertados por la quebrada Jui en el municipio de Tierralta, Córdoba; estos datos permiten avanzar en los procesos de valoración de los Bienes y servicios ambientales intangibles como la captura de CO₂ por parte del suelo. El resultado de esta investigación permite establecer políticas sostenibles para la protección del ecosistema, como instrumento que incentiva la economía verde, que implica la disposición de sistemas económicos y ambientales apropiados y coherentes con el propósito de lograr la sostenibilidad ambiental en la cuenca.

Es importante resaltar la innovación de la investigación en establecer una mayor aproximación al valor ambiental de los BSA generados por el suelo; debido a que los mercados de carbono cada día se vuelven una alternativa viable para la generación de economías sostenibles en pleno crecimiento urbanísticos del planeta.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El departamento de Córdoba posee grandes riquezas en recursos naturales como fauna, flora, paisajes y recursos hídricos; ubicándose como uno de los departamentos con mayor biodiversidad e importancia para el país. Los recursos hídricos en este departamento son abundantes; el río Sinú es la principal cuenca hidrográfica cuyo cauce atraviesa esta entidad territorial de sur a norte, en él desaguan la mayoría de los afluentes, lo cual conlleva y hace necesaria una adecuada planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, a través de los planes de manejo y los planes de ordenación de las cuencas amparados por ley (POMCA, 2016). La región se ha caracterizado por su alta dependencia de una economía ganadera de explotación extensiva generando áreas de pastoreo que aumentan poco a poco, acorde al crecimiento de la actividad bovina, proceso económico importante para la región.

La cuenca de la quebrada Jui, ubicada en el municipio de Tierralta en el departamento de Córdoba, no es ajena a esta realidad; se caracteriza por tener gran cantidad de nacimientos de drenajes, los cuales son de gran importancia en la zona, estos impactan positivamente el ambiente, configuran el paisaje e influyen sobre las diferentes coberturas del suelo en la zona. En esta área, los relictos de bosques han venido cediendo terreno frente al aumento procesos que se inician con la tala del sotobosque y luego, poco a poco van desapareciendo árboles hasta quedar convertidas zonas enteras de potreros enmalezados o potreros arbolados, donde su principal uso es la ganadería extensiva, la cual altera el equilibrio dinámico del suelo y por ende sus propiedades físicas y biológicas con la compactación del mismo, generando un desequilibrio ecosistémico (PBOT, 2011; Espinosa et al., 2011; Medina, 2016)

Siendo el recurso suelo tan importante, puesto que en él se desarrollan la mayoría de las actividades económicas de la zona; la presente investigación está dirigida, fundamentalmente, a proveer elementos generales en el tema de valoración económica de servicios ambientales, particularmente el servicio de captura de carbono por parte del suelo.

Que permita establecer criterios cuantificables para avanzar en el diseño e instrumentación de políticas públicas, programas y proyectos ambientales; la priorización de las acciones en el territorio, como la creación de fondos para su sostenibilidad, encaminados al manejo sostenible de los recursos naturales y la conservación de los bienes y servicios ambientales, como el suelo, importante para el desarrollo de las actividades económicas, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la microcuenca.

La presente investigación busca resolver la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el valor económico que presenta la captura de carbono por parte del suelo, como servicio ambiental en la cuenca de bosque húmedo tropical (bh-T) ubicada en la quebrada Jui, ¿municipio de Tierralta?

JUSTIFICACIÓN

La naturaleza provee una amplia variedad de Bienes y Servicios Ambientales (BSA), pero debido al bajo conocimiento y conciencia sobre el manejo de ellos, pocas veces son realmente valorados y respetados. La pérdida de los BSA, puede explicarse en gran parte debido a que no existe ninguna compensación para la conservación de los ecosistemas que proveen esos BSA, las comunidades carecen de motivación económica para su protección y no consideran esos servicios como relevantes. Teniendo en cuenta lo anterior, se han presentado serios debates a nivel mundial sobre la necesidad de disponer de nuevas herramientas para la conservación ambiental.

Los servicios ambientales constituyen una parte muy importante a la gestión integral de una cuenca, la investigación de los servicios ecosistémicos se ha convertido en un área importante de investigación en la última década. El número de documentos que abordan los servicios de los ecosistemas está aumentando exponencialmente. por tal razón la presente investigación posee una relevancia debido a que, a la fecha, no se tiene conocimiento relacionado a la estimación del servicio ambiental de captura del CO₂ por parte del suelo en la cuenca de estudio y busca contribuir con el conocimiento en este tema y su importancia como servicio ambiental.

El cambio climático es una realidad que como consecuencia del incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI), provoca el calentamiento del planeta (IPCC, 2007), afecta directamente al hombre y a las actividades económicas que tienen una correlación con el estado del tiempo.

Según el IDEAM, en el boletín de precipitación mensual total de enero del 2015, la cuenca quebrada Jui se encuentra entre 50 y 100 mm/mes para los años 1981 – 2010; sin embargo, para 2018 en el mismo tiempo se reporta de 100 y 150 mm/mes, estos cambios han afectado la dinámica económica de la zona como la elección de cultivo, el lavado de suelo y sus nutrientes y el crecimiento de inundaciones por la alta escorrentía superficial.

, no existen trabajos a nivel regional que hagan mención a los bienes y servicios ambientales que brinda la quebrada Jui y su importancia en la economía local. Por otra parte, la cuenca

presenta una gran afectación debido a la deforestación (Plan municipal de gestión del riesgo de desastre, 2012), la cual ha causado pérdida de cobertura vegetal y por ende lavado de los suelos (arrastre de nutrientes), esto conllevó a que zonas boscosas se convirtieran en sabanas utilizadas para la agricultura y la ganadería (PBOT, 2011), contribuyendo a cambios micro climáticos en la zona (IDEAM, 2015).

En lo que respecta a los cambios en el uso del suelo, el PBOT (Plan Básico de Ordenamiento Territorial)- 2011 describe las características y usos del suelo en el municipio de Tierralta, con potenciales agrícolas, pecuarios, de protección, conservación y producción forestal. Estos suelos se consideran aptos para cultivos permanentes y transitorios, así como para pastoreo y reforestación, sin embargo, las malas prácticas y usos, están generando cambios y conflictos por uso del suelo. Los cambios en los diferentes ecosistemas, afectan las concentraciones de materia orgánica, fósforo, fertilidad, pH, y cambios importantes en la dinámica del carbono tanto de los bosques como en el suelo (FAO, 2007).

Esta investigación, sin precedentes en la zona de Tierralta, servirá como base para la generación de programas técnicos y agropecuarios para la conservación del suelo y su posible proyección a futuro, esto conlleva a ser de gran utilidad para tener registros de dicho servicio y al mismo tiempo una contribución a la economía del país en la gestión de recursos generados por conservación de ecosistemas en una cuenca.

OBJETIVOS

Objetivo general

Desarrollar una valoración económica de la captura de carbono del suelo como un servicio ambiental en la cuenca quebrada Jui, municipio de Tierralta, departamento de Córdoba.

Objetivos específicos

1. Realizar un análisis de las dimensiones socioeconómicas y ambientales de la cuenca quebrada Jui.
2. Estimar la captura de carbono en el suelo a través metodología de Walkley y Black en la cuenca quebrada Jui.
3. Identificar los bienes y servicios ambientales de la cuenca quebrada Jui, como estrategia de adaptación al cambio climático y conservación de los recursos naturales.
4. Calcular el valor económico de la captura de carbono en el suelo de la cuenca.

MARCO TEÓRICO

Estado del arte

Se han efectuado trabajos preliminares que tratan el tema de valorización económica de la diversidad biológica y servicios ambientales desde una perspectiva general, específicamente en el área de estudio no se han efectuado estudios de estimación de captura de carbono del suelo en la cuenca, sin embargo, existen algunos estudios o diversas investigaciones a nivel regional y mundial.

A nivel internacional Baldoceda et al. (2001) publicó la “Valoración Económica del Servicio Ambiental de Captura de CO₂ en la Zona de Neshuya - Curimana-Pucallpa” que estudia sobre todo el asentamiento rural de la carretera Neshuya – Curimana (Perú), y donde se encuentra asentadas 350 familias, cuya actividad principal es la agricultura. La metodología seguida es de acuerdo al protocolo de levantamiento de vegetación en bosques secundarios, hecho por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Concluyendo que la tasa de secuestro promedio para la zona fue de 9.26 t C ha⁻¹ año⁻¹. Donde el 70% de esta tasa se encuentra en la biomasa de los diferentes componentes del bosque.

Por otra parte, Malca (2001), menciona en su investigación “Estimación de la capacidad de captura de CO₂ en bosques secundarios del trópico Amazónico como indicador de Valorización Económica, Loreto-Perú”. El estudio se desarrolló en la selva baja u Omagua, que se sitúa por debajo de los 400 msnm. La unidad de muestreo es la familia, el universo muestral es de 2500 familias usuarias de las tierras y de los bosques. La muestra está conformada por 208 familias asentadas en los caseríos de: Varillal, Moralillo y Quistococha.

En México Ordoñez & Masera (2001), deducen que las actividades humanas, tales como el uso de combustibles fósiles para la producción de energía y los procesos derivados del cambio en el uso del suelo y silvicultura, están generando grandes emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO),

clorofluorocarbonados (CFC's), óxidos de nitrógeno (NO_x) y metano (CH₄), principalmente, siendo el CO₂ uno de los GEI más importantes por las grandes cantidades en las que se emite. La vegetación tiene la capacidad de asimilar el carbono e incorporarlo a su estructura, es decir, lo fija y lo mantiene almacenado por largos periodos, a través de la fotosíntesis. Es por esta razón que los bosques son importantes sumideros de carbono. La investigación tiene como objetivo describir el proceso de captura de carbono en los ecosistemas forestales y su relación con el cambio climático.

En España, el secuestro de carbono en los suelos se ha convertido en una estrategia para mitigar los efectos del calentamiento de la atmósfera, pero además supone un medio adicional para frenar los procesos de degradación de los suelos y aumentar la calidad del suelo. En este contexto, interesa conocer el contenido original del carbono orgánico en el suelo y sus posibles cambios. Para ello, se ha estudiado el contenido de carbono orgánico del primer horizonte del suelo en la España peninsular y su relación con propiedades intrínsecas y extrínsecas del mismo (Hontoria et al., 2004). Lo anterior busca orientar las políticas de incentivos o regulaciones deben entender esa multifuncionalidad de la agricultura como proveedora de bienes y servicios, a fin de promover el equilibrio entre los factores económicos, sociales y ambientales implícitos en el concepto de “desarrollo sustentable”.

En Suramérica la investigación denominada **“Los servicios ecosistémicos del bosque Templado lluvioso: producción de agua y su valoración económica”** define la importancia de los nuevos escenarios de cambio climático global, el abastecimiento de agua en cantidad y calidad de los bosques, enfatizando el rol potencial de áreas protegidas en la mantención del abastecimiento de agua en las principales ciudades de la región. Dentro de este contexto las estimaciones de valor económico a partir de estudios de valoración ambiental pueden entregar información relevante al proceso de toma de decisiones respecto del mejor uso del bosque nativo en Chile (Oyarzún et al., 2005).

En Centroamérica a pesar de que se conoce la capacidad que tienen los bosques y algunos sistemas silvopastoriles para almacenar carbono, aún falta información acerca del potencial de secuestro de carbono en suelo y en la biomasa arbórea en los sistemas de uso de la tierra

predominantes en paisajes dominados por la ganadería. Se estimó el almacenamiento de carbono orgánico del suelo (COS) y de la biomasa arbórea arriba del suelo en distintos usos de la tierra en Colombia, Costa Rica y Nicaragua (Ibrahim et al., 2007).

En Cuba, los sistemas agroforestales representan importantes sumideros de carbono; sin embargo, no han sido considerados en este sentido debido fundamentalmente a la ausencia de información cuantificada sobre su potencialidad de almacenamiento y fijación. La investigación propuesta por el autor muestra los resultados comparativos de una finca con un pastizal natural y otra convertida en un sistema agroforestal, con 11 años de explotación. El carbono almacenado por el sistema silvopastoril fue mayor que el secuestrado en el sistema de pasto natural. El carbono forestal y el retenido en los pastos y en el suelo alcanzó valores de 64, 38 y 24 t/ha, respectivamente (Miranda et al., 2007).

Los humedales del delta de Paraná en Argentina, también ha sido objeto de estudio de estimación de Bienes y servicios ambientales, en la investigación denominada “**Bienes y servicios ecosistémicos de los humedales del Delta del Paraná**” permitió conocer los beneficios que brindan los humedales y la carencia de su reconocimiento por la sociedad, lo cual puede resultar en la pérdida de los mismos como consecuencia de la sobreexplotación, contaminación y manejo irresponsable. (Kandus et al., 2010), hoy día provee de numerosos bienes y servicios a las poblaciones que lo habitan, como la regulación de inundaciones, la pesca y el forraje para el ganado. Los medios de vida de miles de personas que habitan la región dependen de la conservación de los humedales del delta.

Constanza en el 2012 presentó el proyecto denominado “**Introduction to the special issue on the dynamics and value of ecosystem services: integrating economic and ecological perspectives.**” Plantea que el pago por servicios ambientales (PSA) son una compensación flexible, directa y prometedora mecanismos por los cuales los proveedores del servicio son pagados por los usuarios del servicio, esto permitirá involucrar la implementación de mecanismos de mercado para compensar a los propietarios de tierras con el fin de mantener o modificar un uso particular de la tierra, lo que está afectando la disponibilidad y / o calidad de los recursos hídricos aguas abajo.

Realizar una valoración para un ecosistema, es una labor muy importante para la gestión de los recursos que presta la cuenca, debido a su invisibilidad para la sociedad se hace indispensable dar a conocer la relevancia de los bienes y servicios, un ejemplo significativo es la investigación denominada ***“Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos”*** realizada en el año 2011, por Casanoves et al., presenta una recopilación de los principales caracteres que se han propuesto para estudiar los distintos servicios ecosistémicos, acompañados por referencias bibliográficas a fin de facilitar la selección de los caracteres más apropiados según el servicio ecosistémico estudiado, desarrollando aspectos metodológicos de la cuantificación de la diversidad funcional y estudios de aplicación en comunidades tropicales (Rincón et al., 2017).

En Colombia Ledesma et al., (2002) presentó una investigación demostrando que la ganadería, una actividad generalizada y desarrollada prácticamente en todo el país, considerada como un renglón socioeconómico de gran importancia para el desarrollo del campo y que ha sido y es cuestionada fuertemente por su desempeño productivo e impacto ambiental, debe equilibrarse en un nivel tecnológico aceptable y sostenible, que combine la productividad de los sistemas intensivos con las bondades de los extensivos.

En el norte del departamento de Antioquia, se realizó un estudio donde se fijó como objetivo estimar y evaluar el servicio ambiental de captura de carbono en el SSP de Acacia (*Acacia mangium*) con pasto Brachiaria (*Brachiaria dictioneura*), bajo dos densidades de siembra de árboles (alta y baja), ubicados en el municipio de Caucasia (Giraldo, 2006). Para ello se implementaron algunos métodos, adaptados de la literatura para la estimación de la biomasa y, por tanto, del carbono, en diferentes compartimientos identificados en los SSP. Adicionalmente, se propuso evaluar el flujo de carbono desde los bovinos al suelo a través de la producción de heces en un esquema de utilización del sistema bajo el pastoreo de novillas de la raza Cebú. Estimando la inmovilización del carbono en cuatro compartimientos: 1) biomasa aérea de las plantas; 2) biomasa radical: comprendió la biomasa de las raíces de los árboles y las pasturas asociadas; 3) carbono en suelo, almacenada en formas húmicas; y 4) carbono en heces. La cantidad de carbono existente en los árboles, las pasturas y el suelo ascendió a 65,80 y 70,59 t de C/ha para la alta y la baja densidad,

respectivamente. En los potreros sin árboles alcanzaron 38,07 t de C/ha, incluyendo las pasturas y el suelo. El flujo de carbono a través de las heces producidas por los animales fue de 0,24; 0,21 y 0,21 t de C/UA/ha/año en AD, BD y potreros sin árboles, respectivamente, después de seis años de establecido el sistema (Giraldo, 2006).

El estudio propuesto por Carvajal et al., (2009), describe una relación de cambios en el uso del terreno con el C y N edáficos, en el municipio de Alcalá (región cafetera colombiana), entre 900 y 1600 m de elevación. Los suelos son Argiudolls y Melanudands y las unidades de muestreo fueron definidas según el gradiente altitudinal. Se midieron contenidos de C y N, relación C:N, densidad aparente y abundancias de ^{13}C y ^{15}N . Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) por el efecto de la altura. La zona alta mostró mayores contenidos de C (37,06-42,88 t ha⁻¹) y N (3,12 - 3,86 t ha⁻¹), mayor relación C:N (11,17 - 11,97), menor densidad aparente (0.56 - 0.65 g cm⁻³) y abundancia de ^{15}N (4,59 - 5,15‰). Barbechos y monocultivos almacenaron más carbono en la parte subterránea del suelo.

En general en el país se ha visto la necesidad de estimar un valor a los bienes de la nación, eso lo explica el documento *“Valoración económica del subsistema de Áreas Marinas Protegidas en Colombia: un análisis para formuladores de política desde un enfoque multi-servicios y multi-agentes”* de Maldonado et al (2013) el cual tiene como objetivo realizar una valoración económica (VE) comprehensiva que utiliza variados métodos e incluye diferentes agentes que van desde comunidades locales hasta compradores de créditos de carbono, pasando por turistas especializados (buzos), pesquerías y hogares en 15 ciudades. Además de conocer la magnitud de los beneficios encontrados para los diferentes servicios, por lo cual se resalta la importancia que las comunidades locales otorgan a las Unidades Socio-ecológicas del Paisaje que rodean sus territorios y su disponibilidad a aceptar restricciones en el acceso y uso de los recursos (Maldonado et al., 2013).

Marco conceptual

El Decreto 1640 (MADS, 2012), define una cuenca como *“el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales,*

de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar”

Por su parte los bienes y servicios ambientales se definen como el producto de las funciones de los ecosistemas que benefician a los seres humanos” o “los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas”, respectivamente (ONU, 2003). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM) de las Naciones Unidas, reconoce cuatro grupos de servicios: provisión (alimentos, madera y fibras); regulación (del clima, inundaciones, enfermedades y calidad del agua); culturales (valores espirituales, estéticos, recreación y educación), y de apoyo (formación de suelos, producción primaria y reciclaje de nutrientes) (Campos et al., 2007; citado por Montes y Salas, 2007).

La administración de los recursos naturales, es de vital importancia para el equilibrio ecosistémico y económico de un país, por tal razón contribuye a dar elementos para el establecimiento de nuevas áreas de manejo especial y brindar pautas sobre programas, proyectos o políticas con relación al manejo, el uso y la conservación de las mismas (Rudas 2003 Citado por Hernández, 2011), es relevante una explotación más eficiente, más imaginativa y, en definitiva, más solidaria de estos recursos, podría contribuir en mucho mayor medida a la resolución de conflictos ambientales asociados por el mal manejo y uso de los mismos (Azqueta & Sotelsek. 1999).

Dentro de la cuenca se trabajó con el carbono orgánico, el cual, se conoce como la materia orgánica del suelo (MOS), que no es más que un conjunto de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que están en diferentes etapas de descomposición, y que se acumulan tanto en la superficie como dentro del perfil del suelo (Martínez et al., 2008). Además, incluye una fracción viva, o biota, que participa en la descomposición y transformación de los residuos orgánicos (Aguilera, 2000; citado por Martínez et al., 2008).

El carbono es capturado por diferentes procesos, este es extraído de la atmosfera y almacenado en sumideros de carbono como los océanos, los bosques a través de procesos físicos o biológicos como la fotosíntesis. (Greenfacts, 2006). También se relaciona a la idea

de almacenar reservas de carbono en suelos, bosques y otros tipos de vegetación, donde dichas reservas están en peligro inminente de ser perdidas.

Caballero et al. (2007), Garreaud (2011) y Cruz & Martínez (2015), afirman que el cambio climático obedece de cierta manera al incremento de dióxido de carbono (CO_2) y otros gases en la atmósfera. Estos cambios se definen como: un cambio que le es atribuido directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición global atmosférica, agregada a la variabilidad climática natural observada en periodos comparables de tiempo. El Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) lo define como cualquier cambio en el clima con el tiempo debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas (IPCC citado por IDEAM, 2014).

El dióxido de carbono, es un gas incoloro, inodoro e incombustible que se encuentra en baja concentración en el aire que respiramos (en torno a un 0,03% en volumen). El dióxido de carbono se genera cuando se quema cualquier sustancia que contiene carbono. También es un producto de la respiración y de la fermentación. Las plantas lo absorben durante la fotosíntesis.

Por otra parte, el suelo, es un cuerpo natural, compuesto de diferentes minerales, materia orgánica, organismos vegetales y animales (biosfera), aire y agua. Es una pequeña capa que se ha formado muy lentamente, a través del tiempo, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, cambios de temperatura y el viento. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo (FAO, 2007).

En el suelo encontramos las **Unidades**, las cuales son definidas por el Instituto geográfico Agustín Codazzi (s.f) como el conjunto de delineaciones que indican el tipo de aprovechamiento que se realiza en cualquier espacio de la superficie terrestre; el marco geológico del municipio de Tierralta corresponde a diferentes ambientes geotectónicos, estas corresponden a cinturones terciarios, rocas volcánicas sedimentarias cretácicas y depósitos aluviales cuaternarios asociados al río Sinú. Entre las unidades geológicas encontramos a:

Grupo Cañasgordas, Formación Penderisco, Miembro Urrao, Miembro Nutibara, Formación Maralú, Formación Pajuil, Formación Corpa, Basaltos indiferenciados, Formación Cansona, Formación San Cayetano, Miembro Areniscas de Trementina y Depósitos aluviales (POMCA Sinú, 2016).

También puede considerarse como un bien en el cual confluyen todos aquellos impactos y externalidades positivas generadas por los ecosistemas y la dinámica económica, mismos que pueden ser conmensurables o medidos a través de proyectos, aplicando criterios tanto cuantitativos como cualitativos para estimar el valor de bienes los servicios ambientales ofrecidos tales como captura de carbono, erosión evitada y servicios hidrológicos. Este concepto últimamente ha recibido mucha atención como herramienta innovadora para financiar inversiones en el manejo sostenible de las tierras, en varios países de América Latina. (FAO, 2003).

En el suelo, podemos encontrar muchos beneficios para nuestra vida diaria, un ejemplo sería Los Bienes y Servicios Ambientales, que es una expresión, que apela por unas relaciones amigables entre humanos y naturaleza, y por la búsqueda de un equilibrio entre la conservación y el desarrollo, convirtiéndose en una expresión cotidiana, que puede significar cualquier cosa, por ello no ha servido, como se esperaba, para articular modelos de gestión que sirvieran para detener la crisis ecológica, generada por el metabolismo de la economía mundial, y en la que el planeta se ve envuelto desde hace décadas (Naredo, 2001; Montes, 2007).

En la búsqueda de un equilibrio entre conservación y desarrollo, nos encontramos con la Valoración Económica, en este caso hablamos de la valoración del servicio ambiental de captura de carbono; esta valoración nos facilita una mejor toma de decisiones en cuanto a cambio de uso de suelo y sus consecuencias. La valoración económica es el cálculo de un valor dado a un objeto, servicio ambiental u otro desde una perspectiva en particular, pudiendo ser esta ambiental o social; en este caso ambiental ya que es un servicio de la naturaleza (López, 2015).

Marco Legal

Se conceptualiza como un complejo conjunto de tratados, convenios, estatutos, reglamentos, y el derecho común que, de manera muy amplia, funcionan para regular la interacción de la humanidad y el resto de los componentes biofísicos o el medio natural, hacia el fin de reducir los impactos de la actividad antrópica, tanto en el medio natural y en la humanidad misma (Torres et al., 2012).

A continuación, se presenta un cuadro que sintetiza la legislación que orienta el presente estudio de manera general, estableciéndose que Colombia cuentan con importantes instrumentos legales, con claros alcances ambientales, especialmente en la protección de humedales y sistemas de conservación de suelo los cuales se exponen en la siguiente manera:

1. Código de Recursos Naturales Decreto - Ley 2811 de 1974.

El cual tiene por objeto: Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional.

Prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos.

Regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la administración pública, respecto del ambiente y de los recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y de ambiente.

2. Constitución Nacional 1991 (Bienes Nacionales de Uso Público).

En su artículo 63 dice “Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, el patrimonio arqueológico de la Nación y los demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables.”

3. LEY 99 del 93. Se da la formulación, concertación y adopción de políticas orientadas a regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales).
4. Ley 357 de 1997. La cual aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en RAMSAR en 1971.
5. Política de Humedales del 2001. El cual tiene como objetivo general "Propender por la conservación y el uso sostenible de los humedales interiores de Colombia con el fin de mantener y obtener beneficios ecológicos, económicos y socioculturales, como parte integral del desarrollo del País"
6. Resolución 157 del 2004. La cual indica a las autoridades ambientales competentes a elaborar un plan de manejo ambiental para los humedales prioritarios dentro de su jurisdicción, de acuerdo con los lineamientos Ramsar y Reglamenta aspectos relacionados con la inscripción y manejo de sitios dentro de la Lista Ramsar.
7. Resolución 196 del 2006. Por medio del cual se adopta una guía técnica para la formulación de los Planes de Manejo de los Humedales en Colombia.
8. El Enfoque Ecosistémico, establecido por la COP de la Convención de Diversidad Biológica.
9. Norma Técnica Colombiana (NTC) 5403 del 2006. Calidad de suelo. Determinación del carbono orgánico. La cual tiene por objeto "la determinación en el laboratorio del carbono orgánico en los suelos, a través de métodos de oxidación seca y húmeda; incluye, además, diferentes métodos de cuantificación"

METODOLOGÍA

Localización del área de estudio

La microcuenca de la quebrada Jui está localizada en la cuenca alta del Río Sinú, al sur del departamento de Córdoba (Figura 1) en el municipio de Tierralta, tiene una extensión aproximada de 129 Km². La quebrada nace en la parte alta del cerro Murrucucú estribaciones de la serranía de San Jerónimo, a una altura aproximada de 400 m.s.n.m., recorre de sur a norte una distancia de 39,6 km, hasta su desembocadura en el río Sinú a la altura del casco urbano de Tierralta (POMCA, 2004).

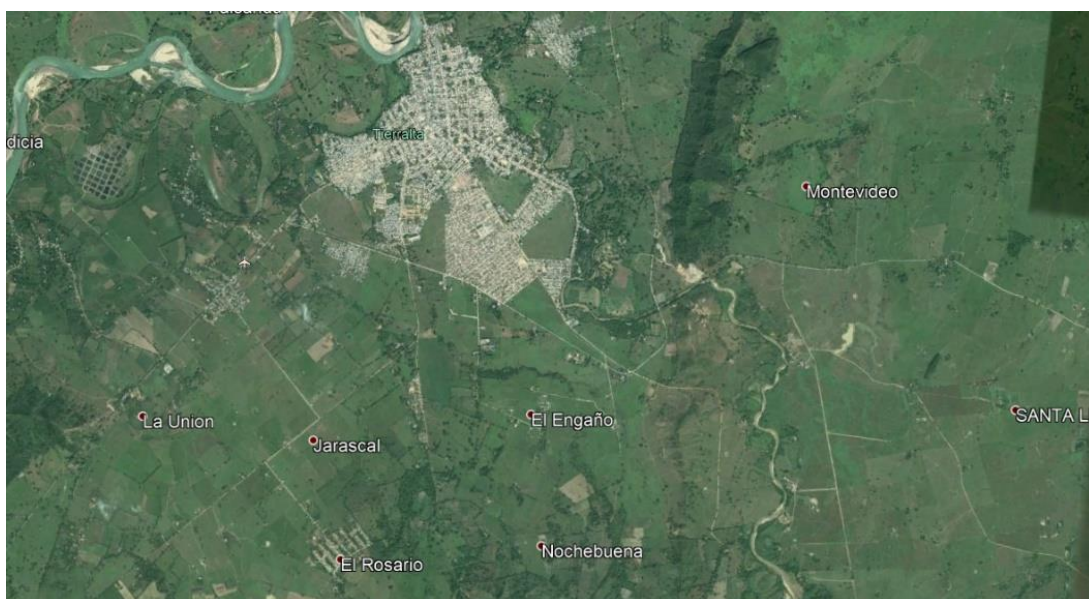


Figura 1. Ubicación geográfica de la cuenca. Fuente. Google Earth, 2018

La quebrada Jui se encuentra ubicada al suroriente del casco urbano del municipio de Tierralta; limita el norte con el río Sinú, al oriente con la subcuenca de la Quebrada Flores, al sur con los cerros Canimera y Murrucucú, al occidente con el cerro San José. La microcuenca comprende un área de 12.900 Ha (129 Km²). La precipitación media anual del municipio presenta una variación espacial considerable, con valores mínimos del orden de 1228 mm y valores máximos del orden de 2610 mm, con un valor medio en todo el municipio

de 2110 mm; siendo su localización geográfica, su topografía y su cercanía relativa a la línea de costa los factores que le definen su dinámica meteorológica y variabilidad atmosférica. Entre los tributarios más importantes de la Quebrada Jui se encuentran: Quebrada El Mochón y Quebrada La Chica (Figura 2) (PBOT, 2011).

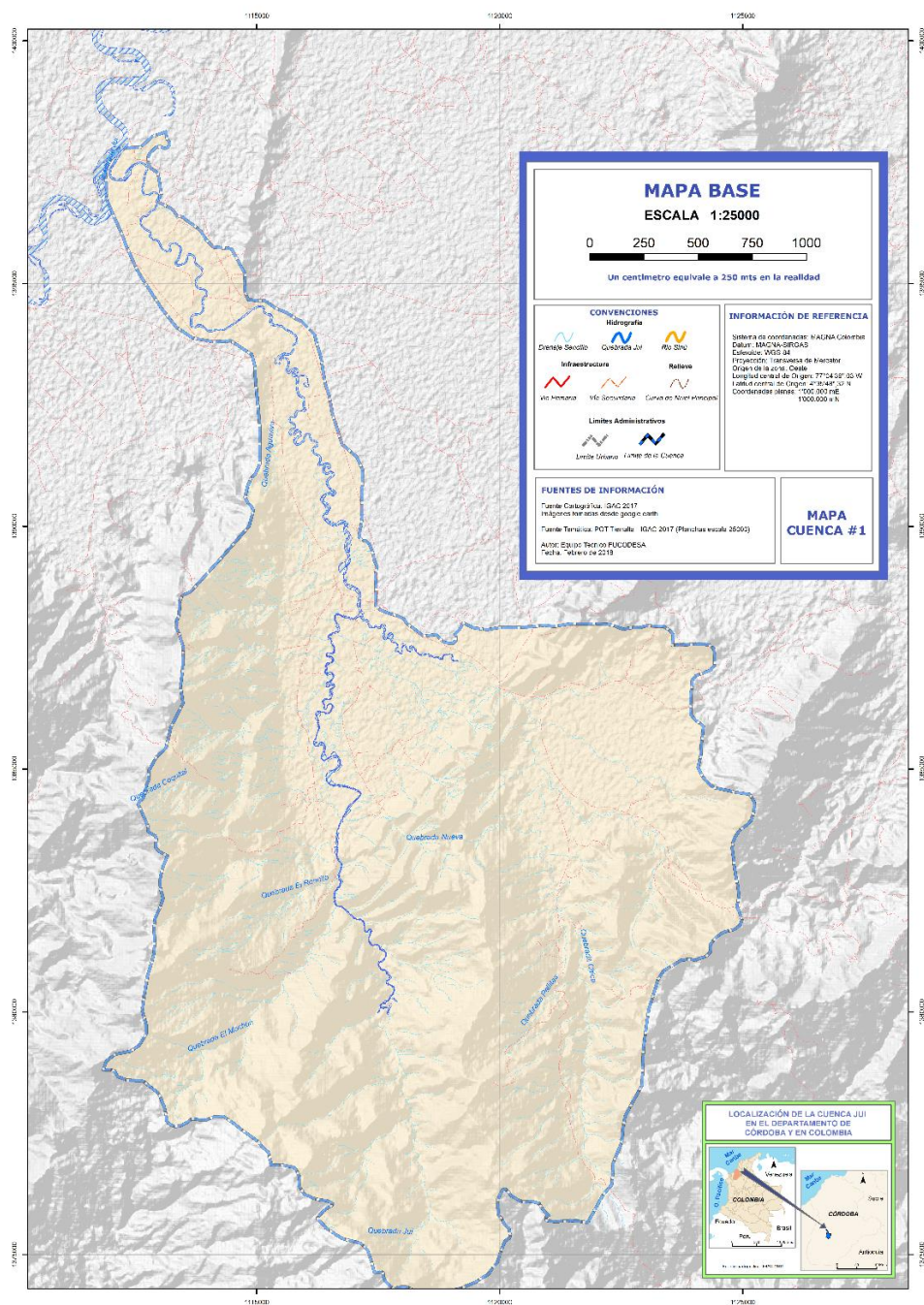


Figura 2. Mapa base de la microcuenca de la quebrada Jui. Fuente: PMA, 2018.

Tipo de diseño

El tipo de diseño presenta una estructura mixta con una base cuantitativa de tipo descriptivo basándose esencialmente en la búsqueda y exploración de información con ayuda de herramientas SIG, con la finalidad de describir los objetos, teniendo presente que el investigador puede desear a veces recoger opiniones de la gente sobre los aspectos agradables o desagradables de los objetos u elementos (Briones, 1997), dentro del proceso cualitativo el diseño busca resolver problemas cotidianos e inmediatos al contribuir con información que guíe la toma de decisiones para programas, procesos y reformas estructurales. (Briones, 1997).

Población y descripción

Para la estimación de la muestra y población se realizó un análisis de la información primaria del resultado del trabajo en campo realizados en la microcuenca de la quebrada Jui, empleando instrumentos de recolección de información, como fotografías y las muestras para su postproceso con el fin de verificar la información producida; como información secundaria se tomó la información de los planes de ordenamiento territorial del municipio de Tierralta, el estudio detallado del departamento de Córdoba y otras fuentes como investigaciones relacionadas en la microcuenca y algunos registros cuantitativos existentes. Antes de obtener la muestra se deben tener claros los siguientes parámetros que son de vital importancia para aumentar el grado de acierto en el objetivo de la investigación:

Variables por desarrollar: Se realizaron dos procesos fundamentales dentro de la identificación de variables, la primera fue identificar la captura de CO₂ en cada unidad, a través del método de oxidación húmeda establecida en la NTC 5403, esta comprende un proceso de separación de la humedad y la presencia de material orgánico por efervescencia de activos como el dicromato de potasio y ácido de azufre.

Muestra y muestreo

El nivel en que se sustenta este trabajo de Investigación es de carácter descriptivo; determinando sus características y propiedades de las especies de estudio en la captura de carbono, constituyendo de esta manera una investigación que pretende demostrar el servicio ambiental de las unidades identificadas.

Las muestras se obtuvieron de áreas representativas o áreas estándares (Figura 3), utilizando el muestreo aleatorio que consiste en ubicar las muestras o unidades muestrales al azar, no presentando inconvenientes porque no son zonas heterogéneas, las unidades de muestreo comprenden áreas de importancia ambiental en la cuenca, la cual se define por dos variables que pueden inferir en el resultado de la investigación debido al impacto generado, la primera variable son las unidades donde convergen varios puntos de agua, es decir cierres de microcuencas abastecedoras en zonas rurales, finalmente la segunda unidad permite establecerse a partir de la clasificación agrologica del suelo establecida por el IGAC en el estudio detallado de suelos, esto permite generar una característica única a las unidades debido a que toda la cuenca tiene diferentes unidades de suelo lo cual hace relevante la unidad muestral.

Por tal razón se realizará un muestreo sistemático, lo que permite una muestra significativa por unidad de suelo el cual se tomará un gramo de suelo y se estimará el número de repeticiones necesario para el cálculo del factor de carbono y así poder estimar la captura de dióxido de carbono en la especie objeto de estudio, empleando la metodología del Centro Internacional para la investigación en Agroforestería (ICRAF). (Arévalo et al., 2003).

Para el desarrollo de esta actividad se realizaron barrenadas (se limpió el terreno y luego se procedió a hacer una excavación pequeña de 30x30 cm y 30 cm de profundidad aproximadamente y se tomó la muestra de suelo) en los sitios escogidos al azar (Figura 3) de las unidades de suelos mencionadas anteriormente, con el fin de determinar la profundidad de los horizontes orgánicos y se tomaron muestras compuestas de suelos (de acuerdo con los sitios de muestreos barrenados) que fueron llevados al laboratorio para su análisis en cuanto a humedad, textura y contenido de materia orgánica.

Técnicas de recolección de datos

Hace referencia a los numerosos tipos de documentos que contienen datos útiles para satisfacer cierta demanda de información o conocimiento, para conocer, distinguir y seleccionar las fuentes de información adecuadas para el trabajo que se está realizando es parte del proceso de investigación (Sabino, 2014).

El trabajo desarrollado toma como información primaria el resultado del trabajo en campo, empleando instrumentos de recolección de información, como fotografías y las muestras para su postproceso con el fin de verificar la información producida; como información secundaria se tomó la información de los planes de ordenamiento territorial del municipio de Montería, Cerete y San Pelayo, el cual la microcuenca de la quebrada Jui tiene su jurisdicción, el estudio detallado del departamento de Córdoba y otras fuentes como investigaciones relacionadas en la microcuenca y algunos registros cuantitativos existentes.

Para la digitalización y procesamiento de la información recolectada se harán la introducción de datos espaciales y de atributos con nivel de detalle en el software (SIG) manejando estructuras vectoriales es decir puntos, líneas y polígonos.

Muestreo sistemático simple

Es una técnica dentro de la categoría de muestreos probabilísticos - y que por lo tanto requiere tener un control preciso del marco muestral de individuos seleccionables junto con la probabilidad de que sean seleccionados - consistente en escoger un individuo inicial de forma aleatoria entre la población y, a continuación, seleccionar para la muestra a cada enésimo individuo disponible en el marco muestral.

El muestreo sistemático es un proceso muy simple y que sólo requiere la elección de un individuo al azar. El resto del proceso es trivial y rápido. Los resultados que obtenemos son representativos de la población, de forma similar al muestreo aleatorio simple, siempre y cuando no haya algún factor intrínseco en la forma en que los Individuos están listados que

haga que se reproduzcan ciertas características poblacionales cada cierto número de individuos.

La cuenca presenta 50 unidades de muestreo de la cuales cumplen condiciones establecidas en cada unidad muestral, de la cuales de forma sistemática se tomaron 14 muestras en cada elemento n, esto permite generar un acierto en la muestra debido a que simula de forma razonada un muestreo sistemático e indica en qué filas aparecerán los datos de las tiendas que van a formar parte de la muestra.

Sea $k=N/n$ y sea h un número al azar entre los k primeros de una lista de todos los elementos poblacionales.

Para cada elemento seleccionado se tomarán de forma sistemática 1 muestra en cada unidad de muestreo, el ejercicio lo brinda de la siguiente manera, dando como resultado un total de 14 muestras en todo el territorio de la cuenca (Figura 3).

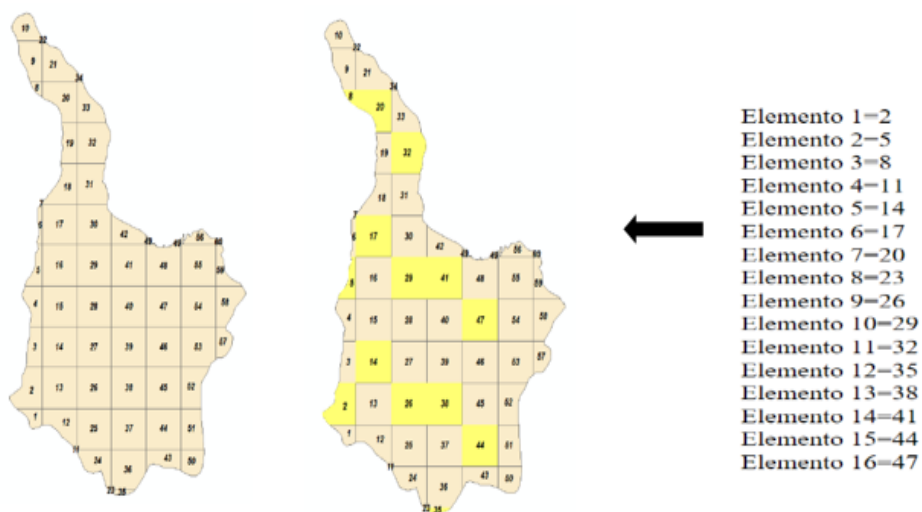


Figura 3. Muestreo sistematico en la quebrada Jui.Fuente: Autor.

Fases del diseño metodológico

El presente trabajo tiene como propósito principal diseñar un muestreo para la valoración ecosistémica de la captura de carbono en la microcuenca Jui, localizada en los límites municipales del municipio de Tierralta.

El diseño responde a las necesidades de obtener la cuantificación de este servicio mediante una metodología integrada de muestreo para la diversidad de proyectos ecológicos que se llevarán a cabo. Entre las variables consideradas para el diseño del muestreo se incluyen los datos de población que se obtuvieron de la base de datos del censo 2010 según el nivel de bloques censales proyectados.

Las variables ambientales tomadas en consideración incluyen la conformación de la red hidrográfica, la intersección de ríos y quebradas en esta red, la variación de usos del suelo alrededor de la red y la diversidad en vegetación, suelos y condiciones geológicas. También, se buscó asegurar que los puntos de muestreo fueran representativos de los diferentes niveles topográficos (bajo, mediano y alto) que contiene la cuenca. Los análisis geográficos y espaciales se llevaron a cabo sobre la capa de información de la cuenca y sus tributarios. Para ello se levantaron las capas correspondientes a la hidrología, bloques censales, topografía, suelo, cuenca en el sistema de información geográfica con ayuda del software ArcGIS 10.1. Allí se determinaron mediante análisis de selección de puntos y búsquedas cuáles fueron los puntos que cumplían con los criterios establecidos.

Se escogieron 50 puntos de los cuáles fueron incluidos unos 14 como la muestra representativa. Alrededor de cada punto seleccionado se construyó un radio de medio km y dentro de esa zona se determinó el tamaño de la muestra poblacional y los bloques censales a ser muestreado. Finalmente se determinaron las unidades muestreadas. Para ello se utilizó ArcGis, EpInfo y Excel, respectivamente.

La investigación se dividió de 3 fases para el cumplimiento de cada objetivo propuesto.

Fase 1: Análisis de las dimensiones socioeconómicas y ambientales de la Cuenca quebrada Jui en el departamento de Córdoba.

Para el levantamiento cartográfico, se utilizó como insumo base, las planchas; 80IIA, 80IIB, 80IIC, 80IID, 80IVB, 81IA, 81IC y 81IIIA escala 1:25000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) , con el fin de determinar el límite de la cuenca, con ayuda de los planes de ordenamiento territorial y planes de manejo en la cuenca se pudo establecer una espacialización de las variables como usos del suelo, aptitud de uso y vocación del suelo, además, estos documentos ayudaron en el análisis de la dimensión socioeconómica, en la parte física se realizó un diagnóstico de la geología, geomorfología y agrología de suelos expuestos por la FAO (1998), de igual manera se realizó el análisis de cada variable (socioeconómica, uso del suelo, conflicto por uso del suelo, tipos de coberturas, flora y fauna, precipitación, morfometría) con el fin de conocer el estado actual de la cuenca.

Fase 2: Estimación de la captura de carbono en el suelo por la metodología de Walkley y Black en la Cuenca quebrada Jui en el departamento de Córdoba.

Para la determinación de carbono orgánico en el suelo que es el insumo principal se utilizó el método de oxidación húmeda comprendida en la NTC 5403 de 2006 (Figura 4), esta brinda los parámetro para la medición de materia orgánica, que permite la estimación de la captura de carbono en cada muestra que se realiza en la cuenca, estas muestras están definidas a partir de cada unidad de suelo existente en la cuenca, las unidades serán georreferenciadas con base al estudio semidetallado de suelo del departamento de Córdoba realizado por el IGAC (s.f).

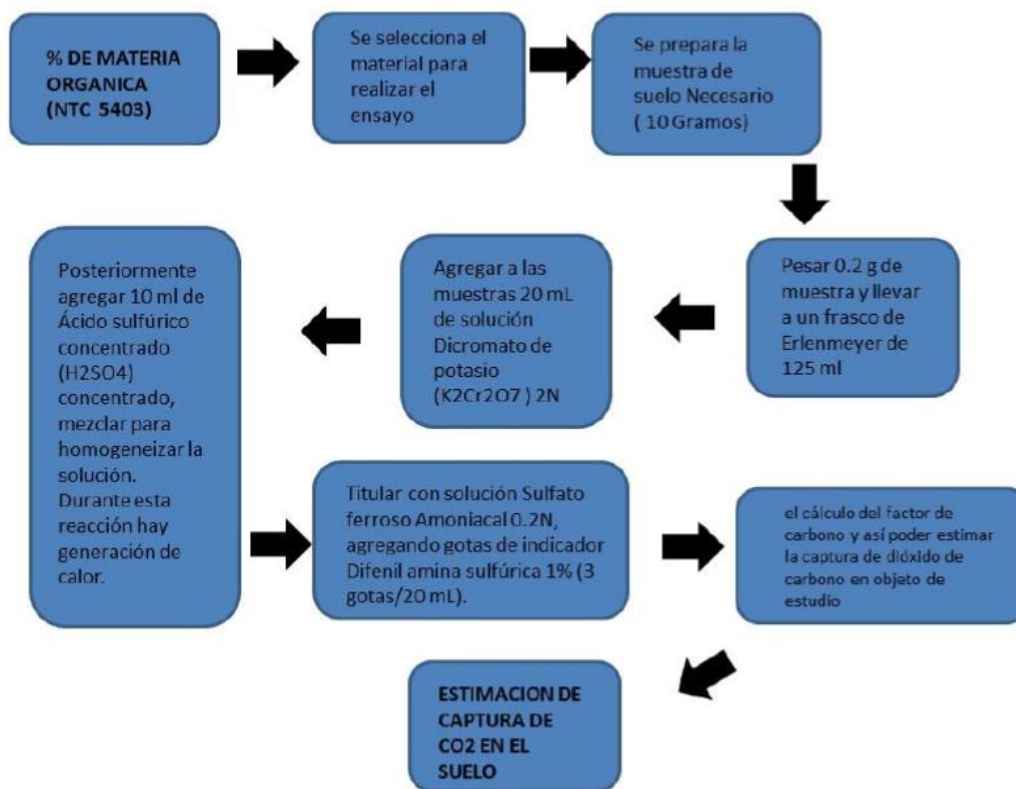


Figura 4 Metodología para la captura de Carbono en suelos (norma NTC 5403). Fuente. Autor.

Los puntos de extracción de muestras de suelo fueron georreferenciados (Tabla 1 y Figura 5) con el fin de reconocer estos sectores en el futuro lo cual puede también servir de base para estudios o actividades futuras, en la zona se evidencien impactos y problemática ambiental que pueden tener origen en malas prácticas en el manejo de agricultura y ganadería extensiva, además de la localización geográfica de los puntos, se tomaron registros fotográficos del procedimiento en campo (Figura 6).

Tabla 1. Coordenadas de las muestras, microcuenca quebrada Jui.

Muestra	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
1	8.063552	-76.018557
2	8.081863	-76.024164
3	8.109674	-76.019042
4	8.101662	-76.004388
5	8° 5'41.61"N	75°59'10.21"O

6	8°10'59.82"N	76° 3'25.52"O
7	8°11'23.03"N	76° 3'5.54"O
8	8.149845	-76.031464
9	8.140340	-76.029204
10	8° 1'25.31"N	76° 0'45.54"O
11	8° 1'1.41"N	75°58'34.57"O
12	8° 1'55.78"N	75°58'46.49"O
13	8° 3'45.40"N	75°58'14.50"O
14	8° 2'37.09"N	76° 1'32.96"O

Fuente. Propia.



Figura 5. Ubicación de las muestras de suelo en la cuenca de estudio. Fuente: Google Earth, 2018.

Para la extracción u obtención de las muestras (14 en total) se siguieron las recomendaciones para análisis químico y físico de suelos de CORPOICA (s.f), en el cual se selecciona un área homogénea del terreno, luego se limpió la capa vegetal (para evitar contaminación de la muestra), se realizaron hoyos de 30x30 cm con una pala a una profundidad de 30 cm, se tomó la muestra (1 kg aprox.) de la pared de apoyo, y se limpiaron bordes de esta para evitar contaminación, posterior a esto fueron empacadas en bolsas Ziploc y trasladadas a laboratorio para su análisis.

En la Tabla 2, encontramos los diferentes métodos utilizados por el laboratorio de suelos de la Universidad de Sucre para evaluar los diferentes parámetros estudiados.

Tabla 2. Protocolos de laboratorio para los parámetros estudiados.

Determinación	Método
Reacción o pH	Agua 1:1, P/V, NTC-5264
Materia Orgánica (%)	Walkley-Black, NTC-5403
Fosforo (ppm)	Bray II, Modificado
C.I.C (meq./100gr de suelo)	Acetato de Amonio 1N y N
Calcio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6°Ed. 2006
Magnesio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6°Ed. 2006
Potasio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.
Sodio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.
Al. Intercambiable (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6°Ed. 2006

Fuente. Universidad de Sucre, 2018.



Figura 6. Tomas muestras de suelo Quebrada Jui. Fuente. Autor.

Para la determinación de carbono orgánico (Figura 7) se empleó el método Walkley-Black, en el cual, el suelo se oxida con una solución de dicromato de potasio estandarizada, utilizando el calor producido por la dilución de ácido sulfúrico concentrado, en la solución crómica. La determinación se realizó valorando por retroceso la cantidad de dicromato que no ha sido reducido por la MO, con una solución de sulfato ferroso, utilizando como

indicador difenilamina, y también se determinó por colorimetría, cuantificando el color verde del ácido crómico reducido a $\lambda_{\text{max}} = 585 \text{ nm}$, el cual es proporcional a la materia orgánica que reacciona. Además, se realizó la respectiva curva de calibración con patrones de sacarosa R.A.



Figura 7. Análisis de muestras en laboratorio. Fuente. Autor.

Fase 3: Identificación de los bienes y servicios ambientales en la cuenca quebrada Jui como estrategia de adaptación al cambio climático.

La valoración del servicio ambiental se realizó con la metodología de bienes y servicios directos e indirectos, dicha metodología permite estimar la función del precio de los servicios prestados por la microcuenca. Es importante conocer cómo valora la persona el cambio en el bienestar que se necesita del bien. Cuando compramos un terreno, éste debe ser en un lugar seguro, apartado de ríos, autopistas para evitar ruido, apartado de industrias para evitar la contaminación, dependiendo de estas características el valor del terreno aumentará o disminuirá según el caso (Azqueta, 1999).

Para poder realizar esta valoración económica, la economía ambiental utiliza diferentes metodologías las cuales se dividen en diferentes metodologías como las basadas en precios del mercado, como su nombre lo dice estas son basadas en precios de mercados las cuales utilizan el precio de los bienes y servicios que son transados en mercados comerciales, también están las metodologías directas, debido a que existen bienes o servicios de naturaleza no mercadeable (MEN, 2018).

La valoración del servicio ambiental se realizó con la metodología de método Hedónico, el cual consiste valorar económicamente los cambios en los servicios ecosistémicos a partir de la información disponible sobre los precios en mercados asociados, bajo el supuesto que dicho precio depende de las características de los bienes y servicios directos e indirectos. (García, 2004)

Esta metodología establece un conteo de los servicios tangibles e intangibles a través de la observación y análisis de variables, La utilización de este procedimiento es recomendada en situaciones en las que se desea identificar el efecto sobre el precio del inmueble o área de alguna característica en particular. Por ejemplo, cuando se desea determinar valoraciones por ciertos servicios básicos, como agua potable, alcantarillado, electricidad o pavimento, es útil incluir el resto de las variables que determinan los precios en componentes principales para, de este modo, concentrar el análisis sólo en las variables de interés. (Lever, 2009).

Fase 4: Valoración económica de la captura de carbono en la cuenca.

La valoración económica del ambiente, incluye un conjunto de métodos cuantitativos por medio de los cuales se intenta asignar valores monetarios a los bienes, servicios y atributos proporcionados por los recursos naturales y ambientales, independientemente de que éstos tengan o no mercado. La valoración se considera una herramienta útil que permite medir bajo una unidad común las ganancias que tiene para la sociedad conservar, proteger, restaurar o recuperar el ambiente; o, por el contrario, los costos de la contaminación, la sobreexplotación o el deterioro de los mismos. (Castiblanco,2000).

Para estimar el valor de la cuenca, primero se establece el valor de carbono de la cuenca, esto se determina mediante el valor del % de M.O. de la muestra, y así se establece el % de carbono (Tabla 15), el cual para convertir el porcentaje de materia orgánica en carbono se utiliza la ecuación:

$$\% \text{ M.O} = 1.724 \times \% \text{ C},$$

donde:

% M.O: porcentaje de materia orgánica

% C: porcentaje de carbono de la cuenca

1.724: factor de conversión

Se consideran suelos con alto contenido de materia orgánica aquellos que tienen un contenido mayor de 4% de M.O (Pérez et al., 2015).

Luego se estima el contenido de carbono por hectárea ($10000 \text{ M}^2 * 0.3 \text{ m}$), mediante el contenido de carbono del suelo por unidad de volumen (Pérez et al., 2015). Todo esto se realiza dependiendo de los resultados obtenidos en el cálculo del carbono, y se procede a estimar el servicio ambiental que realiza la cuenca de la siguiente manera:

Cuantificación del Dióxido de Carbono:

$$\text{CO}_2 = \text{C} \times \text{Kr},$$

donde,

CO₂: Toneladas de dióxido de carbono

C: Carbono

Kr: 44/12 (factor de conversión)

Tabla 3. Estructura metodológica y resultados esperados.

OBJETIVO	INDICADOR	RESULTADO	IMPACTO	TIEMPO ESTIMADO DEL IMPACTO
Realizar un análisis multitemporal de las dimensiones socioeconómicas y ambientales de la cuenca quebrada Jui en el departamento de Córdoba.	Tasas de Cambio de Coberturas Índices de Población Índices de Uso del Suelo	Condiciones actuales de las dimensiones sociales, económicas y ambientales Estadísticas actuales y base de datos geográficas	Estado actual y afectaciones en el área de estudio	2 meses
Estimar la captura de carbono en el suelo por la metodología de Walkley y Black en la cuenca quebrada Jui en el departamento de Córdoba	Norma Técnica Colombiana 5403/2006	Porcentaje de captura de carbono del suelo para la cuenca	Estado actual del servicio ambiental de captura de carbono en el suelo para el manejo y uso sostenible	4 meses
Identificar los bienes y servicios ambientales en la cuenca quebrada Jui como estrategia de adaptación al cambio climático	Método de Bienes y servicios directos e indirectos.	Características el valor de los bienes y servicios del suelo	Valoración del servicio ambiental de captura de carbono como factor en la toma de decisiones.	3 meses
Cartografía Temática	Mapas temáticos	Base de datos actualizada georreferenciada del área de estudio	Material de apoyo para estudiantes y docentes e investigadores Externos	3 meses
Trabajo de grado	Una tesis o Artículo	Comunidad académica y científica	Incremento en los indicadores del objetivo misional de investigación de la Universidad.	6 meses

Fuente: Autor.

RESULTADOS

Fase 1- Análisis de las dimensiones socioeconómicas y ambientales de la Cuenca quebrada Jui en el departamento de Córdoba

En lo que respecta al componente socioeconómico de la cuenca de la quebrada Jui encontramos que se presentan problemas con los servicios públicos, en especial el servicio de alcantarillado, esto debido a que solo unos pocos sectores del casco urbano cuentan con este servicio, mientras que en la zona rural este no existe. La deficiente infraestructura que existe actualmente conlleva a que se presenten rebosamientos de manjoles, escurriendo las aguas negras por las calles del municipio, y en muchos casos, estas aguas terminan en la quebrada Jui. El servicio de recolección de residuos presenta ciertas fallas en la logística, lo que hace que se acumulen los desechos, y en el peor de los casos la comunidad deposita estos en la quebrada Jui, afectando su dinámica y contaminando las aguas.

Otro problema que aqueja a la comunidad de la cuenca son las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), el cual se presenta en un alto porcentaje, como ejemplo tenemos que las condiciones de las viviendas es uno de los factores que más influye en el indicador. El NBI, al pasar los años ha ido en aumento, trayendo consigo un deterioro en el nivel de vida de la población (DANE; PBOT, 2011)

En cuanto lo que tiene que ver con los suelos, la zona alta de la cuenca, presenta una disminución en la cobertura vegetal, causada por la expansión de fronteras agrícolas y ganaderas, además de la tala de árboles con fines comerciales. Asimismo, se evidencia erosión en algunos corregimientos, afectando las vías, cultivos y la población (PBOT, 2011; PMGRD, 2012).

Por otro lado, se encontró que los suelos (entisoles, inceptisoles, mollisoles, andisoles, alfisoles, oxisoles) de la cuenca presentan amplias actitudes y usos debido a las actividades que se realizan en este (Figura 8; Tabla 4). Entre las diferentes coberturas presentes

actualmente, las que destacan por su amplitud son: bosque denso (50,9%), seguido de bosques fragmentados (15,3%) y pastos arbolados (12,1%), también encontramos los pastos limpios (7,6%) y los mosaicos de cultivos (1,8 %), donde se realizan actividades agropecuarias.

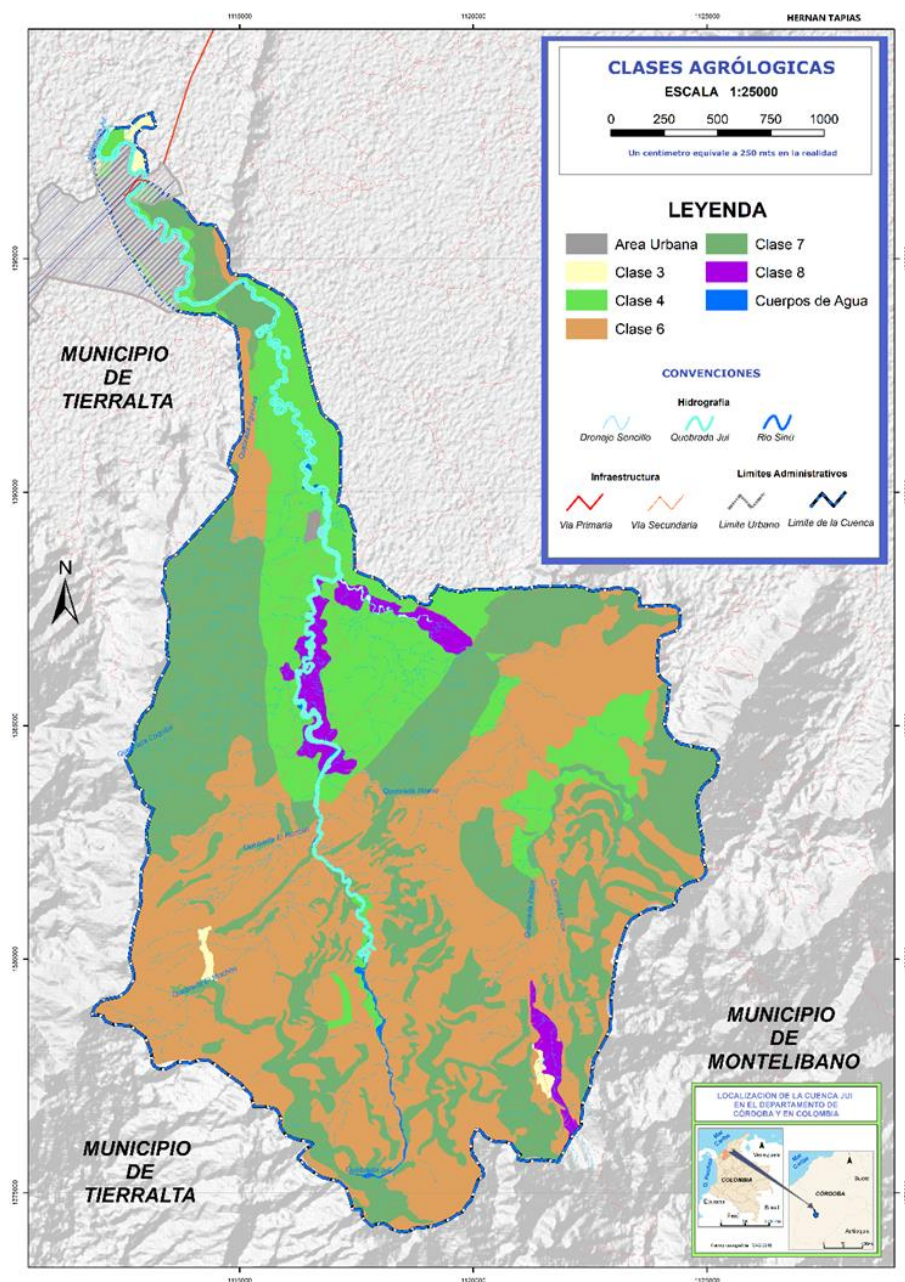


Figura 8. Clases agrícolas de los suelos en la Quebrada Jui. Fuente. PMA, 2018.

Tabla 4. Clases de suelo.

CLASES AGROLOGICAS	
CLASES	DESCRIPCION
III	Suelos con relieve plano, ligeramente plano, moderadamente inclinados, ondulados, fuertemente inclinado o fuertemente ondulado, con pendiente que no exceden del 25%, erosión hasta de tipo ligero en no más del 30% del área, de tipo moderado en áreas inferiores al 10%. Profundidad efectiva de superficial a muy profunda. Sin piedras hasta pendiente del 12% y pedregosos en pendientes del 12 al 25%. La salinidad no excede del 30% del área para suelos salinos o salinos – sódicos. Drenaje natural excesivo, bueno, moderado, imperfecto o pobre. Encharcamientos ocasionales en lapsos cortos con un máximo de 30 días acumulados por año; inundaciones hasta por un máximo de 30 días acumulados por año; retención de agua baja, media, alta o muy alta. Permeabilidad lenta, moderadamente rápida o rápida. Nivel de fertilidad alto a muy bajo. Requieren prácticas de manejo y conservación de aplicación rigurosa: control de erosión y de agua, drenajes, fertilización, recuperación de áreas salinas o salina - sódicas
IV	Suelos con pendientes que no exceden del 25%, erosión con grado ligero o mayor así: ligera hasta el 40%, moderada hasta el 20% y severa hasta el 10% del área; profundidad efectiva de muy superficial a muy profunda; sin piedras hasta pendiente del 12% y pedregosos en pendientes del 12 al 25%. Salinidad hasta un 40% del área, para suelos salinos sódicos; drenaje natural desde excesivamente drenado a pobremente drenado; encharcamientos ocasionales en dos ciclos anuales hasta por 60 días acumulados; inundabilidad también hasta por 60 días acumulados y en dos ciclos por año; retención de agua: excesivamente alta, muy alta, media, baja y muy baja; la permeabilidad: muy lenta, moderadamente lenta, moderada, moderadamente rápida, rápida y muy rápida. Nivel de fertilidad de muy bajo a alto. Requiere de prácticas de manejo y conservación más rigurosos y algo difíciles de aplicar.
VI	Suelos con relieve similar a la clase IV, o de relieve escarpado o fuertemente quebrado. Para estos las pendientes serán del 25 al 50%. El área puede estar afectada por erosión ligera hasta el 60%, moderada hasta el 30% y severa hasta el 20%. Profundidad efectiva de muy superficial a muy profunda; pedregosidad y rocosidad hasta de nula a excesiva. Salinidad hasta en un 60% para suelos salinos y salinos – sódicos. Drenaje natural excesivo a muy pobre. Encharcamientos hasta de 90 días acumulados por año. Inundaciones entre 2 a 4 meses por año; retención de humedad excesiva a muy baja. Permeabilidad de muy lenta a muy rápida. Nivel de fertilidad de muy alto a muy bajo. Son suelos con vocación especial para pastoreo con buen manejo de potreros o cultivos permanente y bosques. Se pueden encontrar sectores limitados en donde es posible explotarlos con cultivos limpios de subsistencia. Por la limitación o limitaciones tan severas, las medidas de conservación y manejo deben ser especiales y muy cuidadosas.
VII	Suelos con relieve similar a los de la clase VI o también muy escarpados, con pendientes mayores del 50%. El área puede estar afectada por erosión ligera hasta 100%, moderada hasta 70%, severa hasta 50% y muy severa hasta el 30%. Muy superficiales a muy profundo, pedregosidad y jocosidad de nula a excesiva. Suelos salinos, salino – sódicos hasta el 70% del área. Drenaje natural desde excesivo a muy pobre; encharcamiento hasta de 120 días acumulados año, las inundaciones de 4 a 6 meses anuales. Retención de agua de excesiva a muy baja, permeabilidad muy lenta a muy rápida. Nivel de fertilidad de alto a muy bajo. En general requieren un manejo extremadamente cuidadoso, especialmente en relación con la conservación de las cuencas hidrográficas.
VII	Suelos con las más severas limitaciones; que corresponden generalmente a pendientes muy escarpadas y excesiva pedregosidad y rocosidad; muy superficiales; si son planos, son improductivos en razón de una o varias de las siguientes limitaciones: suelos salinos, salino – sódicos o rocosos, playas de arena, manglares, inundaciones por más de 8 meses en el año: Deberá protegerse la vegetación natural existente, con miras a la conservación de las cuencas hidrográficas y la vida silvestre.

Fuente: IGAC sf.

Según el PBOT (2011), el uso actual del suelo coincide con los establecidos por este (potencial agropecuario, de protección, conservación y producción forestal), sin embargo, en algunas zonas se presentan malas prácticas y usos del suelo, lo que genera los conflictos por uso del suelo.

De las coberturas del suelo identificadas en la microcuenca Jui (Figura 9 y Tabla 5), sobresalen los bosques densos con un 50,1% de cubrimiento del área total, esta cobertura ocupa la parte alta o sur de la microcuenca, la cual es un área montañosa donde nace esta fuente hídrica. El bosque fragmentado ocupa un 15,3% del área total, los pastos arbolados ocupan un 12,1%, los pastos limpios ocupan un 7,6% de la superficie, estas dos últimas coberturas ocupan principalmente terrenos de la parte baja de la microcuenca y corresponde a terrenos que se utilizan generalmente para actividades ganaderas y agrícolas.

Tabla 5. Áreas y porcentajes cuenca Quebrada Jui.

ID	COBERTURA	Área (M2)	Porcentaje (%)
1	Tejido urbano continuo	1773653,6	1,175
2	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	431639,4	0,286
3	Pastos limpios	11462177,9	7,594
4	Pastos arbolados	18233724,1	12,080
5	Mosaico de cultivos	2324560,2	1,540
6	Mosaico de pastos y cultivos	88214,5	0,058
7	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	308844,4	0,205
8	Bosque denso	76788565,1	50,873
9	Bosque abierto	2821506,6	1,869
10	Bosque fragmentado	23163297,7	15,346
11	Bosque de galería y ripario	176518,3	0,117
12	Vegetación secundaria o en transición	11793004,0	7,813
13	Zonas arenosas naturales	232857,6	0,154
14	Ríos (50 m)	1344187,3	0,891
Total			

Fuente: Autor.

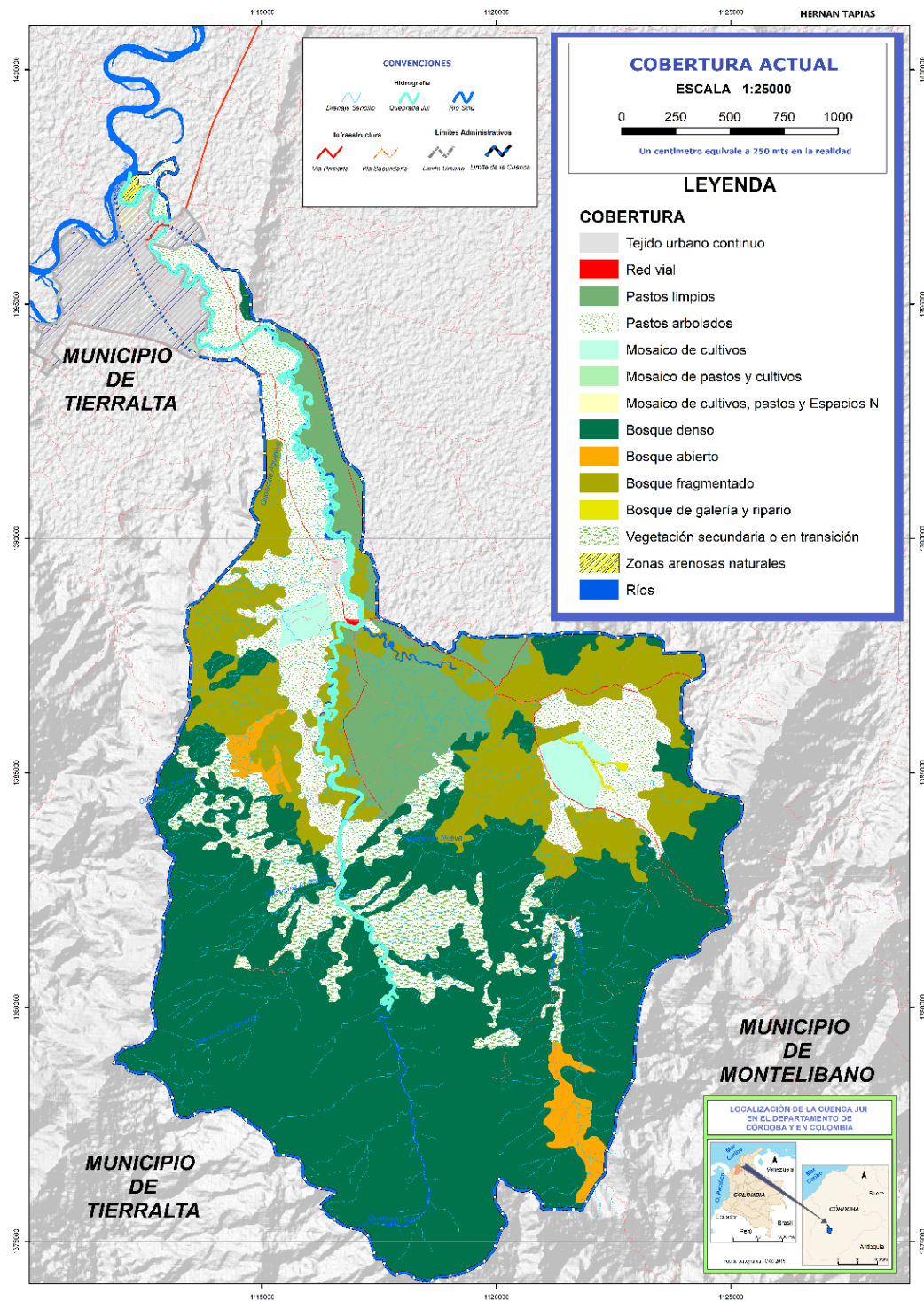


Figura 9. Cobertura actual del suelo de la cuenca de la quebrada Jui. Fuente. PMA, 2018.

El uso actual del suelo del área de estudio (Figura 10 y Tabla 6), comprende un área de protección correspondiente al 76,1%, esta área protegida comprende todo el sur de la microcuenca, correspondiente a la zona montañosa del sur de este territorio, al norte de la microcuenca, sobresalen los usos como; pastoreo extensivo con un 12,1% y los cultivos permanentes con un 9,4% respectivamente. El porcentaje minoritario de área restante corresponde al área urbana y cuerpos de agua.

Tabla 6. Porcentajes de uso actual del suelo, cuenca Quebrada Jui.

USO ACTUAL	AREA (m2)	%
Cuerpos de Agua Naturales	1398681,7	0,9
Cultivos Permanentes	14095582,5	9,4
Área Urbana, Vías y áreas de Comunicación	2200894,6	1,5
Pastoreo Extensivo	18272998,3	12,1
Protección	114679681,3	76,1

Fuente: Autor

Es importante resaltar que la parte alta de la cuenca es muy rica en flora y fauna, por lo que es una zona montañosa y esta menos intervenida por la actividad antrópica, de esta área se desprenden numerosos drenajes tributarios de la quebrada en mención y, que abastecen de agua a la población que habita las riberas de la misma, de ahí la importancia del uso que se le ha asignado para contribuir con la conservación de esta área de abastecimiento de agua.

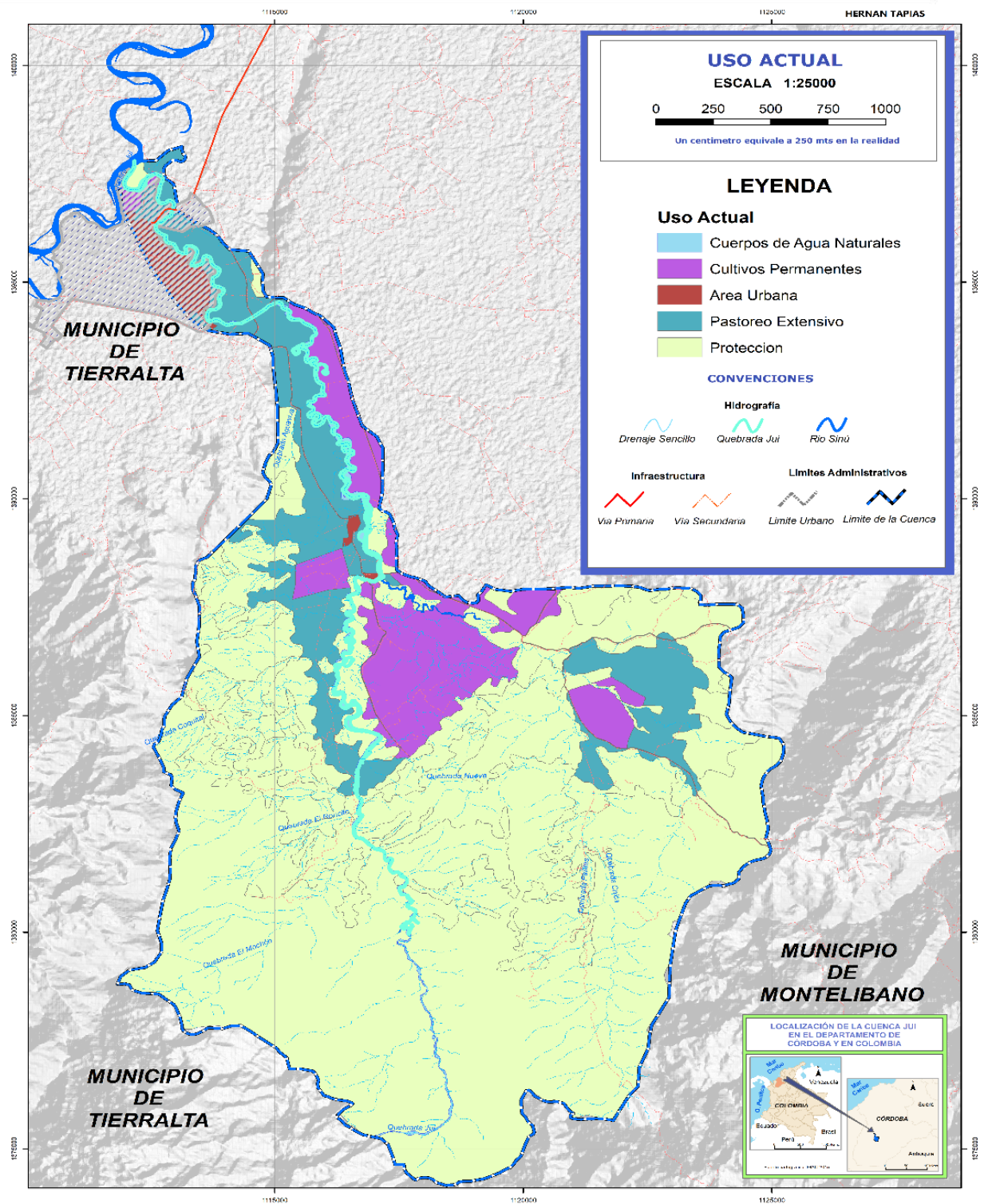


Figura 10. Uso del suelo de la cuenca de la quebrada Jui. Fuente: PMA, 2018.

En la Figura 11 y la Tabla 7, se logra apreciar los diferentes conflictos presentes por el uso del suelo, a continuación, se describe cada tipo de conflicto.

Conflicto alto. Corresponde al 12.1% del área de la microcuenca (Tabla 7), el conflicto se presenta por las diferentes actividades tecnificadas de ganadería y agricultura que se presentan en grandes y pequeñas propiedades o fincas del sector, estos terrenos tienen una aptitud protectora - productora, pero en mayor medida se usan para ganadería extensiva.

Conflicto medio. Corresponden a áreas pequeñas que corresponden al 1,5% del área, donde se da un uso en agricultura comercial de diferentes cultivos, y la aptitud del suelo es forestal protector – productor.

Conflicto bajo. Se presenta en un área correspondiente al 9,4% del área de estudio, y, Se presenta por la presencia de extensiones significativas de cultivos de extracción forestal, (acacias y otras especies vegetales) siendo la aptitud del suelo agrícola o pecuario.

Tabla 7. Conflictos de uso del suelo, cuenca Quebrada Jui.

AREA (m2)	Conflicto	%
14095582,5	Bajo	9,4
2200894,6	Medio	1,5
18272998,3	Alto	12,1
116078363,0	Sin Conflicto	77,1

Fuente: Autor

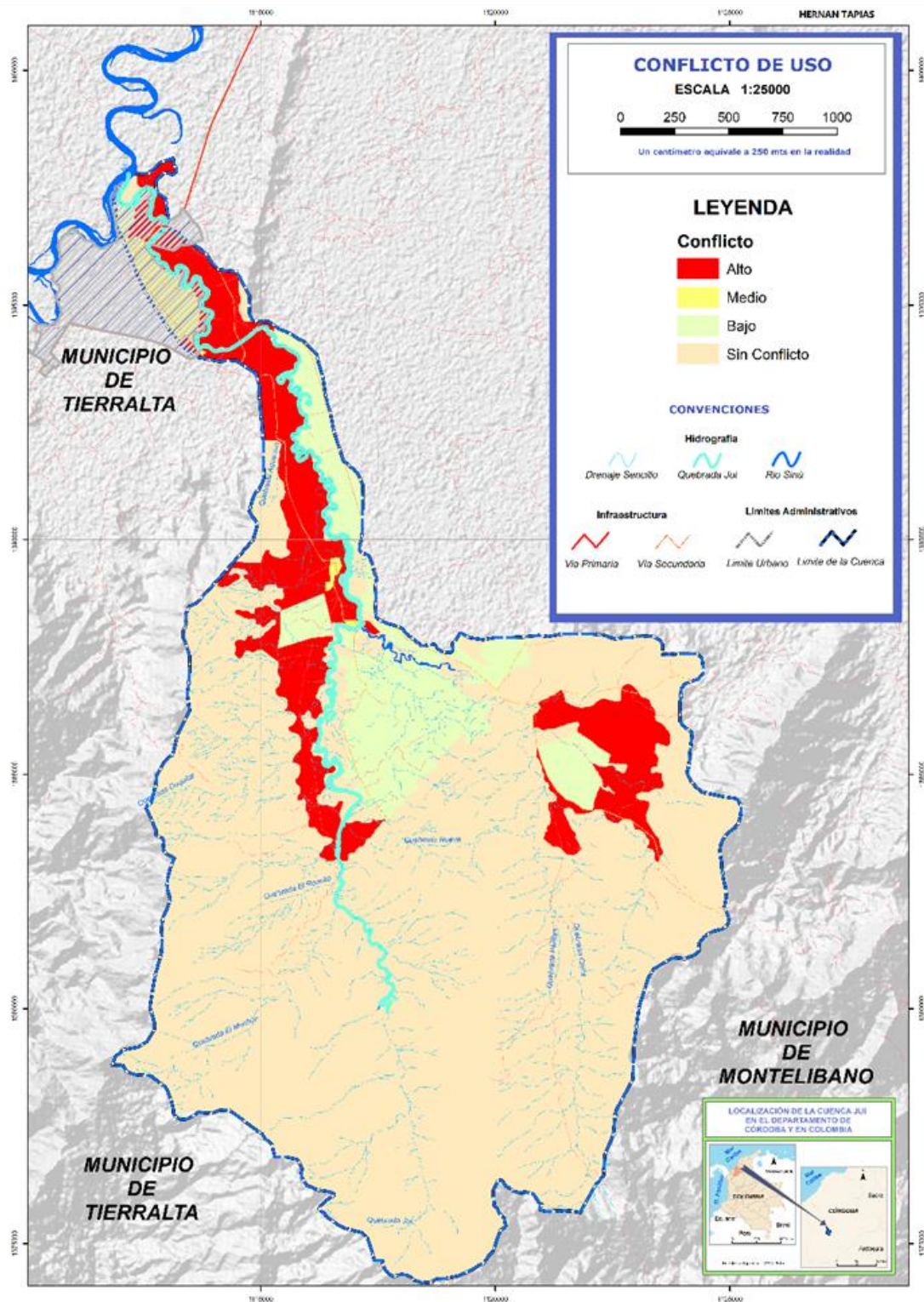


Figura 11. Conflictos de uso del suelo. Fuente. PMA, 2018.

Geología y geomorfología de la cuenca.

El marco geológico de las unidades del Municipio de Tierralta corresponde a ambientes geotectónicos diferentes y a épocas geológicas distintas. Las unidades que afloran en el municipio corresponden a cinturones terciarios, a rocas volcano sedimentarias cretácicas y extensos depósitos aluviales cuaternarios asociados al Río Sinú y sus tributarios: (POMCA, 2004).

Formación Cansona (Ksc).

Esta unidad se localiza en la zona central y nororiental del municipio y corresponde a un conjunto de rocas volcánicas básicas de ambiente oceánico, con intercalaciones lenticulares delgadas de chert y localmente suprayacidas por limolitas silíceas en capas delgadas, como paralimolitas de color crema que pasan transicionalmente a chert con algunas venas de calcita, agrupadas por Dueñas y Duque (1981) como Formación San Cayetano Inferior. Las capas de chert que afloran cerca de San Antero, Cherts de San Sebastián (Martin, 1914, En: Anderson, 1929) se consideran como parte de esta unidad. Las características estratigráficas y composicionales, así como la presencia de abundante pirita y la asociación de jasperoides, al norte del departamento, indican un ambiente reductor exhalativo con condiciones propicias para la precipitación de hierro y manganeso y formación de jasperoides, proceso asociado con el vulcanismo generador de magmas basálticos en ambientes oceánicos que da origen a las rocas volcánicas asociadas con los sedimentos. La fauna de amonites encontrada en algunas concreciones calcáreas, así como la microfauna en los chert, indica condiciones marinas abisales con profundidades entre 2.000 y 4.000m (Dueñas & Duque, 1981). Por su relación con los cuerpos de peridotita y rocas basálticas, se considera que estas rocas podrían hacer parte de una secuencia ofiolítica. La fauna encontrada indica edades del Coniaciano-Campaniano-Maastrichtiano (Duque, 1972).

Formación San Cayetano (Pgsc).

Nombre asignado por Chenevart (1963) a la alternancia de limolitas y areniscas finas en secuencias granodecrecientes que afloran en los Montes de María (Departamento de Bolívar); Duque (1972) considera que esta unidad corresponde a la facies de turbiditas del Ciclo Cansona.

Esta unidad aflora en la zona oriental del municipio. El miembro de esta formación que aflora en el corregimiento corresponde a La Arenisca de Trementina.

Con respecto a la parte geológica de la cuenca, se encontró que, las unidades geológicas corresponden a diferentes ambientes geotectónicos y épocas geológicas distintas. Las unidades pertenecen a cinturones terciarios, a rocas volcánicas o sedimentarias cretácicas y extensos depósitos aluviales cuaternarios asociados al río Sinú y sus tributarios (Figura 12), la formación San Cayetano representa un porcentaje del 77,6 % de del área total, los depósitos aluviales un 20,1%, la formación Cansona ocupa el 1,9% y los Depósitos Coluviales el 0,5% respectivamente (Tabla 8).

Formación depósitos aluviales.

Están constituidos principalmente por arenas finas, limos y arcillas que forman zonas amplias de planicies bajas, sujetas en algunos sectores a inundaciones y en otros casos conformando terrazas y las áreas más antiguas conforman sistemas colinados. En el municipio las áreas más ampliamente distribuidas de esta unidad se encuentran asociadas a la parte baja del río Sinú al norte y centro del municipio y al sur oriente en la parte alta del río Manso donde aparece una zona de importante tamaño.

Formaciones coluviales.

Son acumulaciones constituidas por materiales de diverso tamaño, pero de litología homogénea, englobados en una matriz arenosa que se distribuye irregularmente en las vertientes del territorio montañoso, habiéndose formado por alteración y desintegración in situ de las rocas ubicadas en las laderas superiores adyacentes y la acción de la gravedad.

Se caracterizan por contener gravas angulosas a subangulosas distribuidas en forma caótica, sin selección ni estratificación aparente, con regular a pobre consolidación; ocasionalmente contienen algunos horizontes lenticulares limo arenoso.

Tabla 8. Porcentaje de formaciones geológicas.

NOMBRE	NOMENCLAT	Área (M2)	%
Formación Cansona	Ksc	11260,97	1,87
Formación San Cayetano	Pgsc	121106,59	20,08
Depósitos Aluviales	Qal	468001,66	77,58
Depósitos Coluviales	Qco	2893,75	0,48

Fuente. Autor.

Las unidades geomorfológicas de la cuenca, son unidades típicas de paisaje de montaña y paisaje de llanura aluvial. Las geoformas de montañas cuya altura y forma se deben a plegamientos de las rocas superiores de la corteza terrestre y que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en grado variable por procesos de denudación. Haciendo referencia a las montañas de plegamiento en rocas sedimentarias consolidadas.

Las geoformas encontradas en la cuenca son: crestas moderadamente empinadas, laderas fuertemente inclinada, ladera ligeramente inclinada, laderas ligeramente planas, laderas moderadamente empinadas, laderas moderadamente escarpada, lomerío moderadamente empinado, napa de desborde, talud de terraza y zonas urbanas (Figura 13).

Las geoformas predominantes en la zona (Tabla 9) ocupan un porcentaje de área relacionado de la siguiente manera; las laderas escarpadas ocupan un 33,4% del área y se localizan en las áreas altas del sur y oeste de la microcuenca, las laderas quebradas ocupan el 31,6% del área y, se localizan en la zona sureste de la microcuenca, el 25,3% del área de estudio comprende depósitos aluviales del norte de la microcuenca, área que comprende las riberas de la quebrada Jui, donde la misma deposita diferentes sedimentos productos del desborde en la época de fuertes precipitaciones.

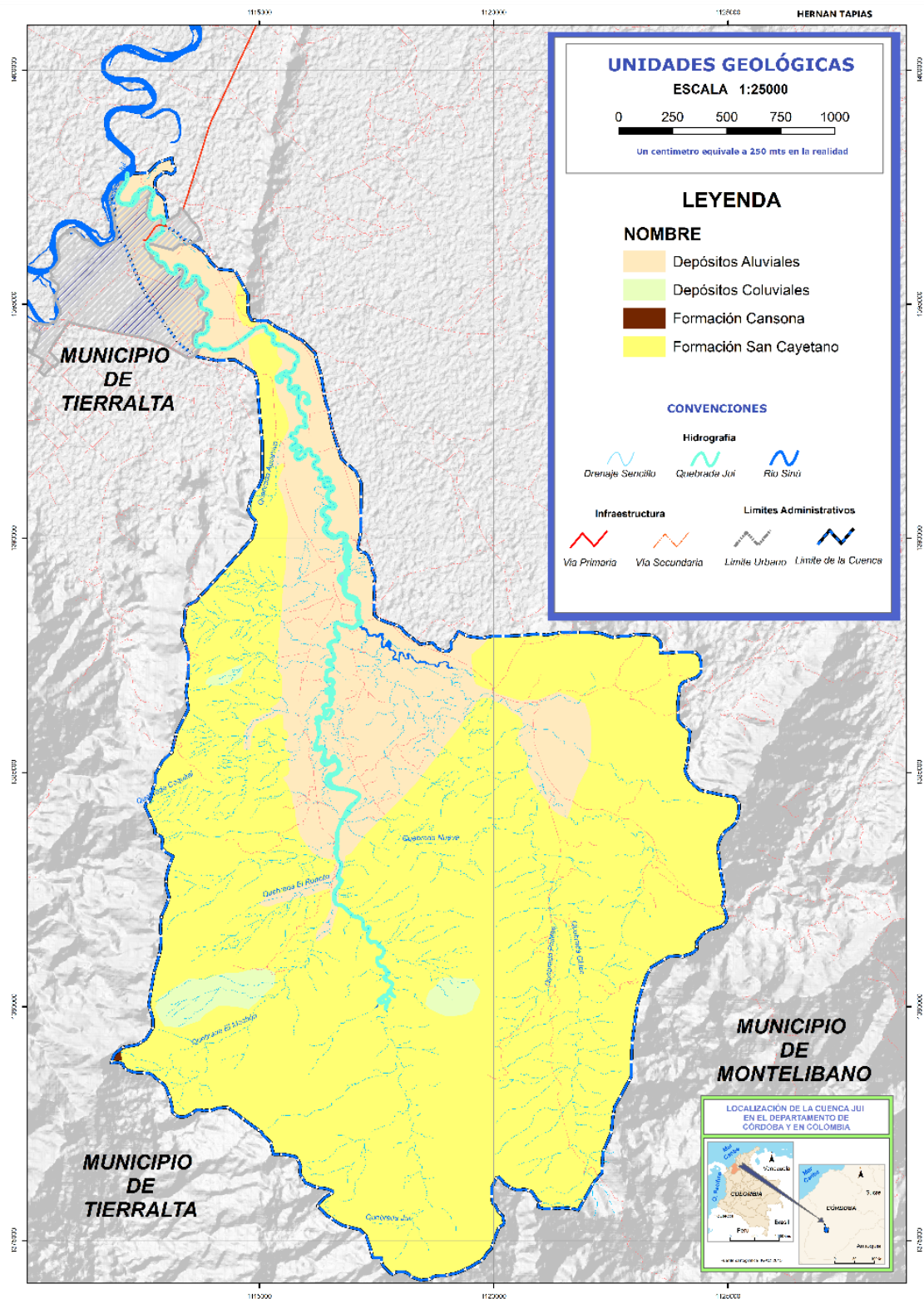


Figura 12. Unidades geológicas de la microcuenca de la Quebrada Jui. Fuente. PMA, 2018.

Tabla 9. Áreas y porcentajes de geoformas

CATEGORIA	AREA	%
Colinas ramificadas cimas redondeadas a planas	491304,08	0,3
Depósitos aluviales	37346081,30	25,3
Laderas cóncavo- convexas con cimas redondeadas a planas	3210416,68	2,2
Laderas escarpadas	49349806,72	33,4
Laderas quebradas	46695770,54	31,6
Orillares o barras de meandro	658024,63	0,4
Valles abiertos con laderas quebradas	9850677,18	6,7

Fuente. Autor.

La cuenca presenta condiciones ambientales buenas, la calidad del agua es aceptable en la mayor parte de la cuenca, sin embargo, la parte baja cercana a la desembocadura del río Sinú, presenta condiciones regulares, esto debido al arrastre de sedimento y además que al paso por el casco urbano el agua es contaminada con residuos y aguas negras (PMA, 2018). Por otra parte, la fauna y flora se ven amenazas por la expansión de las fronteras agropecuarias, causando pérdida en la biodiversidad, no obstante, hay zonas que son protegidas por el Plan Ambiental Municipal y, el PBOT considera de gran importancia la zona media y alta de la cuenca.

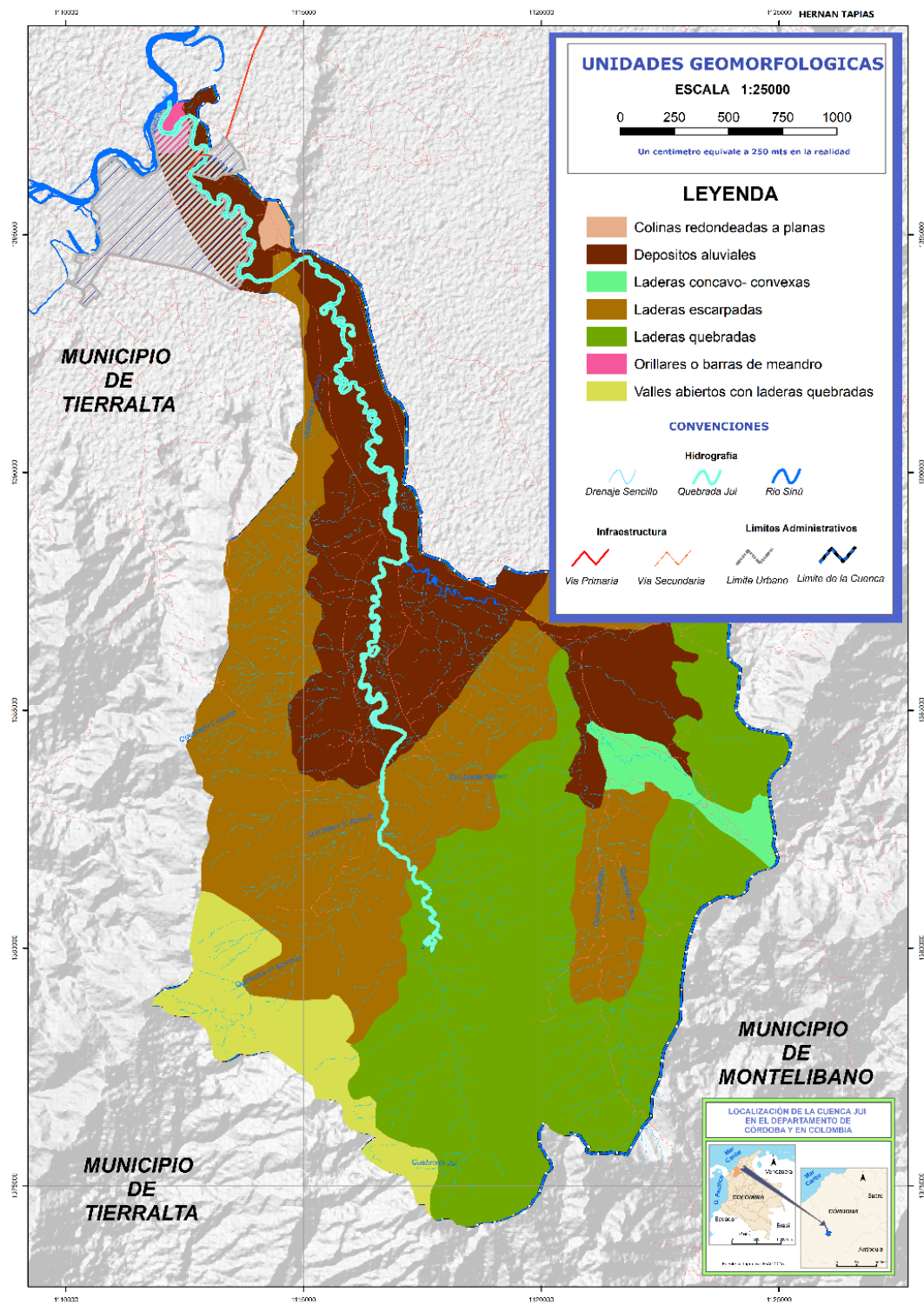


Figura 13. Unidades geomorfológicas de la Quebrada Jui. Fuente: PMA, 2018.

Sistema biótico.

La parte biótica se encuentra bien representada, hay una gran diversidad de fauna y flora, la flora de la microcuenca presenta una gran diversidad debido a la de especies que alberga, esto gracias a su cercanía con el Parque Nacional Natural Paramillo (área de amortiguamiento) y el cerro Murrucucú. Hay buena presencia de individuos de las familias Rubiaceae, Fabaceae, Annonaceae, Caesalpiniaceae, Melastomataceae, Arecaceae, Mimosaceae, Poaceae, entre otras (PBOT, 2011), además la mayor cobertura del municipio de Tierralta es el bosque denso, seguida del bosque de galería. Sin embargo, la flora se ve amenazada por la expansión de las fronteras agropecuarias, la presencia de cultivos ilícitos en la parte más alta de la microcuenca y la tala selectiva de árboles maderables.

La microcuenca se encuentra cerca del corredor biogeográfico del pacífico, por lo cual podemos encontrar una gran variedad de especies animales, sin embargo, estas especies se ven amenazadas por la disminución de la cobertura vegetal y la caza indiscriminada, ya sea para consumo humano o uso como mascotas, poniendo en peligro los ecosistemas.

El territorio municipal se caracteriza por poseer una amplia y extensa red hidrográfica, constituyéndose la zona sur, la de mayor número de corrientes principales y un sinnúmero de afluentes que enriquecen la estrella hidrográfica del Alto Sinú.

El principal río del municipio es el Sinú y se constituye en la principal vía de comunicación fluvial entre la zona sur y la cabecera municipal. Los principales tributarios del Río Sinú son: por la margen izquierda, el Río Verde, Río Esmeralda, Quebrada Naín, Quebrada Tucurá y Quebrada El Pirú; por la margen derecha le tributa sus aguas como principal tributario, el Río Manso, Río Tigre, Quebrada Cruz Grande, Quebrada Urrá, Quebrada Tay, Quebrada Jui, Quebrada Las Flores, Quebrada Betancí y otras quebradas menor de importancia tales como Mata Guineo, Nagua, Crucito, Caimán, Táparo, Gaitá, Chibogadó, Atencio, Seca, Palonegro, Lucía, Chico, Loro, Tuis-Tuis, Caña Fría, Aguila, Pichingué, Palo Negro y Jaraguay.

Precipitación de la cuenca.

El Diagnóstico Ambiental de la Cuenca Hidrográfica del Río Sinú consideró parámetros hidroclimatológicos de estaciones pluviométricas y climatológicas ubicadas en todo el Departamento de Córdoba con el fin de obtener una homogenización entre las cuencas más representativas del Departamento como son las del Río Canalete, San Jorge y Sinú. En la Tabla 10, se muestra la ubicación y el tipo de estaciones del IDEAM en el área de estudio.

Tabla 10. Estaciones en áreas cercanas al área de estudio.

Estación	Tipo	Coordenadas	
		Latitud	Longitud
Caramelo	Pluviométrica	8° 15' N	75° 54' W
Carrizola	Limnimétrica	8° 9' N	76° 9' W
El Cielo	Pluviométrica	7° 55' N	76° 25' W
La Despensa	Limnimétrica	7° 53' N	76° 18' W
La Despensa	Pluviométrica	7° 52' N	76° 17' W
La Despensa	Climatológica Ordinaria	7° 52' N	76° 16' W
La Esmeralda	Climatológica Ordinaria	7° 45' N	76° 15' W
La Flecha	Pluviométrica	7° 38' N	75° 58' W
Molinillo	Pluviométrica	7° 41' N	76° 3' W
Puerto Nuevo	Climatológica Principal	7° 57' N	76° 17' W
Quimarí	Pluviométrica	8° 4' N	76° 20' W
Saiza	Pluviométrica	7° 42' N	76° 29' W
Saiza	Climatológica Principal	7° 42' N	76° 29' W
Tierralta	Pluviométrica	8° 11' N	76° 2' W
El Toro	Limnimétrica	8° 6' N	76° 10' W
Tucurá	Pluviométrica	7° 56' N	76° 16' W
Tucurá	Climatológica Ordinaria	7° 58' N	76° 15' W
Urrá	Pluviográfica	8° 3' N	76° 9' W
Urrá	Climatológica Ordinaria	7° 44' N	76° 12' W

Fuente: IDEAM. Enero de 2011.

La distribución media anual de precipitación del municipio de Tierralta presenta grandes variaciones considerables, es uno de los municipios con mayor pluviosidad anual, con valores mínimos de 1228 mm y valores máximos de 2610 mm aproximadamente, y un valor medio en todo el municipio de 2110 mm (Figura 14); siendo su localización geográfica, su topografía y su cercanía relativa a la línea de costa los factores que le definen su dinámica meteorológica y variabilidad atmosférica (EAFIT, 2013). En el municipio de Tierralta se

encuentran bien marcadas dos estaciones al año: una seca con pocas lluvias en el período diciembre a marzo y en el resto con abundantes lluvias, con ligeros descensos en junio y julio (PBOT, 2011).

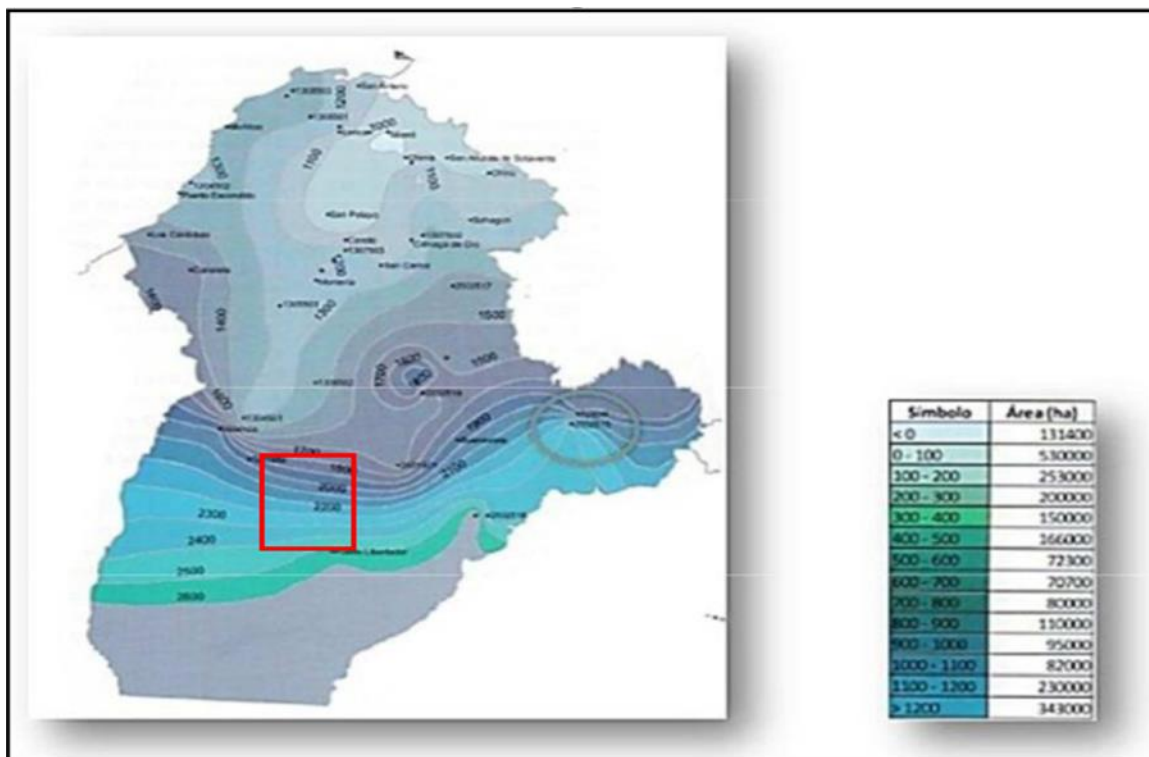


Figura 14. Mapa de precipitaciones anuales 2000 – 2010, en el departamento de Córdoba. Fuente: PBOT, 2011.

Caracterización morfométrica de la cuenca.

La caracterización morfométrica, es una herramienta que puede servir como estudio espacial, ayudando en el manejo y planeación de los recursos naturales, en el marco de una unidad bien definida del paisaje, conocer diversas unidades como el tamaño de la cuenca, la red de drenaje, la pendiente media, el escurrimiento o características básicas como longitud, elevación, entre otros (Blanco, 1989).

La metodología utilizada fue la “*Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas*” de la universidad del valle, año 2010, donde se apoyó principalmente en mediciones y cálculos de variables y parámetros morfométricos de la microcuenca y su red de drenaje.

A partir de la cartografía digitalizada del área de estudio y empleando herramientas SIG se calcularon los parámetros morfométricos básicos puntuales, lineales, áreas y pendientes de la cuenca y de su red de drenaje. Otros parámetros se obtuvieron de la lectura continua sobre la base cartográfica original (Tabla 11).

La morfometría de una cuenca hidrográfica permite evaluar el funcionamiento de un sistema hidrológico con base en un conjunto de estimaciones lineales, de relieve y superficie, es una excelente herramienta en la planificación y toma de decisiones.

Tabla 11. Morfometría de la cuenca.

ANALISIS MORFOMETRICO DE LA CUENCA QUEBRADA JUI DEL DEPARTAMENTO DE CORDOBA		
INDICE	RESULTADO	UNIDADES
Longitud del cauce principal	68711,99811	Metros
Longitud del cauce principal	68,71199811	Kilómetros
Elevación media de la cuenca	330,04	M.S.N.M
Área	152,9188946	Kilómetros Cuadrados
Perímetro	70860,00984	Metros
Altura Máxima de la Cuenca	1200	M.S.N.M

ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE LA CUENCA QUEBRADA JUI DEL DEPARTAMENTO DE CORDOBA		
ÍNDICE	RESULTADO	UNIDADES
Altura Mínima de la Cuenca	50	M.S.N.M
Desnivel Altitudinal	1108,47	M.S.N.M
Longitud de la Cuenca	24062,68	Metros
Ancho Máximo de la Cuenca	13969,05	Metros
Coeficiente de forma (Kf)	0,27193078	
Coeficiente de compacidad (Kc)	1,604459151	
Índice de alargamiento (Ia)	1,72257104	
Coeficiente de masividad (Km)	2,158268283	
Longitud de Drenajes	392,4584506	Kilómetros
Densidad de drenaje (Dd)	2,566448389	
Pendiente del cauce principal	0,016132117	
Tiempo de concentración (Tc) – Kirpich	8,42956843	Minutos
Tiempo de concentración (Tc) – Pizarro	41,34927708	Minutos

Fuente: Autor.

La longitud de la red de drenaje principal es de 12, 67 Km corresponde a la medida del escurrimiento principal de la microcuenca, medido desde la parte más alta hasta la salida, la longitud del cauce influye directamente en el tiempo de concentración y en la mayoría de los índices morfométricos, este valor se obtuvo a partir de la digitalización de la red de drenaje. Del mismo modo, la longitud de todos los drenajes es 392,45 Km y trata del sumatorio total de las longitudes en kilómetros de las corrientes que componen a cada una de las subcuencas.

La elevación media de la cuenca incide sobre la distribución térmica y por lo tanto en la existencia de microclimas, en el caso, la elevación media es 330.04 m.s.n.m., y el desnivel altitudinal es de 1.108,47 m.s.n.m., que se relaciona con la cantidad de pisos altitudinales que puede albergar, debido a las variaciones en su precipitación y temperatura.

El tamaño real de la microcuenca es de 152,91 Km², por lo tanto, esta microcuenca es considerada de gran dimensión, relacionándose esta característica con los procesos que se

realizan en la misma. La densidad de drenaje permite conocer la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la microcuenca, para la Quebrada Jui es de 2,50 Km/Km². Este valor se calcula dividiendo la longitud total de las corrientes de la cuenca (longitud red de drenaje) por el área total que las contiene y es el parámetro que sirve para identificar entre otras las áreas de producción de agua y las zonas con susceptibilidad de ser sujetas a remoción en masa. A fin de catalogar una microcuenca como bien o mal drenada, analizando su densidad de drenaje; se puede considerar que valores próximos a 0.5 Km/Km² corresponden a una cuenca pobremente drenada mientras que valores de 3.5 Km/Km² o mayores indican la eficiencia de la red de drenaje (Castillo et al., 2017).

Por tal razón se puede afirmar que el sistema de drenaje de la cuenca presenta una eficiencia alta por mostrar valores mayores a 3.5 (Tabla 11). El factor de forma nos permite saber que tan achatada es o no la subcuenca, este factor resulta del dividir el área de captación de la microcuenca por la longitud medida desde el punto más alejado de ella hasta la salida, elevada al cuadrado. Valores del factor de forma superiores a la unidad, indican el grado de achatamiento de ella o un cauce principal corto y por consecuencia tienen tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas.

Siendo así, el coeficiente de forma para la cuenca es de 0,272, es decir, presenta una forma ligeramente achatada, no son susceptibles a sufrir crecientes repentinos; sin embargo, la probabilidad a que se presenten eventos extremos existe. El coeficiente de compacidad (adimensional), compara la forma de la microcuenca a la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma superficie de la cuenca en estudio. Tiene por definición un valor de 1 para microcuencas imaginarias de forma exactamente circular. El grado de aproximación de este índice a la unidad indica la tendencia de la subcuenca a concentrar fuertes volúmenes de agua de escurrimiento. El valor obtenido en la cuenca muestra que presenta una tendencia no tan marcada a concentrar fuertes volúmenes de agua de escurrimiento, ya que están un poco por encima de la unidad ($K_c = 1,6$), con una clase de compacidad de oval redonda a oval oblonga.

El índice de alargamiento relaciona la longitud máxima encontrada en la microcuenca medida en el sentido del río principal y el ancho máximo de ella medido perpendicularmente. Cuando este índice toma valores mayores a la unidad, se trata de subcuencas alargadas mientras que para valores cercanos a 1 se trata de una subcuenca cuya red de drenaje presenta la forma de abanico y puede tenerse un río principal corto. En el caso de la cuenca Jui, se presentan valores muy por encima de la unidad ($La=1,72$), representando la red de la cuenca moderadamente alargada (Tabla 11).

Por otro lado, el tiempo de concentración se puede definir como el tiempo que demora en viajar una partícula de agua desde el punto más remoto hasta el punto más bajo, es decir el lapso entre el final de la lluvia y el momento en que cesa el escurrimiento superficial. Está determinado por el tiempo que tarda en llegar a la salida de la cuenca el agua que procede del punto hidrológicamente más alejado, y representa el momento a partir del cual el caudal de esorrentía es constante, al tiempo máximo; el punto hidrológicamente más alejado es aquél desde el que el agua de esorrentía emplea más tiempo en llegar a la salida. Para determinar este factor, existen diversos métodos, comúnmente se usa la fórmula de Kirpich que en este caso cataloga el flujo como rápido; y la fórmula de Pizarro que lo cataloga como moderado; en el estudio no se adopta ninguno de los dos resultados como válidos, sin embargo, se resalta la necesidad de tener en cuenta estos parámetros morfométricos para un futuro diseño del Sistema de Alertas Tempranas de la quebrada Juí

La curva hipsométrica de la cuenca Jui (Figura 15) presenta un estado de sedimentación, debido a como se puede apreciar en la figura, que a mayor altura menor área acumulada lo que indica fuertes procesos erosivos en la parte alta, depositando material de sedimentación en la parte baja de la cuenca o para todos los casos en altura 0.0 tenemos el 90% del área de la cuenca, con este parámetro se deduce que la cuenca se encuentra en una etapa de transición con tendencia a su estabilidad.

En el Anexo 3 y 4, se muestran los cálculos de los parámetros morfométricos y los datos obtenidos para el cálculo de la curva Hipsométrica respectivamente.

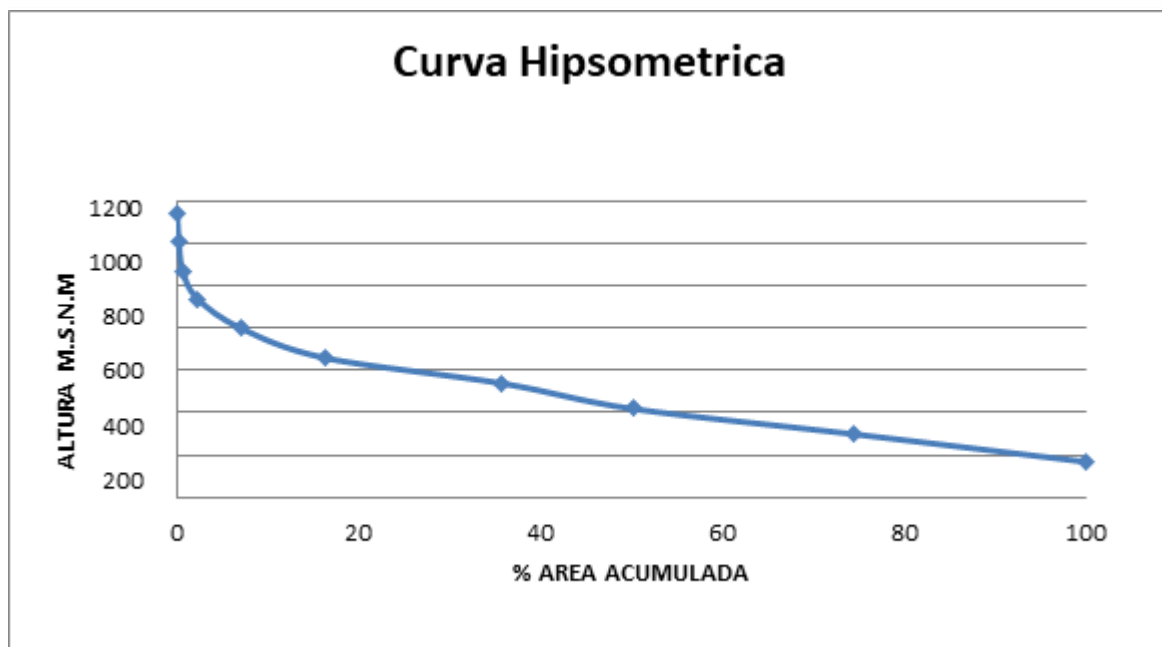


Figura 15. Curva Hipsométrica. Fuente: Autor.

Fase 2. Estimación de la captura de carbono en el suelo por la metodología de Walkley y Black en la Cuenca quebrada Jui en el departamento de Córdoba

En esta fase se recolectaron 14 muestras de suelo (Figura 5) en zonas de convergencia de los drenajes estratégicos de la cuenca y se determinó el carbono orgánico (Materia Orgánica), pH, fósforo, entre otros parámetros, los resultados se pueden apreciar en la Tabla 12 y en las Figuras 16, 17 y 18.

Tabla 12. Parámetros evaluados en las muestras de suelo.

Muestra	Coordenadas		Parámetros								
	Latitud	Longitud	pH	M.O %	Fósforo (ppm)	C.I.C	Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio	Aluminio Intercambiable
1	8.063.552	-76.018.557	5,1	0,69	6,38	10,5	1,8	1,2	0,01	0,5	0,22
2	8.081.863	-76.024.164	6,1	1,12	10,02	10	9	2,67	0,02	1	-
3	8.109.674	-76.019.042	4,6	0,86	9,57	9	2,4	1,27	0,01	0,4	0,43
4	8.101.662	-76.004.388	5,7	0,52	9,57	8,5	2,4	1,93	0,01	0,4	-
5	8.094.892	-76.010.412	5,3	0,34	9,11	12	1,6	2,07	0,01	0,9	-
6	8.183.283	-76.057.090	6	1,03	19,13	9	6,8	5,53	0,01	1,1	-
7	8.189.731	-76.051.538	5,4	0,17	10,48	4	1,4	1,6	0,01	0,3	0,1
8	8.149.845	-76.031.464	4,6	0,78	13,67	5	4	1,67	0,01	0,4	0,2
9	8.140.340	-76.029.204	5,6	0,26	10,02	13,5	6	2,33	0,01	1	--
10	8.023.697	-76.012.650	4,3	0,26	10,02	7,5	1,4	0,93	0,01	0,5	0,13
11	8.017.058	-75.976.269	4,7	0,43	10,93	17,5	1,4	1,27	0,01	0,4	0,43
12	8.032.161	-75.979.581	4,8	0,95	10,93	5	2	1,33	0,01	0,3	0,36
13	8.062.611	-75.970.694	5,1	0,52	9,57	12	4	3,33	0,01	0,62	0,23
14	8.043.636	-76.025.822	4,8	0,17	10,93	7,5	0,8	0,53	0,01	0,4	0,86

Fuente: Autor.

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de suelos de la Universidad de Sucre (Ver Anexo 2) donde se identificó que al realizar esta exploración se evidencio una textura limo areno, seguidamente hasta la profundidad total de la muestra se encuentra un limo más fino debido al lavado constante de los suelos.

Materia orgánica (M.O).

La Materia Orgánica (M.O) presente en el suelo proviene principalmente del aporte de las especies de flora y microorganismos como bacterias y hongos, al igual que los restos de animales y sus excretas (García, 2008).

En la Figura 16 se puede apreciar los resultados del parámetro Materia Orgánica (%MO) en suelo, la mayor concentración o porcentaje de materia orgánica lo encontramos representado con un color café oscuro, localizándose en la parte alta de la microcuenca a los alrededores de la vereda La Chica, en la parte media, en la vereda Plumilla y la vereda Palmira y sus alrededores y en la parte baja (casco urbano) sobre la desembocadura al río Sinú.

Según los resultados de la Tabla 13, los suelos presentan bajos porcentajes de materia orgánica con valores que oscilan entre 0,17% y 1,12%. Las muestras 2, 3, 6 y 12, son las que presentan un mayor contenido de M.O, mientras que las muestras 7, 9, 10 y 14 fueron las que presentaron los porcentajes más bajos de M.O.

Tabla 13. Porcentajes de Materia Orgánica

ID	Rango	Área (Mts2)	%
1	0,17 - 0,42	26672500,0	17,67
2	0,42 - 0,56	55497729,4	36,76
3	0,56 - 0,68	36893320,8	24,44
4	0,68 - 0,84	24374167,3	16,14
5	0,84- 1,11	7533217,8	4,99

Fuente. Autor

Estos resultados se pueden dar debido al lavado que hacen las lluvias a los suelos desprotegidos por actividades de deforestación, desmonte y descapote. La falta de cobertura vegetal incrementa los procesos erosivos y por ende pérdida de nutrientes para el buen desarrollo de la flora, la falta de cobertura vegetal causa que el golpeteo de las gotas de lluvia afecta directamente al suelo y la escorrentía se lleva los nutrientes de la materia orgánica en descomposición (PBOT, 2011).

En la Figura 16 se pueden apreciar las zonas que presentan un mayor porcentaje de materia orgánica, el cual es el resultado de la información obtenida en campo y representada espacialmente a través del procesamiento SIG (interpolación), también se muestran zonas con valores medios y bajos de materia orgánica los cuales representan la mayor superficie en el área de estudio.

En la Figura 16, podemos observar que los suelos más ácidos en la microcuenca de la quebrada Jui están ubicados en la zona alta de la quebrada (color amarillo y crema), sobre la vereda Alto Jui en cercanías de la quebrada El Mochón y sobre la zona de influencia de la quebrada la Chica.

Los menores porcentajes de acidez con mayor cercanía a la neutralidad se identifican en el mapa con color morado, los encontramos en la parte media de la microcuenca a los alrededores del corregimiento del Palmira.

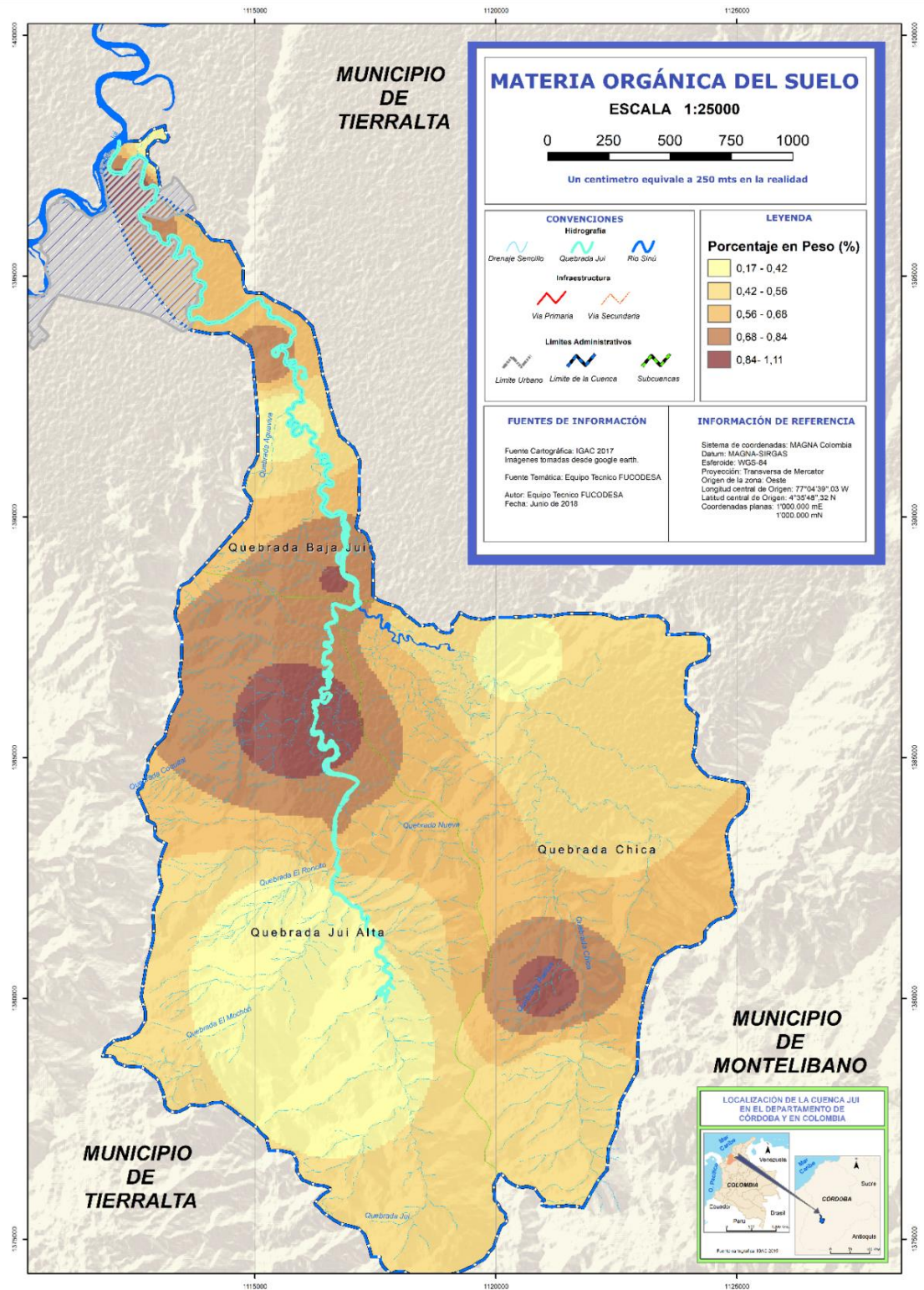


Figura 16. Materia Orgánica presente en el suelo. Fuente: PMA, 2018.

Potencial de Hidrogeno (pH).

En cuanto al potencial de hidrogeno (pH), vemos que los suelos de la cuenca son considerados ácidos y muy ácidos, con valores que oscilan entre 4,30 y 6,08 unidades de pH (Tabla 14 y Figura 17), estos niveles dificultan los diferentes tipos de cultivos, ya que, se hace una deficiente retención de nutrientes. Los suelos ácidos son pobres en bases (calcio, magnesio, potasio, carbonatos y bicarbonatos), estos reducen la actividad microbiana y el fosforo disponible disminuye (Andrades, 2014).

Tabla 14. Porcentajes de pH.

Rango	Área - M2	%
1,00 - 4,46	29311636,903	19,4133648
4,46 - 6,35	50306630,155	33,3185405
6,35 - 8,59	24782438,210	16,4136351
8,59 - 10,58	24903471,198	16,4937964
10,58 - 13,99	21682719,752	14,3606633

Fuente. Autor.

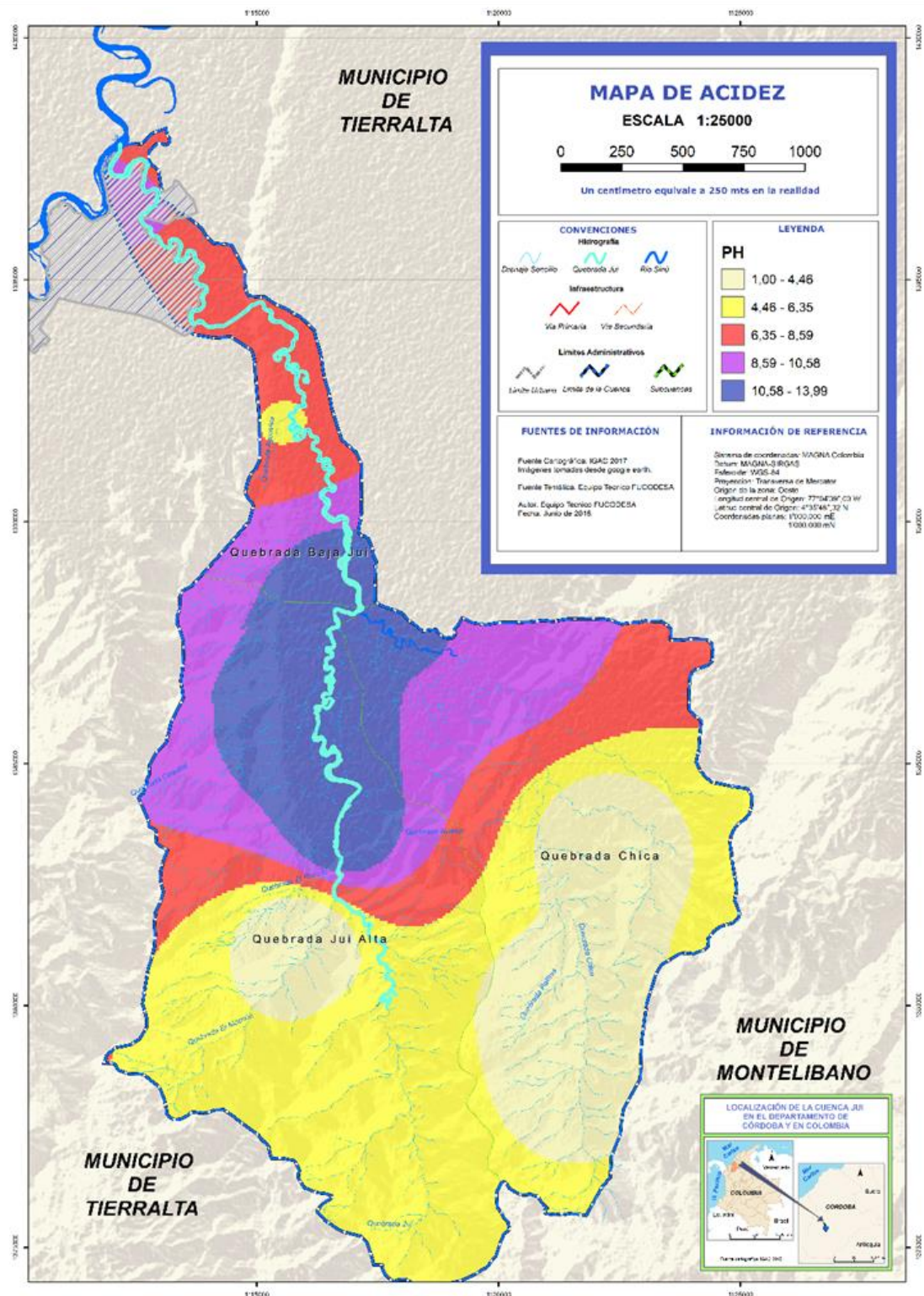


Figura 17. Potencial de Hidrogeno (pH) en la Quebrada Jui. Fuente: PMA, 2018.

Fosforo (P).

En la Figura 18, podemos apreciar los niveles de fosforo (P) presentes en la microcuenca, Los porcentajes más altos de fosforo disponible se encuentran cerca a la desembocadura de la quebrada sobre el rio Sinú y en el casco urbano del municipio de Tierralta. No obstante, los porcentajes de fosforo disponible en la microcuenca son muy bajos, destacándose en el mapa el color blanco a rosado pálido.

Los resultados del parámetro fósforo indican que solo una muestra está dentro de los valores promedio (15 – 30 ppm) que es la muestra 6 con 19,3 ppm. Lo que nos indica que los suelos son pobres en fósforo (Figura 18).

Las actividades antrópicas son las más influyentes en estos resultados, actividades como la tala selectiva de especies maderables y ampliación de las fronteras agropecuarias afectan los suelos, aumentando los procesos erosivos, influenciado por las lluvias, los vientos y la escorrentía, factores que la pérdida muchos nutrientes del suelo.

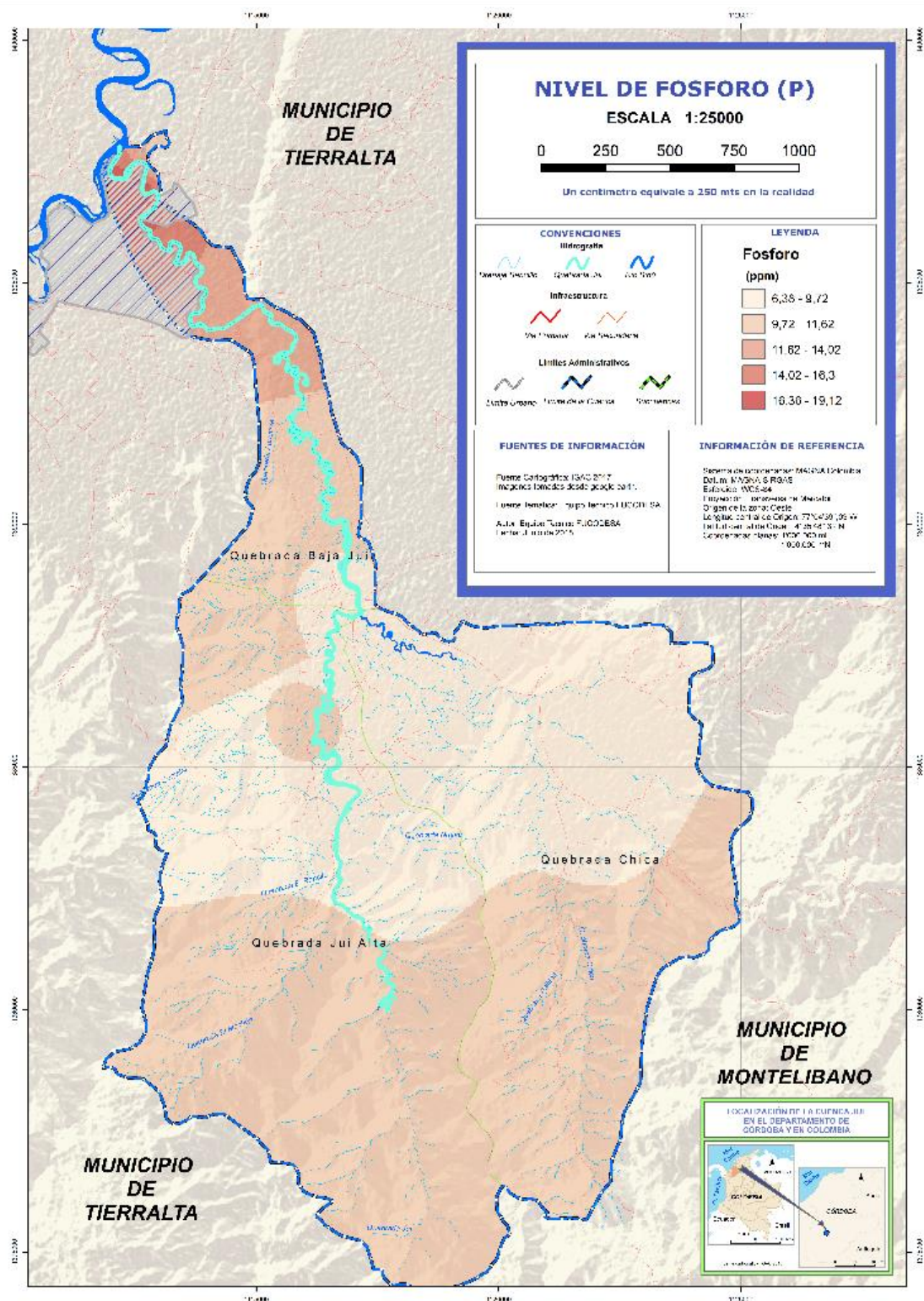


Figura 18. Niveles de Fosforo (P) en la cuenca. Fuente: PMA, 2018.

Calcio (Ca).

El 64,3% de las muestras estudiadas en la microcuenca de la quebrada Jui poseen bajas concentraciones de calcio intercambiable, asimismo el 14,3% de las muestras presentaron concentraciones deficientes. Mientras que 14,3% presentaron concentraciones moderadas de calcio intercambiable y solo la muestra 2 tomada en la vereda Plumilla que representa el 7,1% de las muestras mostro valores de calcio intercambiable de 9,0 cmol+/Kg de suelo (Figura 19).

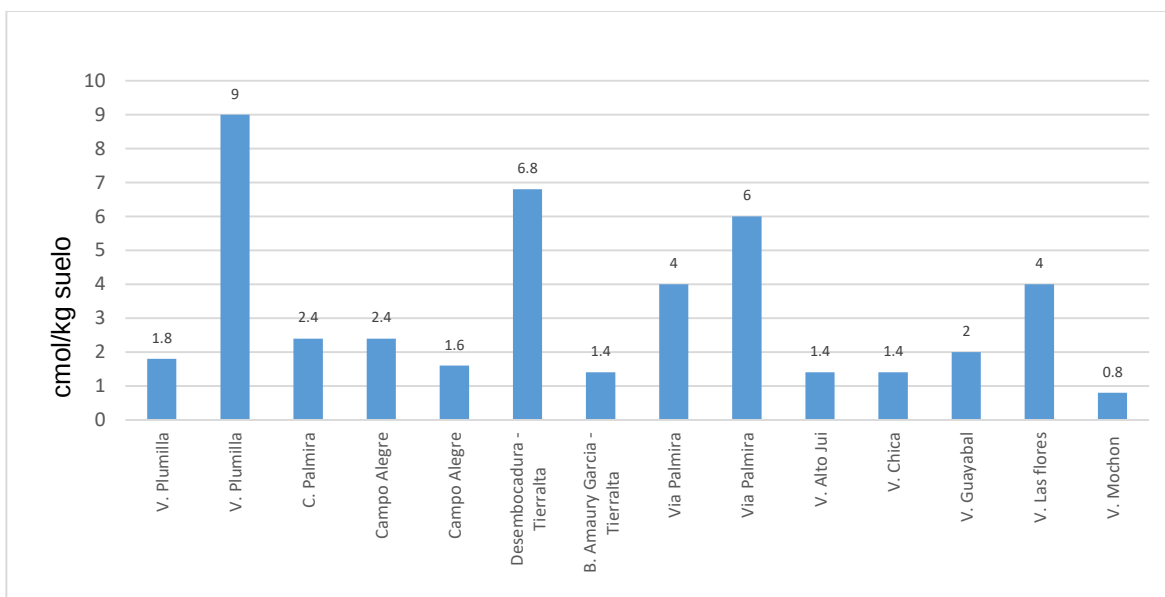


Figura 19. Concentración de Calcio Intercambiable. Fuente. Autor

En suelos ácidos, las deficiencias de calcio intercambiable pueden ser complejas, por ser susceptible una toxicidad de las plantas por altas concentraciones de Manganeso y de Hierro generadas por exceso de la solubilización en un medio con bajo pH.

Las deficiencias de calcio en las plantas afectan directamente el sistema radicular de estas y las hace más susceptibles a contraer enfermedades por la presencia de números hongos y bacterias las cuales secretan enzimas que deterioran la pared celular de los vegetales.

Para mejorar la concentración de calcio en suelos ácidos, se deben realizar aportes de carbonato cálcico de acuerdo a las necesidades y tasas de crecimiento de las especies vegetales que se establezcan en las áreas. Es importante señalar, que la adición de sustancias alcalinas al suelo para mejorar las condiciones de hábitat de las especies vegetales, es un proceso beneficio porque ayudar a mejorar la absorción y asimilación de diversos elementos esenciales, como el nitrógeno, el fósforo, potasio y ciertos oligoelementos.

Magnesio (Mg).

El Magnesio es un elemento muy abundante en la corteza terrestre, se estima que su contenido medio puede situarse en un 2,3% (Navarro, 2003). El magnesio proviene principalmente de la descomposición de minerales como los silicatos y también de la degradación de la materia orgánica que se incorpora al suelo como residuos diversos de animales y vegetales.

De acuerdo a los resultados el 64,2% de las muestras estudiadas, presentan bajas concentraciones magnesio (Figura 20), con concentraciones que varían entre 0,53 y 1,93 cmol+/Kg. Sin embargo, la muestra 6 tomada en cercanías de la desembocadura de la quebrada Jui al río Sinú fue la única que presento gran concentración de magnesio intercambiable (5,53 cmol/kg suelo).

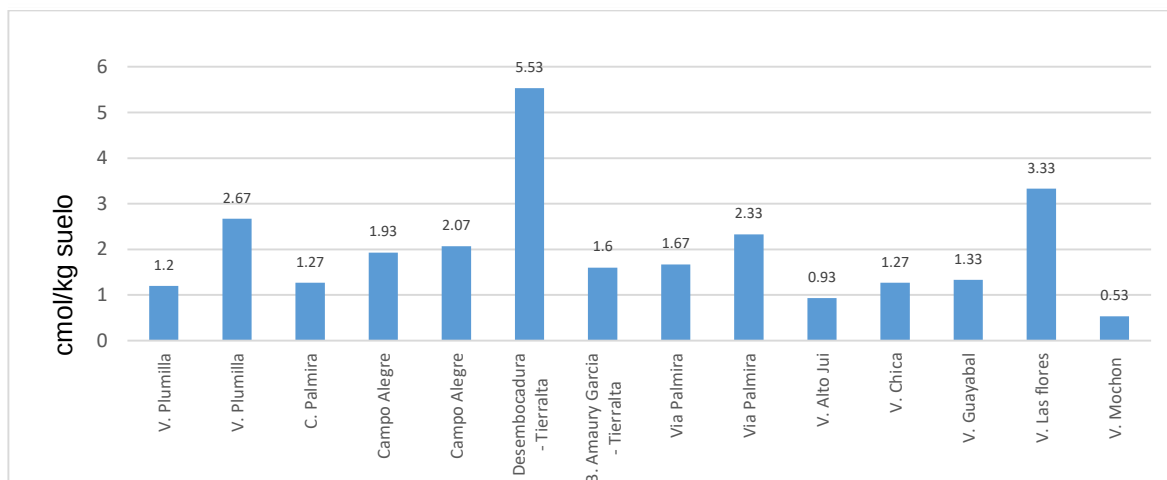


Figura 20. Concentraciones de Magnesio intercambiable. Fuente. Autor.

Las bajas concentraciones de magnesio están ligados a bajos niveles de pH, como también a los procesos de perturbación que han propiciado fenómenos como la erosión y la lixiviación por el lavado de suelos. Según Navarro (2003), las pérdidas por lixiviación son importantes, admitiendo que el agua de lluvia puede disolver 40 mg/l de óxido de magnésico, para una pluviometría de 500-1000 mm/año las pérdidas de magnesio pueden alcanzar 50-100 kg/Ha año.

Potasio (K).

El potasio intercambiable indica la forma disponible del potasio en el suelo, que las plantas pueden extraer fácilmente. Esta fracción de potasio es absorbida en la superficie de las partículas de arcilla y la materia orgánica presente en el suelo.

De acuerdo a los resultados (Tabla 12 y Figura 21), se obtiene que el 100% de las muestras presentaron déficits en las concentraciones de potasio intercambiable, ubicándose en los rangos de concentración de 0,01 y 0,02 cmol/kg, la concentración más alta la obtuvo la muestra número 2 tomada en vereda Plumilla (Figura 5).

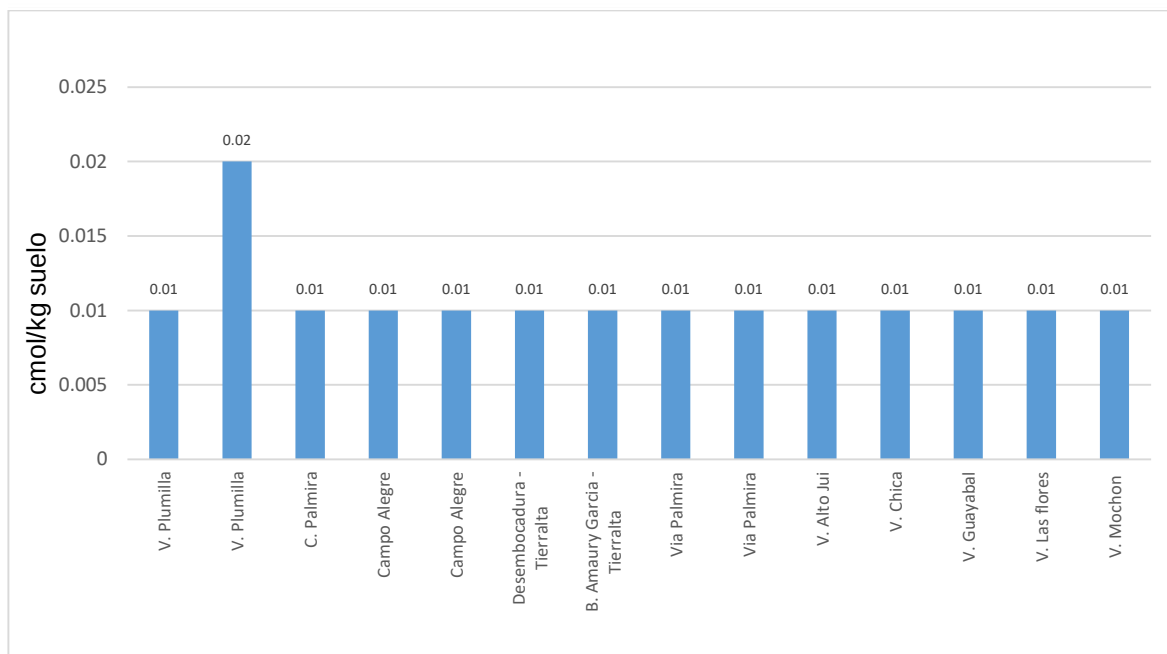


Figura 21. Concentración de Potasio intercambiable. Fuente. Autor.

El potasio presente en los suelos aparece por desintegración y descomposición de las rocas que contienen minerales potásicos, sin embargo, su concentración puede verse afectado por perturbaciones que se dan como consecuencia de las actividades antrópicas. Así mismo, los bajos niveles de pH en las muestras estudiadas, aumentan el porcentaje de lixiviación de potasio, por lo que los procesos de encalamiento (adición de bases en el suelo) (PMA, 2018)

Los suelos con bajos contenidos de potasio intercambiable, afectan el desempeño de la fotosíntesis y la presión osmótica celular en la planta y disminuye notablemente la actividad enzimática de éstas (PMA, 2018).

Aluminio (Al).

La acidez intercambiable en los suelos es el resultado de la presencia de hidrógeno (H^+) y Aluminio (Al^{+3}) que causan una disminución en el pH. De las muestras analizadas el 35,7%

presentó déficits en las concentraciones de este elemento, confiriéndole altos niveles de acidez intercambiable. Además, el 21,4% de las muestras presentaron concentraciones regulares y solo el 7,1% de las muestras estudiadas presentaron buenas concentraciones de aluminios. Sin embargo, el 28,6% del total de las muestras no mostraron presencia de este parámetro estudiado (Figura 22).

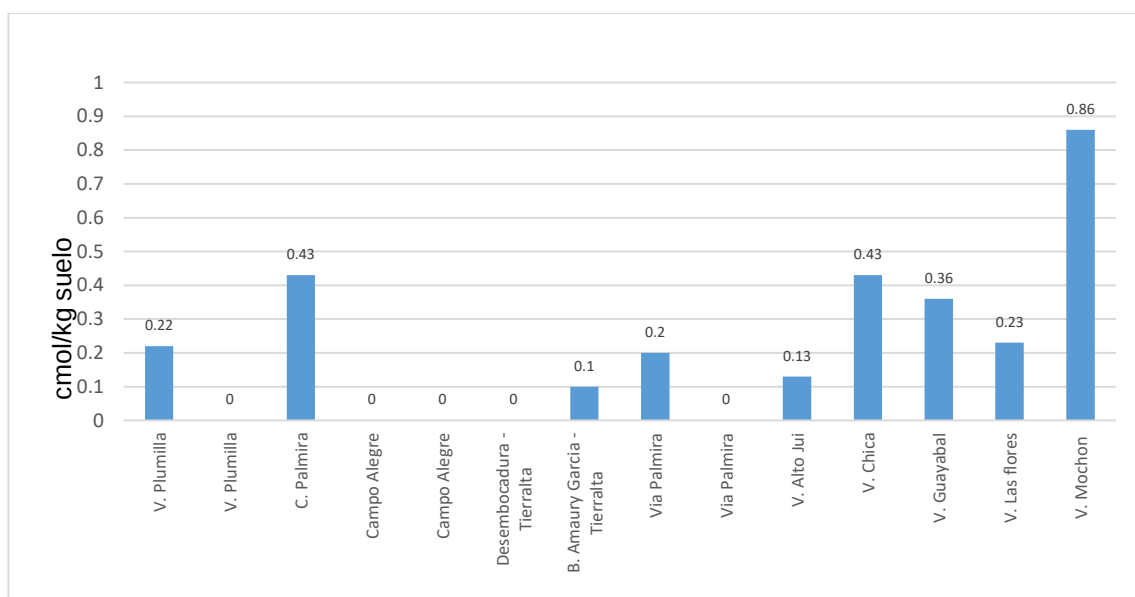


Figura 22. Concentración de Aluminio intercambiable. Fuente. Autor.

Las altas concentraciones de Al^{+3} generan toxicidad en las plantas, además de tener un efecto negativo sobre las propiedades químicas del suelo como solubilización, disponibilidad y absorción de nutrientes, físicas como estructura y estabilidad de agregados y biológicas como tipo de organismos presentes en el suelo, ocasionando así una reducción en el crecimiento de las raíces lo cual afecta en forma negativa el crecimiento de las especies vegetales a establecer.

Capacidad de intercambio catiónica efectiva – cic.

El 57% de las muestras de suelo estudiadas presentaron concentraciones muy bajas de CIC, oscilando entre 4,0 y 9,0 meq/100g suelo; mientras el resto de muestras presentaron niveles regulares de concentraciones con valores que oscilan entre 10,0 y 17,5 meq/100g, teniendo la más alta concentración la muestra número 11 tomada en la vereda la Chica (Figura 23).

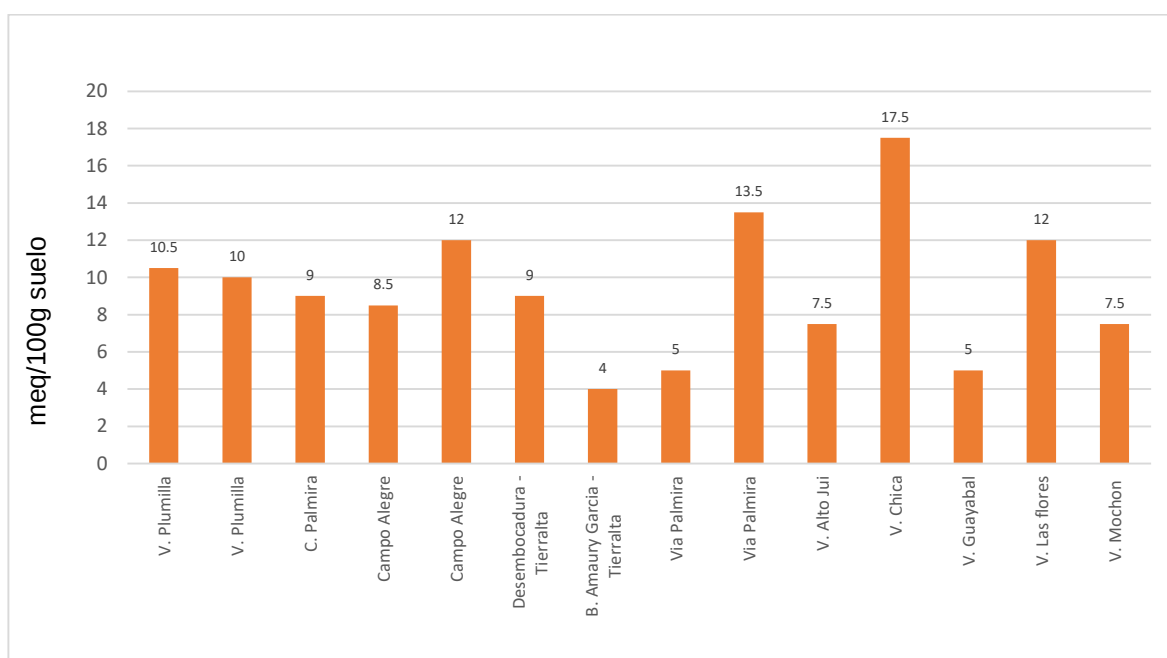


Figura 23. Capacidad de intercambio catiónico CIC. Fuente. Autor.

Una de las principales razones por las que se presenta bajos niveles de CIC en los suelos de las áreas de influencia de la quebrada Jui, son las bajas concentraciones de materia orgánica, la textura y la acidez del suelo. los suelos con altos contenidos facilitan el intercambio de los cationes debido a la cercanía de sus agregados, mientras que las texturas arenosas la capacidad de intercambio catiónica disminuye, reduciendo la capacidad de fijar y disponer de nutrientes (K^+ , Mg^+ , el Ca^+ , entre otros) para las especies vegetales en estas áreas (PMA, 2018).

Determinación de carbono (NTC 5403).

La norma cubre la determinación en el laboratorio del carbono orgánico en los suelos, a través de métodos de oxidación seca y húmeda. Los resultados obtenidos pueden ser empleados en campos relacionados con agricultura, medio ambiente y recursos naturales.

Los valores de materia orgánica presente en las muestras estudiadas los podemos apreciar en la Tabla 12 y la Figura 24.

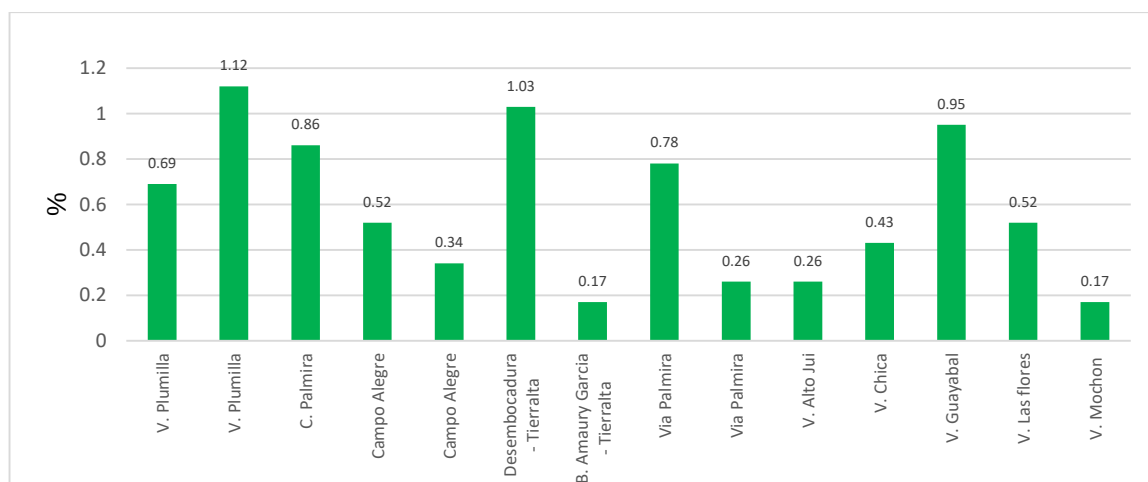


Figura 24. Porcentaje de Materia Orgánica presente en las muestras evaluadas. Fuente: Autor.

Estos resultados fueron obtenidos por medio de la metodología de Walkley – Black, la cual se basa en la oxidación del carbono activo del suelo, empleando dicromato de potasio con un exceso de ácido sulfúrico concentrado. El dicromato de potasio se mezcla con el suelo, y después esta mezcla se titula con el ácido sulfúrico, hasta que la muestra cambie de color, indicando que el carbono fue oxidado completamente.

Las reservas de carbono de la cuenca son altamente variables, y dependen de variables como la especie forestal, el tipo de suelo, la posición geográfica, la pendiente del terreno, entre otras. Esta situación conduce a que se requiera de grandes esfuerzos para cuantificarlas, ya

que un muestreo limitado resultará en estimaciones erróneas del carbono almacenado en los bosques, así como de su distribución espacial y de otros análisis relacionados como las variaciones en biomasa, composición del bosque, entre otros (Guzmán, 2004)

Potencial de carbono en la cuenca.

Por lo general, en los bosques el carbono del suelo está en equilibrio, pero tan pronto como ocurre la deforestación o transformaciones espaciales, ese equilibrio es afectado. (FAO, 2002) y que muy a menudo parte del carbono orgánico se pierde dando lugar a una considerable emisión de CO₂. Por lo tanto, donde la deforestación y los cambios económicos son altos y las entidades gubernamentales y ambientales no realizan actos para detenerla, es necesario un manejo correcto para minimizar las pérdidas de carbono. La reforestación y buenas medidas de manejo para cada uso de suelo sobre todo en los suelos degradados con bajo contenido de materia orgánica, será una forma importante de secuestro de carbono a largo plazo, tanto en la biomasa como en el suelo (Hernández, et al, 2014).

De acuerdo lo anterior, se estima el valor de carbono de la cuenca, determinando el valor del % de M.O. de la muestra, se puede establecer el % de carbono (Tabla 15) el cual para convertir el porcentaje de materia orgánica en carbono se utilizó la ecuación: % M. O = 1.724 x % C. Se consideran suelos con alto contenido de materia orgánica aquellos que tienen un contenido mayor de 4% de M.O (Banco Mundial, 2017).

Tabla 15. Porcentaje de carbono en la microcuenca.

Muestra	Coordenadas		Carbono	
	Latitud	Longitud	M.O %	%Carbono
1	8.063.552	-76.018.557	0,69	0,400232019
2	8.081.863	-76.024.164	1,12	0,649651972
3	8.109.674	-76.019.042	0,86	0,498839907
4	8.101.662	-76.004.388	0,52	0,30162413
5	8.094.892	-76.010.412	0,34	0,197215777
6	8.183.283	-76.057.090	1,03	0,597447796
7	8.189.731	-76.051.538	0,17	0,098607889
8	8.149.845	-76.031.464	0,78	0,452436195
9	8.140.340	-76.029.204	0,26	0,150812065
10	8.023.697	-76.012.650	0,26	0,150812065
11	8.017.058	-75.976.269	0,43	0,249419954
12	8.032.161	-75.979.581	0,95	0,551044084
13	8.062.611	-75.970.694	0,52	0,30162413
14	8.043.636	-76.025.822	0,17	0,098607889
			Total	4,69837587

Fuente: Autor.

Mediante el contenido de carbono del suelo por unidad de volumen, se pudo estimarse el contenido de carbono total por hectárea ($10000 \text{ M}^2 * 0.3 \text{ m}$) para el suelo en estudio, Con los datos obtenidos en el cálculo del carbono se estima el servicio ambiental que realiza la cuenca de la siguiente manera:

Cuantificación del Dióxido de Carbono:

$\text{CO}_2 = \text{C} \times \text{Kr}$, donde:

CO_2 : Toneladas de dióxido de carbono

C: Carbono

Kr: 44/12

Se tiene en una muestra promedio 4.69 t C/ha se multiplica por el factor de conversión de Carbono a Dióxido de Carbono por $(44/12) = 16.8 \text{ t CO}_2/\text{ha}$

Total, de Carbono de la Cuenca: $16.8 \text{ t/ha} * 15291.8 \text{ Ha} = 256902.24 \text{ Toneladas de CO}_2$.

A su vez, en el proceso de captación de carbono hay que tener en cuenta que en la atmósfera se encuentra el carbono asociado al oxígeno como CO₂, lo que significa que por cada tonelada de carbono que captura de la cuenca se liberan dos toneladas de oxígeno.

En lo que se refiere al carbono orgánico en la cuenca (Figura 25), se establecieron sectores más ricos en este sentido, como son zonas de la parte sureste de la cuenca, también se presentan altos niveles en la zona centro occidente de y sectores más pequeños del norte del área de estudio.

Los niveles más altos de carbono orgánico se dan en áreas menores específicas de la cuenca, representando porcentajes menores de superficie (Tabla 16), también hay sectores con niveles muy bajos de (color más claro), y zonas con valores medios que representan un porcentaje mayor en el área total de la microcuenca.

Tabla 16. Niveles de carbono y área en la microcuenca.

Rango	Área m ²	%
0,098 - 0,208	12.543.936,2	8,307980297
0,208 - 0,319	65.314.407,5	43,25841588
0,319 - 0,429	51390504,2	34,03646893
0,429 - 0,539	18.527.910,1	12,27122884
0,539 - 0,649	3209833,1	2,125906049

Fuente. Propia.

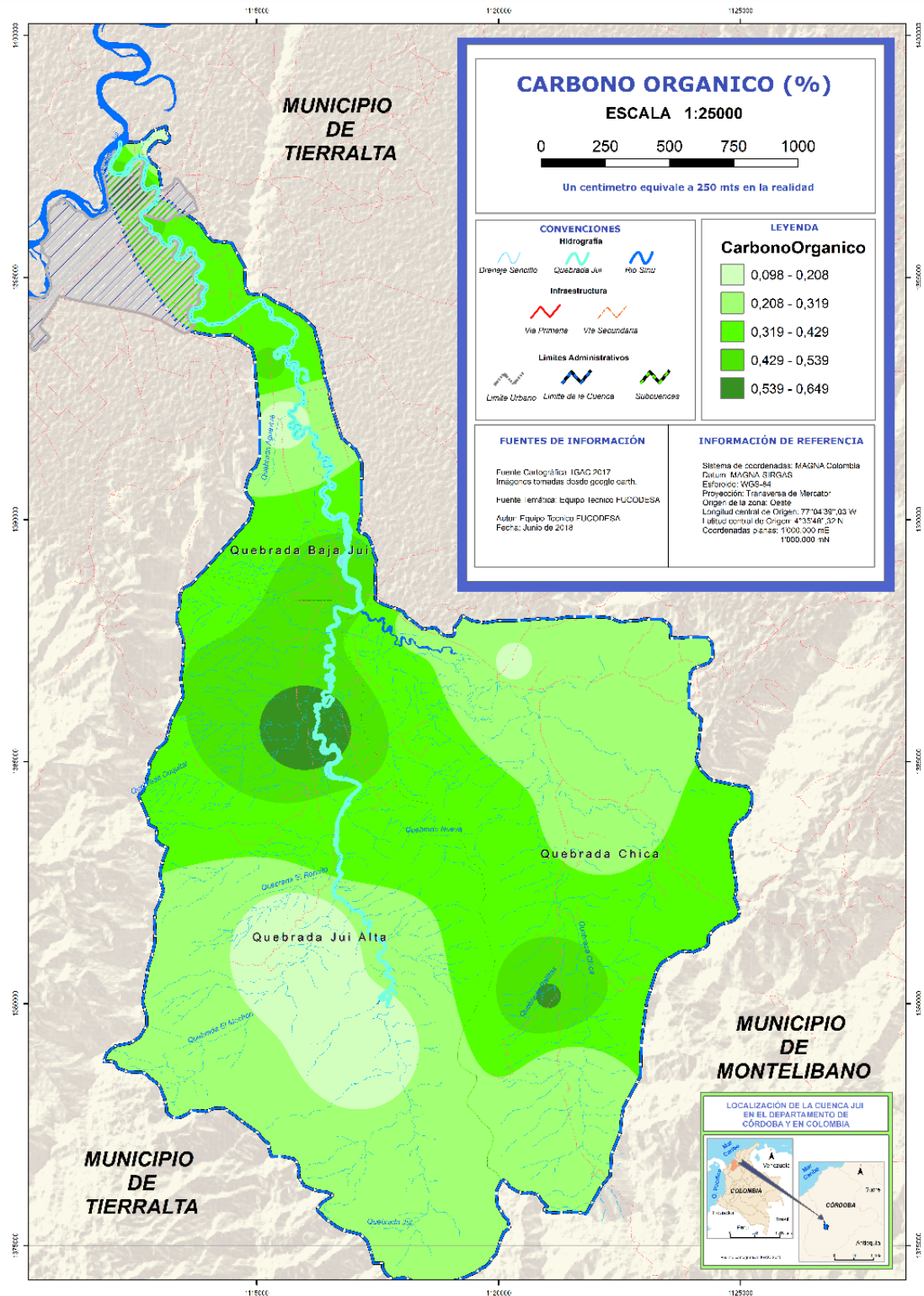


Figura 25. Niveles de carbono Orgánico. Fuente: PMA, 2018.

Fase 3 y 4: Bienes y servicios ambientales en la microcuenca Quebrada Jui. Y Valoración económica de la captura de carbono en la cuenca.

Con este estudio se pretende aportar información sobre los bienes y servicios que provee la microcuenca de la quebrada Jui, generando nuevos conocimientos del valor y la importancia de conservar nuestros recursos. Los servicios ecosistémicos se definen como “las contribuciones directa o indirectas de los ecosistemas al bienestar humano” (Fisher & Christie, 2010). Existen cuatro categorías de servicios: provisión, regulación, soporte y culturales.

En la Tabla 17, observamos los beneficios de cada categoría según IDEAM (2011). Estos beneficios los perciben las sociedades y raramente hay compensaciones por su aprovechamiento.

Tabla 17. Bienes y servicios prestados por una cuenca según el IDEAM.

Función ecosistémica	Bienes y Servicios
Vegetación riparia	Protección contra erosión de la quebrada y amenazas naturales (Ej. Fuertes vientos)
Disponibilidad de agua	Presencia de cauce para consumo y actividades agropecuarias
Procesos de evapotranspiración	Regulación de condiciones climáticas extremas
Transformación de nutrientes	Mejoramiento de la calidad del agua y el suelo
Producción primaria	Secuestro de carbono en el suelo y biomasa
	Producción agrícola
	Disponibilidad de forraje para especies domésticas y silvestres
	Producción forestal
Producción secundaria	Base para alimentación humana o animales domésticos y silvestres
	Producción de especies de interés turístico – recreacional
	Producción de plantas medicinales
	Recursos genéticos
Provisión de hábitad	Estética del paisaje, ecoturístico, recreación acuática, herencia e identidad cultural
	Hábitat para especies de interés comercial
	Hábitat para especies migratorias

Fuente. IDEAM, 2011.

Lo anterior supone un cambio de perspectiva importante en el mundo de la conservación ya que, sin abandonar los valores intrínsecos de la naturaleza, esta propuesta, promueve los valores instrumentales, vinculando la conservación de los ecosistemas con el desarrollo humano y no sólo en relación a su economía, sino también en relación a la salud, las relaciones sociales, la cultura, las libertades o la seguridad de las sociedades humanas. Los ecosistemas pasan a ser considerados prioritariamente como hábitat (espacios naturales) de especies singulares, a ser conceptuados como un capital natural o yacimiento de un rico y variado flujo de servicios a los humanos (Montes & Salas, 2007).

Tabla 18. Servicios ecosistémicos prestados por la microcuenca Jui.

Categoría del servicio	Tipo de servicio
Provisión	Alimento
	Agua
	Materias primas
	Recursos genéticos
	Recursos medicinales
	Recursos ornamentales
Regulación	Regulación de la calidad del aire
	Regulación climática (incluido almacenamiento de carbono)
	Moderación de eventos extremos
	Regulación de corrientes de agua
	Tratamiento de desechos
	Prevención de la erosión
	Mantenimiento de la fertilidad del suelo
	Polinización
	Control biológico
Hábitat/Soporte	Mantenimiento de los ciclos de vida (Ej. Especies migratorias, hábitats de crianza)
	Mantenimiento de la diversidad genética
Cultural (ofrecer oportunidades para):	Goce estético
	Recreación y turismo

	Inspiración para cultura, arte y diseño
	Experiencia espiritual
	Desarrollo cognitivo

Fuente: Autor.

Dada la relación entre la naturaleza y el hombre, cuya subsistencia depende de los BSA suministrados por la cuenca (Tabla 18), la valoración de los recursos naturales en términos monetarios, debe estar estrechamente ligada al bienestar humano. La humanidad se beneficia del medio natural a través de la provisión de bienes tales como alimentos, medicinas, materias primas; de los servicios ambientales, como la conservación y almacenamiento de agua, la calidad del aire, del agua y del suelo; y los servicios de recreación para las generaciones presentes y futuras (Bennett, 1994; Grimes et al., 1994; Norton, 1995; Harte, 1995). ¿Cómo un resultado de la pérdida de un servicio cuánto costaría hacer esa actividad, dependerá de alguna maquina? Las decisiones humanas tienen impactos en los ecosistemas, causando cambios en sus estructuras y funciones. las valoraciones monetarias sólo capturan parcialmente la importancia total.

Actualmente, Colombia participa de forma activa en las negociaciones internacionales de cambio climático, con el fin de adoptar un nuevo acuerdo internacional que entre a regir en 2020. En este proceso, los países acordaron presentar sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas con el fin de cumplir con la meta mundial de evitar el aumento de la temperatura promedio global por encima de los 2°C. La meta de reducción del 20% comprende el 100% de las emisiones de todos los sectores emisores y la totalidad del territorio nacional, según la información resultante del Inventario Nacional de GEI realizado en 2010² y los aportes del IDEAM en el marco del Primer Informe Bienal de Actualización y la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. (South Group,2016)

Según el banco mundial en el año 2017 poner un precio al carbono es un paso importante, y muchos en el sector privado creen firmemente que los Gobiernos deben ir en esa dirección para abordar eficazmente el cambio climático, el valor promedio para el año 2018 según el estudio “REPORT OF THE HIGH-LEVEL COMMISSION ON CARBON PRICES” publicado en el año 2017 tiene un valor medio anual de 4.92 USD (Figura 26) , esto se

establece a partir del precio del carbono de Estados Unidos que ha caído por el suelo debido a una crisis económica que ha reducido la demanda, y la incertidumbre sobre la inversión a largo plazo. (Banco Mundial, 2017)

La fijación del precio del carbono constituye una opción de políticas sencilla, justa y eficiente para abordar el cambio climático. (Banco Mundial, 2017) También puede reportar beneficios adicionales, y reducir la contaminación y la congestión del aire mientras se evita al mismo tiempo el mayor costo de las medidas correctivas vinculadas con el rumbo de crecimiento de elevados niveles de emisión de carbono del mundo en la actualidad. (Eguren, 2004). (Figura 26)

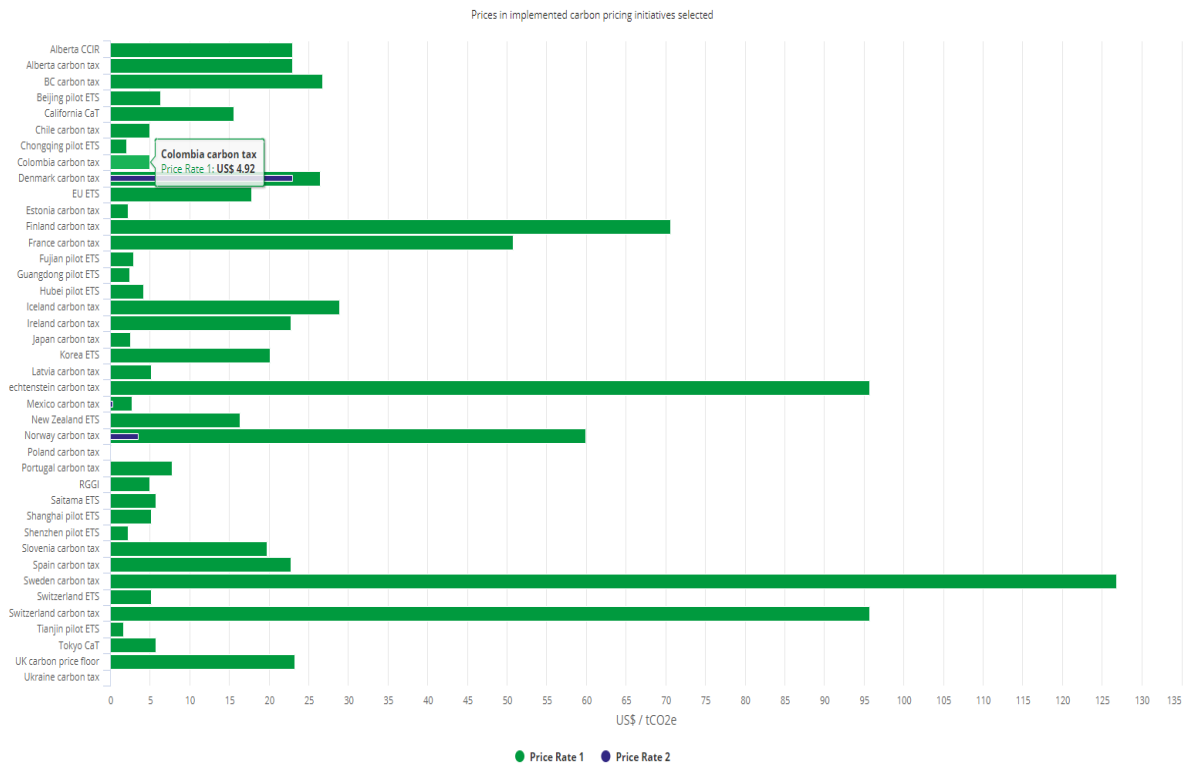


Figura 26. Precios de captura de CO2. Fuente: Banco Mundial, 2017.

Se puede establecer que la cuenca captura aproximadamente un valor de 16.8 t CO₂/ha, establecido a partir de métodos científicos que permitió estimar la captura de carbono de esta.

Los ingresos netos generados a partir de la captura de Co₂ se estiman en \$ 1.2 millones de dólares, (Tabla 19), cifra que corresponde al valor presente del costo del área comprendida

BIENES Y SERVICIOS NO TRANSABLES					
<i>Servicio ambiental</i>	<i>Carbono en la Cuenca (%)</i>	<i>Captura de CO₂ (Ton/Ha)</i>	<i>Área Total de la Cuenca (Ha)</i>	<i>Valor económico en Dólares (USD) por Ton/Hectárea</i>	<i>Valor económico en Dólares total de la cuenca (USD) por año</i>
Captura de Carbono en el suelo	4.69	16.8	15291.8 Ha	4.92	1.263.959,0208

por el ecosistema.

Tabla 19. Precios de captura de Carbono para la cuenca.

La valoración económica de la captura de carbono en la cuenca resalta la importancia del ecosistema, no sólo para el equilibrio ecológico de la zona, sino también para el desarrollo de la población que se encuentra en su zona de influencia, demostrando el vínculo que existe entre los servicios ecosistémico y el bienestar humano.

DISCUSIÓN

En la cuenca, luego de realizado los análisis de materia orgánica y posterior cálculo de carbono orgánico, muestra que esta tiene un gran potencial para la captura de carbono. La materia orgánica del suelo, está relacionada a las condiciones climáticas, tipo del suelo, uso del suelo y coberturas (Schmidt, 2013). El manejo del uso del suelo, afecta las concentraciones de materia orgánica y por ende el carbono orgánico presente en este, pudiendo encontrar una mayor concentración o porcentaje en los suelos cuya vegetación no ha sido intervenida (Martínez et al., 2008; Cunalata et al., 2011).

En la Figura 25 vemos los niveles de carbono orgánico en el suelo, aquí se puede apreciar que se da un mayor nivel de carbono en la zona media de la cuenca, esto se puede presentar porque en esta zona se encuentran las dos subcuencas que conforman la quebrada Jui, sin embargo, la figura 11, nos muestra que esa misma zona presenta conflictos por uso del suelo, el cual está asociado a actividades ganaderas y agrícolas. Otra zona que presenta altos niveles de carbono orgánico es la parte alta de la cuenca, la cual según el PBOT (2001) es considerada una zona de protección, lo cual hace que esta zona sea poco intervenida por el hombre (agricultura y ganadería).

En la parte baja y media de la cuenta, encontramos bajos niveles de carbono orgánico; esto se puede explicar por las condiciones en las que se encontraba en ese momento la zona, esto es, en las visitas realizadas en campo se apreció que estas eran zonas de cultivo y de ganadería extensiva. Pudiendo estas actividades degradar el suelo y haciendo perder el equilibrio de sus propiedades limitando su productividad, para este caso aspectos biológicos del suelo (deficiencia de materia orgánica) (Cartes, 2013).

En cuanto a la degradación física de los suelos, la compactación es el principal problema que se presenta en la zona, eso debido al peso de los semovientes, lo que causa un colapso o disminución de los espacios de poros, causando restricción física para el crecimiento y desarrollo de las raíces (Medina, 2016). Esta compactación también afecta la productividad

de los acuíferos de la zona y contamina los pequeños cuerpos de agua superficiales, por la concentración de minerales producto de las actividades agropecuarias de la zona.

La cuenca Jui, presenta un gran vacío de información de la importancia y la trascendencia del suelo para ello, es necesario contar con una sólida concepción de la calidad y con indicadores de calidad o salud de la tierra y de manejo sostenible de la misma, tal como se cuenta para dar seguimiento a variables sociales y económicas (Cruz, 2004). Por lo anterior mencionado es de suma importancia establecer unas directrices de planeación económica de la cuenca, debido a los impactos de los usos de suelo actuales que se encuentran y de su constante cambio en la economía local.

Un bien como la captura de carbono, en la cual se fundamenta la investigación se anexa otros servicios que se ven afectados por las diversas actividades dentro de la cuenca debido a que el suelo también cumple una función clave como hábitat de microorganismos, manejo del agua, transformador de desechos naturales, almacén y fuente de nutrientes (Restrepo, 2009). Al realizar una prospectiva de los métodos de planificación de usos del suelo actuales la masa orgánica en el suelo va a desaparecer o minimizar al punto de modificar algunos ciclos económicos y naturales dentro de la cuenca a mediano y a largo plazo.

La gestión de cuencas Hidrográficas busca un equilibrio constante entre todas las variables económicas, ambientales, culturales, sociales y ambientales que se encuentran en una hoyo de agua, por tal razón es de vital relevancia la construcción de nuevos saberes y prácticas que permitan comprender y resolver los complejos problemas socioambientales de nuestro tiempo, así como construir una nueva racionalidad para transitar hacia el desarrollo sustentable (Altieri, 1996). La conceptualización de los bienes y servicios en cualquier estudio de planificación hídrica es una herramienta que permite apoyar la toma de decisiones de las organizaciones en torno al que hacer actual y al camino que deben recorrer en el futuro para adecuarse a los cambios y a las demandas que les impone el entorno y lograr la mayor eficiencia, eficacia, calidad en los bienes y servicios que se proveen (Armijo, 2009).

CONCLUSIONES

En el trabajo desarrollado se puede concluir que Córdoba y Colombia tiene un superávit de activos ambientales que lo convierten en un potencial proveedor de servicios ambientales globales. Entre estos servicios se encuentran los relacionados al mercado de carbono, que representan una oportunidad de generar recursos adicionales para el desarrollo colombiano.

El proyecto desarrollado permitió la integración de variables cuantitativas y descripciones del territorio para ser base de datos para otros estudios en la zona, la cartografía temática de la cuenca establecerá pautas para el ordenamiento de la misma y la maximización de los recursos con el fin de potenciar sus bienes y servicios sin afectar las generaciones próximas

Esta investigación logra ser el inicio de una propuesta que conlleve al pago por servicios ambientales (PSA), en donde la variable fundamental la constituye el valor de los bienes ambientales. En ese sentido, la técnica utilizada ha demostrado la importancia de la conservación del ecosistema, valor que justifica el destino de recursos para la conservación y mantenimiento del mismo.

La explotación inapropiada del ecosistema implicaría la pérdida de los BSA con considerables efectos negativos en el equilibrio de otros biomas, al igual que en la comunidad de Palmira y casco urbano de Tierralta, en la actividad forestal y agrícola de la zona, y en la capacidad de captura de CO₂ al servicio del planeta.

Dada la importancia de las cuencas tropicales para el equilibrio ecológico y económico de la zona, se recomienda modificar las condiciones actuales debido a que la ganadería extensiva y el deterioro de la cobertura nativa afecta el equilibrio del ecosistema para su conservación. Es necesario asegurar su sostenibilidad y para ello es imperativo desarrollar instrumentos de medición que suministren información para la toma de decisiones orientadas al desarrollo de políticas y planes de acción para la conservación.

En las actividades realizadas en campo, se contó con la ayuda y colaboración de los actores y personas interesadas en la investigación. Los resultados obtenidos de las muestras de suelo, muestra que algunos parámetros están por fuera de los valores normales, esto puede ser causado por las diferentes actividades realizadas en la zona, los cuales afectan la calidad del suelo; por otro lado, los mapas obtenidos en los diferentes procesos del estudio son de gran importancia, ya que estos ayudan a entender mejor los resultados obtenidos.

La cuenca tiene un gran valor, tanto económico (estimado) como ecológico, esto por los beneficios que brinda a la comunidad, además de servir como fuente captadora de carbono ayudando a la mitigación del cambio climático y la contaminación. Además de esto, la captura de carbono es una buena estrategia para abordar el tema del cambio climático en los diferentes eslabones del gobierno.

Se requiere establecer planes de restauración de suelos, concienciación de educación ambiental, monitorear las diversas actividades de explotación económica al interior de la cuenca, de igual manera iniciativas de reforestación con bosque nativo en la parte alta de la cuenca para el suministro constante del recurso hídrico para la población y actividades económicas en la zona.

RECOMENDACIONES

A lo largo del desarrollo de este estudio, se han hecho recomendaciones pertinentes a cada recurso, bien y servicio ambiental tratado, así como en referencia a sus condiciones sociales, culturales y socioeconómicas y ambientales en general; No obstante, en este aparte se hará una síntesis al respecto.

Hay un reconocimiento a la cuenca Jui como un territorio de grandes potencialidades ambientales, pero que requiere ser administrado en este sentido y orientar sus políticas hacia el cuidado y sostenibilidad de la naturaleza, destinando especial énfasis en las áreas que pueden considerarse como amortiguadoras de los ecosistemas estratégicos.

Existen degradación de zonas que son llamadas de protección, como la cuenca alta de la quebrada jui, no sólo influye en la calidad de vida humana, por el déficit que se genera en la oferta de áreas públicas ambientalmente sanas y agradables para el disfrute, por el daño en los paisajes y la pérdida de salubridad pública, entre otras.

Buena parte de las situaciones conflictivas que se observan en la cuenca se deben a baja conciencia ambiental y problemas de convivencia ciudadana. Es importante implementar procesos de educación y sensibilización que fortalezcan el tejido social y acrecienten el sentido de pertenencia, asociado a ecosistemas riparios y en general en la cuenca

En general la cuenca provee variados bienes y servicios ambientales a la sociedad cordobesa, pero en su mayoría no se administran ni se valoran y en algunas ocasiones ni siquiera se reconocen como tales. Entre estos bienes y servicios se destacan: lo recreativo y turístico, el potencial educativo y científico del Cerro, la conectividad ecológica, la provisión de agua para consumo humano, la captura de Carbono, la conservación de la biodiversidad, el refrescamiento ambiental de la localidad, la conservación de suelos y prevención de la erosión, la regulación hídrica y control de escorrentía, la contención a la expansión urbana desordenada y la oferta de paisajismo para la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M. A. (1996). Bases agroecológicas para una agricultura sustentable. *Agroecología y agricultura sostenible*, 1, 122.
- Andersson, L. (1981). Revision of the *Thalia geniculata* complex (Marantaceae). *Nordic Journal of Botany* 1: 48-56.
- Andrades, M. (2014). Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. 3ra edición. P 34.
- Arévalo, L., Alegre, J., y Palm, C. (2003). Manual determinación de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en Perú. INIA, 24 p.
- Armijo, M., & Pública, G. (2009). Manual de planificación estratégica e indicadores de desempeño en el sector público. Ilpes/Cepal, 103.
- Azqueta D. & Sotelsek D. (1999). Ventajas comparativas y explotación de los recursos ambientales. En: *Revista de la CEPAL* No. 68. Pág. 115– 133. En: [http://www.eclac.cl/publicaciones/ estudio económico de América Latina y el Caribe](http://www.eclac.cl/publicaciones/estudio_economico_de_America_Latina_y_el_Caribe)
- Baldoceda, R., & Mercado, G. (2001). Valoración económica del servicio ambiental de captura de CO₂ en la zona de Neshuya-Curimana (Pucallpa). Manuel Glave y Rodrigo Pizarro.
- Banco Mundial. (2017). Situación y tendencias de la fijación del precio del carbono en 2017. En: <http://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2017/11/01/more-countries-are-putting-a-price-on-carbon-but-stronger-action-is-needed-to-meet-paris-targets-new-world-bank-report>
- Barzev, R. (2000). Estudio de valoración económica de la oferta y demanda hídrica del bosque en que nace la fuente del río Chiquito (finca El Cacao, Achuapa) e

implementación de mecanismos de pagos por servicios hídricos. Documento preparado para PASOLAC. Nicaragua.

Bazán, R. (1996). Manual para el análisis químico de Suelos, Aguas, Plantas. Lima-Perú, UNALM. 75 p.

Briones, G. (1997). Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales.

Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. Revista digital universitaria, 8(10), 2-12.

Cartes, G. (2013). Degradación de suelos agrícolas y el SIRSD – S

Carvajal, A. F., Feijoo, A., Quintero, H., & Rondón, M. A. (2009). Carbono orgánico del suelo en diferentes usos del terreno de paisajes andinos colombianos. Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal, 9(3), 222-235.

Casanova F., Petit, J., & Solorio, J. (2011). Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano. Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 17 (1):133-143 pp.

Castiblanco, C., Jiménez, C., Jaraba, M., & Jiménez, J. (2000). VII. VALORACIÓN DEL HUMEDAL.

Castillo, E., Chichiple, M., & López, R.. (2017). Comparación de los MDE ASTER y SRTM en el análisis morfométrico de la cuenca del Utcubamba (Perú). INDES Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable, 3(1), 86-98.

Concha, J., Alegre, J., & Pocomucha, J. (2007). Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de sistemas agroforestales de *Theobroma cacao l.* en el departamento de San Martín, Perú. Ecología Aplicada, 6(1,2).

- Costanza, R. & Farber, S. (2002). Introduction to the special issue on the dynamics and value of ecosystem services: integrating economic and ecological perspectives. *Ecological Economics* 41(3): 367–373.
- Cruz, A., Barra, J., del Castillo, R., & Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Revista ecosistemas*, 13(2).
- Cruz, Y., & Martínez, P. (2015). Cambio climático: bases científicas y escepticismo. *Cultura Científica y Tecnológica*, (46).
- Cunalata, C., Inga, C., Recalde, C., & Echeverría, M. (2013). Determinación de carbono orgánico total presente en el suelo y la biomasa de los páramos de las comunidades del chimborazo y shobol llinllin en Ecuador. *Boletín del Grupo Español del Carbón*, (27), 10-13.
- CVS. (2014). Plan de manejo y gestión ambiental de los humedales Corralito, Martinica, Pantano Largo y Pantano Grande. Libro 3: Humedal de Corralito.
- De la Barrera, F., Elizalde, P., Moraga, S., Oporto, A., Pulgar, C., San Martín, L., ... & Serey, I. (2009). Ecosistemas públicos, red de humedales y esteros urbanos de Placilla, Valparaíso: Una propuesta urbano-ambiental de recuperación de barrios. *Revista de Arquitectura*, 15(19), ág-26.
- EAFIT. (2013). Evaluación de las amenazas de origen natural del municipio de Tierralta - departamento de Córdoba.
- Eguren, L. (2004). El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas. United Nations Publications.
- Espinosa, M., Andrade, E., Rivera, P., & Romero, A. (2011). Degradación de suelos por actividades antrópicas en el norte de Tamaulipas, México. *Papeles de geografía*, 53-54:77-88.

- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (2003). Ecosystem and human well-being: A framework for assessment. Island Press. Washington. D.C. 43 p.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2002). Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Informes sobre recursos mundiales de suelos. Roma.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2003). Foro Regional Sistema de pago por servicios ambientales en cuencas hidrográficas. Arequipa, Perú.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2007). Capítulo 3. Manejo de las tierras forestales, de pastoreo y cultivadas para aumentar la captura de carbono en los suelos. En: <http://www.fao.org/docrep/005/Y2779S/y2779s07.htm>
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2007). El suelo. En: <http://www.fao.org/docrep/006/W1309S/w1309s04.htm>
- Fisher, B., & Christie, M. (2010). Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation.
- García, A. (2008). La materia orgánica (MOS) y su papel en lucha contra la degradación del suelo. In Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Quito, Ecuador, Memorias.
- García, A., Pérez, L., Sanjuán, A., & Hurlé, J. (2004). Análisis hedónico de los precios de la tierra en la provincia de Zaragoza. (No. 1102-2016-91029, p. 51).
- Garreaud, R. (2011). Cambio Climático: Bases físicas e impactos en Chile. Revista Tierra Adentro, 93(2), 1-14.
- Gentry, H. A. (1974). Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. Biotropica, 6(1): 64-68

- Giraldo, L. A., Zapata, M., & Montoya, E. (2006). Estimación de la captura y flujo de carbono en silvopastoreo de *Acacia mangium* asociada con *Brachiaria dictioneura* en Colombia. *Pastos y Forrajes*, 29(4).
- Greenfacts. (2006). Captura de Carbono. En: <http://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/captura-carbono.htm>
- Grimes, A., Loomis, S., Jahnige, P., Burnham, M., Onthank, K., Alarcón, R., & Bennett, B. (1994). Valuing the rain forest: the economic value of nontimber forest products in Ecuador. *Ambio*, 405-410.
- Guzmán, W. (2004). Valoración económica de beneficios ambientales en el manejo sostenible de humedales: Estudio de caso del manejo sostenible de sistemas de "aguajal" en la Comunidad de Parinari, Reserva Nacional Pacaya Samiria (Región de Loreto, Perú). En: <https://www.ramsar.org/es/node/38078>
- Hernández, J., Tirado, D., & Beltrán, R. (2014). Captura de carbono en los suelos.
- Herrera, A., Pinilla, E., & Bolaños, E. (2010). Valoración monetaria de los bienes y servicios ambientales ofertados por la Ciénaga La Caimanera-Colombia. *Saber, ciencia y libertad*, 5(2), 109-130.
- Hontoria, C., Rodríguez-Murillo, J., & Saa, A. (2004). Contenido de carbono orgánico en el suelo y factores de control en la España Peninsular. *Edafología*, 11(2), 149-157.
- IAvH, Instituto de Investigaciones Alexander Von Humboldt. (2001). La valoración económica de la biodiversidad en Colombia. Editado por: Sarah Hernández Pérez. En: <http://www.humboldt.org.co/usoyval/c-uso-valoracion2.htm>
- IAvH, Instituto de Investigaciones Alexander Von Humboldt. (2004). Proyectos, instrumentos de política e incentivos para la conservación y uso sostenible de biodiversidad. En: http://www.humboldt.org.co/usoyval/val_pro2.htm

- IAvH, Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt. (2004). Proyectos valoración económica de los beneficios generados por la biodiversidad. En: http://www.humboldt.org.co/usoyval/val_pro.htm
- Ibrahim, M., Chacón, M., Cuartas, C., Naranjo, J., Ponce, G., Vega, P., ... & Rojas, J. (2007). Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 45(1), 27-36.
- IDEAM. (2015). Cambio climático. En: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>
- IGAC sf. (2003). Clasificación de las tierras por capacidad de uso
- IPCC (2007): climate change the physical science basis. In AGU Fall Meeting Abstracts.
- IPCC. (2006). Capítulo 2: Metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la tierra
- Kandus, P., Morandeira, N., & Schivo, F. (2010). Bienes y servicios ecosistémicos de los humedales del Delta del Paraná. *Wetlands International: Fundación Humedales*.
- Lal, R., Follet, R., Stewart, B., & Kimble, J. (2007). Soil carbon sequestration to mitigate climate change and advance food security. *Soil Science* 172: 943-956 pp.
- Ledesma, L., Gallego, L., & Peláez, F. (2002). Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 213-225.
- Lever, G. (2009). El modelo de precios hedónicos. Chile: Asociación de Arquitectos Tasadores de Chile. Recuperado de <http://goo.gl/nScrnd>.
- López, G. (2015). Valoración económica del servicio ambiental de captura de carbono en el Fundo Violeta. (Distrito de Tahuamanu-Madre de Dios).

- Malca, G. (2001). Estimación de la Capacidad de Captura de CO₂ en Bosques Secundarios del Trópico Amazónico como Indicador de Valoración Económica. Loreto, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Maldonado, J., & Moreno-Sánchez, R. (2013). *Valoración económica del subsistema de Áreas Marinas Protegidas en Colombia: un análisis para formuladores de política desde un enfoque multi-servicios y multi-agentes* (No. 161368). Universidad de Los Andes, Economics Department.
- Martínez, E., Fuentes, J. P., & Acevedo, E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 8(1), 68-96.
- Medina, C. (2016). Efectos de la compactación de suelos por el pisoteo de animales, en la productividad de los suelos. *Remediaciones. Revista colombiana de ciencia animal*, 8 (1): 88-93.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Decreto 1640.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Guía de aplicación de la valoración económica ambiental [Recurso electrónico] / Oficina de Negocios Verdes y Sostenibles; textos: Albarracín Álvarez, Olga Lucía; Fernández Muñoz, María Adelaida; Díaz Reyes, Carlos Enrique; Mora Ramos, Adalberto Jaime; Carvajal Miranda, Claudia Fernanda; Castellanos Pérez, Héctor Abel. -- Bogotá, D.C.: Colombia.
- Miranda, T., Machado, R., Machado, H., & Duquesne, P. (2007). Carbono secuestrado en ecosistemas agropecuarios cubanos y su valoración económica.: Estudio de caso. *Pastos y forrajes*, 30(4), 0-0.
- Moiseev, S., & Lucero, O. (s.f). Recursos naturales. Sustentabilidad una visión multidisciplinaria, 69.

- Montes, C. & Salas, O. (2007). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las Relaciones entre el Funcionamiento de los Ecosistemas y el Bienestar Humano. Ecosistemas. Vol. 16 (3): 137-147
- Montes, C. (2007). Del Desarrollo Sostenible a los Servicios de los Ecosistemas. Ecosistemas. Vol. 16 (3): 1-3
- Montes, C., Santos, F., Martín-López, B., González, J., Aguado, M., López-Santiago, C., & Sal, A. (2012). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España. Del equilibrio entre la conservación y el desarrollo a la conservación para el bienestar humano. Evaluación de los ecosistemas del milenio en España, 2.
- Naciones Unidas. (1997). Cumbre para la Tierra +5. En: <http://www.un.org/spanish/conferences/cumbre&5.htm>
- NAREDO, J. (2001). Economía y sostenibilidad: la economía ecológica en perspectiva. Revista On-Line de la Universidad Bolivariana. 1(1):2-28
- Ordóñez, J., & Masera, O. (2001). Captura de carbono ante el cambio climático. Madera y bosques, 7(1), 3-12.
- Oyarzún, C., Nahuelhual, L., & Núñez, D. (2005). Los servicios ecosistémicos del bosque templado lluvioso: producción de agua y su valoración económica. Ambiente y Desarrollo, 20(3), 88-95.
- Palomino, D., y Cabrera, C. (2008). Estimación del servicio ambiental de captura del CO₂ en la flora de los humedales de Puerto Viejo. Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG, 10(20): 49-59.
- Penna, J., & Cristeche, E. (2008). Métodos de valoración económica de los servicios ambientales.

- Pérez, H., Luccini, E., Herrera, L., Parodi, M., Matar, M., Barrea, L., Mechni, M., & Masramón, E. (2015). Cuantificación de la captura de CO₂ por la flora nativa de totora en un humedal costero de Perú.
- Plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Tierralta (PBOT) 2011 – 2023. (2011).
- Plan municipal de gestión del riesgo de desastre 2012-2015 (PMGRD). (2012).
- POMCA Sinú. (2016). Actualización POMCA Río medio y bajo Sinú.
- Ramakrishna, B. (1997). Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: conceptos y experiencias (No. 3). Iica.
- REDLACH, Oficina Regional de la FAO y Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas. (2004). Foro electrónico sobre sistemas de pago por servicios ambientales en cuencas hidrográficas: Resultados y recomendaciones. 12 de abril a 21 de mayo. En: <http://www.rlc.fao.org/foro/psa/>
- Restrepo, J., & Pinheiro, S. (2009). Agricultura orgánica. Harina de rocas y la salud del suelo al alcance de todos. Cali, Colombia.
- Rincón Ruíz, A., Echeverry Duque, M., Piñeros Quiceno, A., Tapia Caicedo, C., David Drews, A., Arias Arévalo, P., & Zuluaga Guerra, P. (2017). Valoración integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Aspectos conceptuales y metodológicos.
- Sabino, C. (2014). El proceso de investigación. Editorial Episteme.
- Schmidt, Y. (2013). Servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono en el suelo en el sector Comuñiz de la reserva comunal Yánesha (Perú).
- South Group. (2016). El Mercado de Carbono en Colombia: elementos de diseño para lograr su eficiencia. (Online 22/11/2016 en https://blog.thesouthpolegroup.com/wp-content/uploads/2016/08/160818_WhitePaper_CarbonCredit_ES_Letter_LR.pdf).

Torres, A. M., Peña, E. J., Zúñiga, O., & Peña, J. (2012). Evaluación del impacto de actividades antrópicas en el almacenamiento de carbono en biomasa vegetal en ecosistemas de alta montaña de Colombia. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 16(1), 132-142.

Zambrano A., Franquis, F., & Infante, A. (2004). Emisión y captura de carbono en los suelos en ecosistemas forestales. *Revista Forestal Latinoamericana* (35): 11-20 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Actores y paisaje de la microcuenca

Identificación de actores para la determinación de las zonas de riesgos naturales y bienes y servicios ambientales



Figura 1. Socialización de la investigación con los actores; realización de cartografía temática para la identificación de zonas de riesgo y bienes y servicios ambientales, CREM Tierralta. **Fuente:** Autor.



Figura 2. Charla con los actores, CREM Tierralta. **Fuente.** Autor.

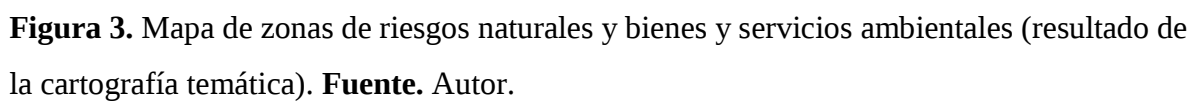




Figura 4: Socialización de los resultados de la investigación con los actores, CREM Tierralta. **Fuente.** Autor.

Nombre y Apellidos	Identificación	Dependencia	Correo	Firma
Captis Villadiego	1063866306	Fucodesa	villadiego@gmail.com	[Firma]
Rafael Solano S	84.086.926	CVS-SGA	rafael.solano@cv.gov.co	[Firma]
Maria Cecilia Herrera	1'053.835.382	SGA-CVS	maria.herrera@cv.gov.co	[Firma]
Hernán Pérez Tapia	1067897875	CVS-Fucodesa	hernan76@gmail.com	[Firma]
Leidy Mendoza V	1067940453	Fucodesa	lejomeo81213@gmail.com	[Firma]
Andrés Chirina	106783724	Fucodesa	chirinazorua@gmail.com	[Firma]
Daniela Llorente Romero	1063166462	Fucodesa	dllorente1romero@gmail.com	[Firma]

Figura 5. Listado de asistencia de la socialización de la investigación en la CAR. **Fuente.** Autor.



Figura 6. Cauce de la Quebrada Jui, saliendo del casco urbano de Tierralta (8.182821° N- 76.052386° O). **Fuente.** Autor.



Figura 7. Paisaje de la zona de estudio, vía Palmira – Las Pailas. **Fuente.** Autor.



Figura 8. Cauce de la Quebrada Jui (cuenca media) sobre el puente de Palmira. **Fuente.** Autor.



Anexo 2. Resultado análisis de suelos



NIT: 892.200323-9

Universidad de Sucre

Visible para todos

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



FOR-PS-064
Versión: 1.0
14/10/2011

CODIGO:27062018-LSQ023199

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:	27 de junio de 2018	ANALISIS N°:	3199
DEPARTAMENTO:	Córdoba	MUNICIPIO:	Tierra alta
CORREGIMIENTO:		FINCA:	Microcuenca Qda Jui
PROPIETARIO:	Fundación FUCODESA	CULTIVO:	Maderables y Otros
FECHA DE ENTREGA:	19 de julio de 2018		

ETERMINACION	METODO	VALOR	INTERPRETACION	Valores Medios
Reacción o pH	Agua 1:1, P/V, NTC-5264	4,80	Muy fuertemente ácido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	Walkley-Black, NTC-5403	0,17	F	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm)	Bray II, Modificado	10,93	D	15 – 30
C.I.C. (meq./100gr de suelo)	Acetato de Amonio 1N y N	7,50	D	10 – 20
Calcio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2008	0,80	F	5 – 7
Magnesio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2008	0,53	F	2 – 3
Potasio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,01	F	0.2 - 0.4
Sodio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,40	C	< 1.0
Al. intercambiable Cmol.kg ⁻¹ suelo	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2008	0,86	B	< 0.2
Textura	Métodos Bouyoucos	F.A.	Franco Arenoso	Franco arcilloso
Arena (%)		73,75		20 – 50
Arcilla (%)		10,00		20 – 60
Limo (%)		16,25		20 – 70
Saturación de calcio (%)	—	10,67	F	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	—	7,07	D	20 – 30
Saturación de sodio (%)	—	5,33	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	—	11,47	A	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	—	1,51	Estrecha	2 - 4 (normal)
Conduct. eléctrica (MicroS/cms)	En pasta saturada	15,00	No Salino	< 2000
Salinidad, °/°	En pasta Saturada	0,00		----
Densidad Aparente, gr.cm ⁻³	Terrón Parafinado	---	%W:-----	

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo

B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)

C: Contenido Moderado o valor medio (regular)

D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)

E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial

F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

M.E.: Contenido muy alto o muy excesivo.

Muestra N°: 14. Proyecto: Manejo Ambiental Microcuenca Quebrada Jui.

Suelos de reacción Muy fuertemente ácida. Se recomienda consultar con el profesional especializado de la zona para el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos.

ANTONIO TOVAR ORTEGA
Analizó
Especialista, MSc en suelo



NIT: 892.200323-9

Universidad de Sucre

Visible para todos

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



FOR-PS-064
Versión: 1.0
14/10/2011

CODIGO:27062018-LSQ023198

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS
CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:	27 de junio de 2018	ANALISIS N°:	3198
DEPARTAMENTO:	Córdoba	MUNICIPIO:	Tierra alta
CORREGIMIENTO:		FINCA:	Microcuenca Qda Jui
PROPIETARIO:	Fundación FUCODESA	CULTIVO:	Maderables y Otros
FECHA DE ENTREGA:	19 de julio de 2018		

ETERMINACION	METODO	VALOR	INTERPRETACION	Valores Medios
Reacción o pH	Agua 1:1, P/V, NTC-5284	5,05	Muy fuertemente ácido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	Walkley-Black, NTC-5403	0,52	F	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm)	Bray II, Modificado	9,57	D	15 – 30
C.I.C. (meq./100gr de suelo)	Acetato de Amonio 1N y N	12,00	C	10 – 20
Calcio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 8ªEd. 2006	4,00	D	5 – 7
Magnesio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 8ªEd. 2006	3,33	B	2 – 3
Potasio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,01	F	0.2 - 0.4
Sodio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,62	B	< 1.0
Al. intercambiable Cmol.kg ⁻¹ suelo	Complexométrico, IGAC 8ªEd. 2006	0,23	D	< 0.2
Textura	Métodos Bouyoucos	F.A.	Franco Arenoso	Franco arcilloso
Arena (%)		55,71		20 – 50
Arcilla (%)		15,71		20 – 60
Limo (%)		28,58		20 – 70
Saturación de calcio (%)	—	33,33	C	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	—	27,75	B	20 – 30
Saturación de sodio (%)	—	5,12	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	—	1,92	F	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	—	1,20	Estrecha	2 - 4 (normal)
Conduct. eléctrica (MicroS/cms)	En pasta saturada	66,10	No Salino	< 2000
Salinidad, ‰	En pasta Saturada	0,00		----
Densidad Aparente, gr.cm ⁻³	Terrón Parafinado	---	%W:-----	

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo

B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)

C: Contenido Moderado o valor medio (regular)

D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)

E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial

F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

M.E.: Contenido muy alto o muy excesivo.

Muestra N°:13. Proyecto: Manejo Ambiental Microcuenca Quebrada Jui.

Suelos de reacción Muy fuertemente ácida. Se recomienda consultar con el profesional especializado de la zona para el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos.


ANTONIO TOVAR ORTEGA
Analizó
Especialista, MSc en suelo



NIT: 892.200323-9

Universidad de Sucre

Visible para todos

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



FOR-PS-064
Versión: 1.0
14/10/2011

CODIGO:27062018-LSQ023197

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS
CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:	27 de junio de 2018	ANALISIS N°:	3197
DEPARTAMENTO:	Córdoba	MUNICIPIO:	Tierra alta
CORREGIMIENTO:		FINCA:	Microcuenca Qda Jui
PROPIETARIO:	Fundación FUCODESA	CULTIVO:	Maderables y Otros
FECHA DE ENTREGA:	19 de julio de 2018		

ETERMINACION	METODO	VALOR	INTERPRETACION	Valores Medios
Reacción o pH	Agua 1:1, P/V, NTC-5264	4,82	Muy fuertemente ácido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	Walkley-Black, NTC-5403	0,95	F	2.0 – 4.0
Fósforo (ppm)	Bray II, Modificado	10,93	D	15 – 30
C.I.C. (meq./100gr de suelo)	Acetato de Amonio 1N y N	5,00	D	10 – 20
Calcio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 8ªEd. 2008	2,00	F	5 – 7
Magnesio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 8ªEd. 2008	1,33	F	2 – 3
Potasio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,01	F	0.2 – 0.4
Sodio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,30	D	< 1.0
Al. intercambiable Cmol.kg ⁻¹ suelo	Complexométrico, IGAC 8ªEd. 2008	0,36	C	< 0.2
Textura	Métodos Bouyoucos	A.	Arenoso	Franco arcilloso
Arena (%)		90,00		20 – 50
Arcilla (%)		2,50		20 – 60
Limo (%)		7,50		20 – 70
Saturación de calcio (%)	—	40,00	C	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	—	26,60	B	20 – 30
Saturación de sodio (%)	—	6,00	C	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	—	7,20	B	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	—	1,50	Estrecha	2 - 4 (normal)
Conduct. eléctrica (MicroS/cms)	En pasta saturada	40,20	No Salino	< 2000
Salinidad, ‰	En pasta Saturada	0,00		----
Densidad Aparente, gr.cm ⁻³	Terrón Parafinado	---	%W:-----	

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
F: Contenido infimo o valor muy bajo (muy pobre)
M.E.: Contenido muy alto o muy excesivo.

Muestra N°:12. Proyecto: Manejo Ambiental Microcuenca Quebrada Jui.

Suelos de reacción Muy fuertemente ácida. Se recomienda consultar con el profesional especializado de la zona para el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos.

ANTONIO TOVAR ORTEGA
Analizó
Especialista, MSc en suelo



NIT: 892.200323-9

Universidad de Sucre

Visible para todos

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



FOR-PS-084
Versión: 1.0
14/10/2011

CODIGO:27062018-LSQ023196

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS
CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:	27 de junio de 2018	ANALISIS N°:	3196
DEPARTAMENTO:	Córdoba	MUNICIPIO:	Tierra alta
CORREGIMIENTO:		FINCA:	Microcuenca Qda Jui
PROPIETARIO:	Fundación FUCODESA	CULTIVO:	Maderables y Otros
FECHA DE ENTREGA:	19 de julio de 2018		

ETERMINACION	METODO	VALOR	INTERPRETACION	Valores Medios
Reacción o pH	Agua 1:1, P/V, NTC-5264	4,74	Muy fuertemente ácido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	Walkley-Black, NTC-5403	0,43	F	2.0 – 4.0
Fósforo (ppm)	Bray II, Modificado	10,93	D	15 – 30
C.I.C. (meq./100gr de suelo)	Acetato de Amonio 1N y N	17,50	C	10 – 20
Calcio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 8ªEd. 2008	1,40	F	5 – 7
Magnesio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 8ªEd. 2008	1,27	F	2 – 3
Potasio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,01	F	0.2 - 0.4
Sodio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,40	C	< 1.0
Al. intercambiable Cmol.kg ⁻¹ suelo	Complexométrico, IGAC 8ªEd. 2008	0,43	C	< 0.2
Textura	Métodos Bouyoucos	F.	Franco	Franco arcilloso
Arena (%)		44,29		20 – 50
Arcilla (%)		18,57		20 – 60
Limo (%)		37,14		20 – 70
Saturación de calcio (%)	—	8,00	F	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	—	7,26	D	20 – 30
Saturación de sodio (%)	—	2,86	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	—	1,83	F	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	—	1,10	Estrecha	2 - 4 (normal)
Conduct. eléctrica (MicroS/cms)	En pasta saturada	65,00	No Salino	< 2000
Salinidad, ‰	En pasta Saturada	0,00		----
Densidad Aparente, gr.cm ⁻³	Torrón Parafinado	---	%W:-----	

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo

B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)

C: Contenido Moderado o valor medio (regular)

D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)

E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial

F: Contenido infimo o valor muy bajo (muy pobre)

M.E.: Contenido muy alto o muy excesivo.

Muestra N°:11. Proyecto: Manejo Ambiental Microcuenca Quebrada Jui.

Suelos de reacción Muy fuertemente ácida. Se recomienda consultar con el profesional especializado de la zona para el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos.

ANTONIO TOVAR ORTEGA
Analizó
Especialista, MSc en suelo



NIT: 892.200323-9

Universidad de Sucre

Visible para todos

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



FOR-PS-064
Versión: 1.0
14/10/2011

CODIGO:27062018-LSQ023195

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS

CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:	27 de junio de 2018	ANALISIS N°:	3195
DEPARTAMENTO:	Córdoba	MUNICIPIO:	Tierra alta
CORREGIMIENTO:		FINCA:	Microcuenca Qda Jui
PROPIETARIO:	Fundación FUCODESA	CULTIVO:	Maderables y Otros
FECHA DE ENTREGA:	19 de julio de 2018		

ETERMINACION	METODO	VALOR	INTERPRETACION	Valores Medios
Reacción o pH	Agua 1:1, P/V, NTC-5264	4,30	Extremadamente ácido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	Walkley-Black, NTC-5403	0,26	F	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm)	Bray II, Modificado	10,02	D	15 – 30
C.I.C. (meq./100gr de suelo)	Acetato de Amonio 1N y N	7,50	D	10 – 20
Calcio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	1,40	F	5 – 7
Magnesio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	0,93	F	2 – 3
Potasio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,01	F	0.2 - 0.4
Sodio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,50	C	< 1.0
Al. intercambiable Cmol.kg ⁻¹ suelo	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	0,13	D	< 0.2
Textura	Métodos Bouyoucos	A.F.	Arenoso Franco	Franco arcilloso
Arena (%)		76,25		20 – 50
Arcilla (%)		3,75		20 – 60
Limo (%)		20,00		20 – 70
Saturación de calcio (%)	—	18,67	F	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	—	12,40	C	20 – 30
Saturación de sodio (%)	—	6,67	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	—	1,73	F	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	—	1,51	Estrecha	2 - 4 (normal)
Conduct. eléctrica (MicroS/cms)	En pasta saturada	24,80	No Salino	< 2000
Salinidad, °/°	En pasta Saturada	0,00		----
Densidad Aparente, gr.cm ⁻³	Terrón Parafinado	---	%W:-----	

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo

B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)

C: Contenido Moderado o valor medio (regular)

D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)

E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial

F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

M.E.: Contenido muy alto o muy excesivo.

Muestra N°:10. Proyecto: Manejo Ambiental Microcuenca Quebrada Jui.

Suelos de reacción extremadamente ácida. Se recomienda consultar con el profesional especializado de la zona para el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos.

ANTONIO TOVAR ORTEGA
Analizó
Especialista, MSc en suelo



NIT: 892.200323-9

Universidad de Sucre

Visible para todos

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



FOR-PS-064
Versión: 1.0
14/10/2011

CODIGO: 27062018-LSQ023194

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS
CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:	27 de junio de 2018	ANÁLISIS N°:	3194
DEPARTAMENTO:	Córdoba	MUNICIPIO:	Tierra alta
CORREGIMIENTO:		FINCA:	Microcuenca Qda Jui
PROPIETARIO:	Fundación FUCODESA	CULTIVO:	Maderables y Otros
FECHA DE ENTREGA:	19 de julio de 2018		

ETERMINACION	METODO	VALOR	INTERPRETACION	Valores Medios
Reacción o pH	Agua 1:1, P/V, NTC-5264	5,55	ñ	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	Walkley-Black, NTC-5403	0,26	F	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm)	Bray II, Modificado	10,02	D	15 – 30
C.I.C. (meq./100gr de suelo)	Acetato de Amonio 1N y N	13,50	C	10 – 20
Calcio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	6,00	C	5 – 7
Magnesio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	2,33	C	2 – 3
Potasio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,01	F	0.2 - 0.4
Sodio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	1,00	A	< 1.0
Al. intercambiable Cmol.kg ⁻¹ suelo	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	---	---	< 0.2
Textura	Métodos Bouyoucos	F.	Franco	Franco arcilloso
Arena (%)		47,14		20 – 50
Arcilla (%)		25,71		20 – 60
Limo (%)		27,15		20 – 70
Saturación de calcio (%)	---	44,44	C	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	---	17,26	C	20 – 30
Saturación de sodio (%)	---	7,40	C	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	---	---	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	---	2,58	Normal	2 - 4 (normal)
Conduct. eléctrica (MicroS/cms)	En pasta saturada	125,50	No Salino	< 2000
Salinidad, ‰	En pasta Saturada	0,00		---
Densidad Aparente, gr.cm ⁻³	Terrón Parafinado	---	%W:-----	

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
F: Contenido infimo o valor muy bajo (muy pobre)
M.E.: Contenido muy alto o muy excesivo.

Muestra N°:9. Muestra 507, Proyecto: Manejo Ambiental Microcuenca Quebrada Jui.

Suelos de reacción fuertemente ácida. Se recomienda consultar con el profesional especializado de la zona para el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos.

ANTONIO TOVAR ORTEGA
Analizó
Especialista, MSc en suelo



NIT: 892.200323-9

Universidad de Sucre

Visible para todos

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



FOR-PS-064
Versión: 1.0
14/10/2011

CODIGO:27062018-LSQ023193

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS
CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:	27 de junio de 2018	ANÁLISIS N°:	3193
DEPARTAMENTO:	Córdoba	MUNICIPIO:	Tierra alta
CORREGIMIENTO:		FINCA:	Microcuenca Qda Jui
PROPIETARIO:	Fundación FUCODESA	CULTIVO:	Maderables y Otros
FECHA DE ENTREGA:	19 de julio de 2018		

ETERMINACION	METODO	VALOR	INTERPRETACION	Valores Medios
Reacción o pH	Agua 1:1, P/V, NTC-5264	4,61	Muy fuertemente ácido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	Walkley-Black, NTC-5403	0,78	F	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm)	Bray II, Modificado	13,67	D	15 – 30
C.I.C. (meq./100gr de suelo)	Acetato de Amonio 1N y N	5,00	D	10 – 20
Calcio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	4,00	D	5 – 7
Magnesio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	1,67	D	2 – 3
Potasio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,01	F	0.2 - 0.4
Sodio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,40	C	< 1.0
Al. intercambiable Cmol.kg ⁻¹ suelo	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	0,20	D	< 0.2
Textura	Métodos Bouyoucos	A.F.	Arenoso Franco	Franco arcilloso
Arena (%)		77,14		20 – 50
Arcilla (%)		7,14		20 – 60
Limo (%)		15,72		20 – 70
Saturación de calcio (%)	—	63,69	B	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	—	26,59	B	20 – 30
Saturación de sodio (%)	—	6,37	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	—	3,18	D	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	—	2,40	Normal	2 - 4 (normal)
Conduct. eléctrica (MicroS/cms)	En pasta saturada	31,00	No Salino	< 2000
Salinidad, ‰	En pasta Saturada	0,00		----
Densidad Aparente, gr.cm ⁻³	Torrón Parafinado	---	%W:-----	

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)
M.E.: Contenido muy alto o muy excesivo.

Muestra N°:8. Muestra 137, Proyecto: Manejo Ambiental Microcuenca Quebrada Jui.

Suelos de reacción Muy fuertemente ácida. Se recomienda consultar con el profesional especializado de la zona para el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos.

ANTONIO TOVAR ORTEGA
Analizó
Especialista, MSc en suelo



NIT: 892.200323-9

Universidad de Sucre

Visible para todos

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



FOR-PS-064
Versión: 1.0
14/10/2011

CODIGO: 27062018-LSQ023192

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS
CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:	27 de junio de 2018	ANALISIS N°:	3192
DEPARTAMENTO:	Córdoba	MUNICIPIO:	Tierra alta
CORREGIMIENTO:		FINCA:	Microcuenca Qda Jui
PROPIETARIO:	Fundación FUCODESA	CULTIVO:	Maderables y Otros
FECHA DE ENTREGA:	19 de julio de 2018		

ETERMINACION	METODO	VALOR	INTERPRETACION	Valores Medios
Reacción o pH	Agua 1:1, P.V. NTC-5284	5,38	Fuertemente ácido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	Walkley-Black, NTC-5403	0,17	F	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm)	Bray II, Modificado	10,48	D	15 – 30
C.I.C. (meq./100gr de suelo)	Acetato de Amonio 1N y N	4,00	F	10 – 20
Calcio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2008	1,40	F	5 – 7
Magnesio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2008	1,60	D	2 – 3
Potasio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,01	F	0.2 - 0.4
Sodio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,30	C	< 1.0
Al. intercambiable Cmol.kg ⁻¹ suelo	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2008	0,10	D	< 0.2
Textura	Métodos Bouyoucos	A.F.	Arenoso Franco	Franco arcilloso
Arena (%)		83,75		20 – 50
Arcilla (%)		6,25		20 – 60
Limo (%)		10,00		20 – 70
Saturación de calcio (%)	—	35,00	C	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	—	40,00	A	20 – 30
Saturación de sodio (%)	—	7,50	C	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	—	2,50	D	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	—	0,88	Invertida	2 - 4 (normal)
Conduct. eléctrica (MicroS/cms)	En pasta saturada	51,00	No Salino	< 2000
Salinidad, °/°	En pasta Saturada	0,00		---
Densidad Aparente, gr.cm ⁻³	Terrón Parafinado	---	%W:-----	

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
F: Contenido infimo o valor muy bajo (muy pobre)
M.E.: Contenido muy alto o muy excesivo.

Muestra N°: 7. Muestra 228, Proyecto: Manejo Ambiental Microcuenca Quebrada Jui.

Suelos de reacción fuertemente ácida. Se recomienda consultar con el profesional especializado de la zona para el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos.


ANTONIO TOVAR ORTEGA
Analizó
Especialista, MSc en suelo



NIT: 892.200323-9

Universidad de Sucre

Visible para todos

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



FOR-PS-064
Versión: 1.0
14/10/2011

CODIGO: 27062018-LSQ023191

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS
CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:	27 de junio de 2018	ANÁLISIS N°:	3191
DEPARTAMENTO:	Córdoba	MUNICIPIO:	Tierra alta
CORREGIMIENTO:		FINCA:	Microcuenca Qda Jui
PROPIETARIO:	Fundación FUCODESA	CULTIVO:	Maderables y Otros
FECHA DE ENTREGA:	19 de julio de 2018		

ETERMINACION	METODO	VALOR	INTERPRETACION	Valores Medios
Reacción o pH	Agua 1:1, P/V, NTC-5264	6,02	Medianamente ácido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	Walkley-Black, NTC-5403	1,03	D	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm)	Bray II, Modificado	19,13	C	15 – 30
C.I.C. (meq./100gr de suelo)	Acetato de Amonio 1N y N	9,00	D	10 – 20
Calcio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	6,80	C	5 – 7
Magnesio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	5,53	A	2 – 3
Potasio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,01	F	0.2 - 0.4
Sodio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	1,10	A	< 1.0
Al. intercambiable Cmol.kg ⁻¹ suelo	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	---		< 0.2
Textura	Métodos Bouyoucos	A.F.	Arenoso Franco	Franco arcilloso
Arena (%)		76,25		20 – 50
Arcilla (%)		6,25		20 – 60
Limo (%)		17,50		20 – 70
Saturación de calcio (%)	---	50,60	B	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	---	44,15	A	20 – 30
Saturación de sodio (%)	---	8,18	B	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	---	---	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	---	1,23	Estrecha	2 - 4 (normal)
Conduct. eléctrica (MicroS/cms)	En pasta saturada	186,00	No Salino	< 2000
Salinidad, °/°	En pasta Saturada	0,00		---
Densidad Aparente, gr.cm ⁻³	Terrón Parafinado	---	%W:-----	

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo

B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)

C: Contenido Moderado o valor medio (regular)

D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)

E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial

F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

M.E.: Contenido muy alto o muy excesivo.

Muestra N°: 6. Muestra 145, Proyecto: Manejo Ambiental Microcuenca Quebrada Jui.

Suelos de reacción Medianamente ácida. Se recomienda consultar con el profesional especializado de la zona para el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos.

ANTONIO TOVAR ORTEGA
Analizó
Especialista, MSc en suelo



NIT: 892.200323-9

Universidad de Sucre

Visible para todos

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



FOR-PS-084
Versión: 1.0
14/10/2011

CODIGO:27062018-LSQ023190

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS
CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:	27 de junio de 2018	ANALISIS N°:	3190
DEPARTAMENTO:	Córdoba	MUNICIPIO:	Tierra alta
CORREGIMIENTO:		FINCA:	Microcuenca Qda Jui
PROPIETARIO:	Fundación FUCODESA	CULTIVO:	Maderables y Otros
FECHA DE ENTREGA:	19 de julio de 2018		

ETERMINACION	METODO	VALOR	INTERPRETACION	Valores Medios
Reacción o pH	Agua 1:1, P/V, NTC-5284	5,28	Fuertemente ácido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	Walkley-Black, NTC-5403	0,34	F	2.0 – 4.0
Fósforo (ppm)	Bray II, Modificado	9,11	D	15 – 30
C.I.C. (meq./100gr de suelo)	Acetato de Amonio 1N y N	12,00	C	10 – 20
Calcio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 8ªEd. 2006	1,60	F	5 – 7
Magnesio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 8ªEd. 2006	2,07	C	2 – 3
Potasio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,01	F	0.2 – 0.4
Sodio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,90	B	< 1.0
Al. intercambiable Cmol.kg ⁻¹ suelo	Complexométrico, IGAC 8ªEd. 2006	---	---	< 0.2
Textura	Métodos Bouyoucos	F.Ar.	Franco Arcilloso	Franco arcilloso
Arena (%)		32,86		20 – 50
Arcilla (%)		27,14		20 – 60
Limo (%)		40,00		20 – 70
Saturación de calcio (%)	---	13,33	F	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	---	17,25	C	20 – 30
Saturación de sodio (%)	---	7,50	C	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	---	---	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	---	0,77	Invertida	2 - 4 (normal)
Conduct. eléctrica (MicroS/cms)	En pasta saturada	148,00	No Salino	< 2000
Salinidad, ‰	En pasta Saturada	0,00		---
Densidad Aparente, gr.cm ⁻³	Terrón Parafinado	---	%W:-----	

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo

B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)

C: Contenido Moderado o valor medio (regular)

D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)

E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial

F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

M.E.: Contenido muy alto o muy excesivo.

Muestra N°:5. Muestra 11.10, Proyecto: Manejo Ambiental Microcuenca Quebrada Jui.

Suelos de reacción Fuertemente Ácida. Se recomienda consultar con el profesional especializado de la zona para el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos.


ANTONIO TOVAR ORTEGA
Analizó
Especialista, MSc en suelo



NIT: 892.200323-9

Universidad de Sucre

Visible para todos

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



FOR-PS-064
Versión: 1.0
14/10/2011

CODIGO:27062018-LSQ023189

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS
CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:	27 de junio de 2018	ANALISIS N°:	3189
DEPARTAMENTO:	Córdoba	MUNICIPIO:	Tierra alta
CORREGIMIENTO:		FINCA:	Microcuenca Qda Jui
PROPIETARIO:	Fundación FUCODESA	CULTIVO:	Maderables y Otros
FECHA DE ENTREGA:	19 de julio de 2018		

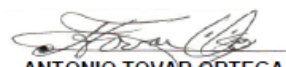
ETERMINACION	METODO	VALOR	INTERPRETACION	Valores Medios
Reacción o pH	Agua 1:1, P/V, NTC-5264	5,68	Medianamente ácido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	Walkley-Black, NTC-5403	0,52	F	2.0 – 4.0
Fósforo (ppm)	Bray II, Modificado	9,57	D	15 – 30
C.I.C. (meq./100gr de suelo)	Acetato de Amonio 1N y N	8,50	D	10 – 20
Calcio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	2,40	F	5 – 7
Magnesio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	1,93	D	2 – 3
Potasio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,01	F	0.2 – 0.4
Sodio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,40	C	< 1.0
Al. intercambiable Cmol.kg ⁻¹ suelo	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	---	---	< 0.2
Textura	Métodos Bouyoucos	F.	Franco	Franco arcilloso
Arena (%)		51,43		20 – 50
Arcilla (%)		15,71		20 – 60
Limo (%)		32,86		20 – 70
Saturación de calcio (%)	---	28,24	D	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	---	22,71	B	20 – 30
Saturación de sodio (%)	---	4,71	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	---	---	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	---	1,24	Estrecha	2 - 4 (normal)
Conduct. eléctrica (MicroS/cms)	En pasta saturada	55,00	No Salino	< 2000
Salinidad, °/°	En pasta Saturada	0,00		---
Densidad Aparente, gr.cm ⁻³	Terrón Parafinado	---	%W:-----	

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
F: Contenido infimo o valor muy bajo (muy pobre)
M.E.: Contenido muy alto o muy excesivo.

Muestra N°:4. Muestra 11.10, Proyecto: Manejo Ambiental Microcuenca Quebrada Jui.

Suelos de reacción Medianamente ácida. Se recomienda consultar con el profesional especializado de la zona para el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos.


ANTONIO TOVAR ORTEGA
Analizó
Especialista, MSc en suelo



NIT: 892.200323-9

Universidad de Sucre

Visible para todos

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



FOR-PS-064
Versión: 1.0
14/10/2011

CODIGO: 27062018-LSQ023188

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS

CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:	27 de junio de 2018	ANALISIS N°:	3188
DEPARTAMENTO:	Córdoba	MUNICIPIO:	Tierra alta
CORREGIMIENTO:		FINCA:	Microcuenca Qda Jui
PROPIETARIO:	Fundación FUCODESA	CULTIVO:	Maderables y Otros
FECHA DE ENTREGA:	19 de julio de 2018		

ETERMINACION	METODO	VALOR	INTERPRETACION	Valores Medios
Reacción o pH	Agua 1:1, P/V, NTC-5264	4,64	Muy fuertemente ácido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	Walkley-Black, NTC-5403	0,86	F	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm)	Bray II, Modificado	9,57	D	15 – 30
C.I.C. (meq./100gr de suelo)	Acetato de Amonio 1N y N	9,00	D	10 – 20
Calcio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	2,40	F	5 – 7
Magnesio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	1,27	F	2 – 3
Potasio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,01	F	0.2 - 0.4
Sodio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,40	C	< 1.0
Al. intercambiable Cmol.kg ⁻¹ suelo	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	0,43	C	< 0.2
Textura	Métodos Bouyoucos	F.A.	Franco Arenoso	Franco arcilloso
Arena (%)		67,50		20 – 50
Arcilla (%)		7,50		20 – 60
Limo (%)		25,00		20 – 70
Saturación de calcio (%)	—	26,67	D	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	—	14,11	C	20 – 30
Saturación de sodio (%)	—	4,44	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	—	4,78	D	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	—	1,89	Estrecha	2 - 4 (normal)
Conduct. eléctrica (MicroS/cms)	En pasta saturada	50,00	No Salino	< 2000
Salinidad, °/°	En pasta Saturada	0,00		----
Densidad Aparente, gr.cm ⁻³	Terrón Parafinado	---	%W:-----	

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo

B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)

C: Contenido Moderado o valor medio (regular)

D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)

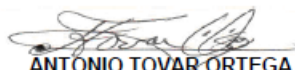
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial

F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)

M.E.: Contenido muy alto o muy excesivo.

Muestra N°:3. Muestra 104.0; Proyecto: Manejo Ambiental Microcuenca Quebrada Jui.

Suelos de reacción Muy fuertemente ácida. Se recomienda consultar con el profesional especializado de la zona para el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos.


ANTONIO TOVAR ORTEGA
Analizó
Especialista, MSc en suelo



NIT: 892.200323-9

Universidad de Sucre

Visible para todos

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



FOR-PS-084
Versión: 1.0
14/10/2011

CODIGO: 27062018-LSQ023187

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS
CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:	27 de junio de 2018	ANALISIS N°:	3187
DEPARTAMENTO:	Córdoba	MUNICIPIO:	Tierra alta
CORREGIMIENTO:		FINCA:	Microcuenca Qda Jui
PROPIETARIO:	Fundación FUCODESA	CULTIVO:	Maderables y Otros
FECHA DE ENTREGA:	19 de julio de 2018		

ETERMINACION	METODO	VALOR	INTERPRETACION	Valores Medios
Reacción o pH	Agua 1:1, P/V, NTC-5284	6,08	Medianamente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	Walkley-Black, NTC-5403	1,12	D	2.0 – 4.0
Fósforo (ppm)	Bray II, Modificado	10,02	D	15 – 30
C.I.C. (meq./100gr de suelo)	Acetato de Amonio 1N y N	10,00	C	10 – 20
Calcio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	9,00	B	5 – 7
Magnesio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	2,67	C	2 – 3
Potasio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,02	F	0.2 – 0.4
Sodio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	1,00	A	< 1.0
Al. intercambiable Cmol.kg ⁻¹ suelo	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	---		< 0.2
Textura	Métodos Bouyoucos	F.L.	Franco Limoso	Franco arcilloso
Arena (%)		38,57		20 – 50
Arcilla (%)		7,14		20 – 60
Limo (%)		54,29		20 – 70
Saturación de calcio (%)	—	70,92	A	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	—	21,04	B	20 – 30
Saturación de sodio (%)	—	7,88	C	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	—	---	---	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	—	3,35	Normal	2 - 4 (normal)
Conduct. eléctrica (MicroS/cms)	En pasta saturada	122,00	No Salino	< 2000
Salinidad, ‰	En pasta Saturada	0,00		---
Densidad Aparente, gr.cm ⁻³	Torrón Parafinado	---	%W:-----	

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
F: Contenido infimo o valor muy bajo (muy pobre)
M.E.: Contenido muy alto o muy excesivo.

Muestra N°: 2. Muestra 10, Proyecto: Manejo Ambiental Microcuenca Quebrada Jui.

Suelos de reacción Medianamente ácida. Se recomienda consultar con el profesional especializado de la zona para el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos.


ANTONIO TOVAR ORTEGA
Analizó
Especialista, MSc en suelo



NIT: 892.200323-9

Universidad de Sucre

Visible para todos

CENTRO DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



FOR-PS-064
Versión:1.0
14/10/2011

CODIGO:27062018-LSQ023186

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS
CARACTERIZACIÓN

FECHA DE RECIBO:	27 de junio de 2018	ANALISIS N°:	3186
DEPARTAMENTO:	Córdoba	MUNICIPIO:	Tierra alta
CORREGIMIENTO:		FINCA:	Microcuenca Qda Jui
PROPIETARIO:	Fundación FUCODESA	CULTIVO:	Maderables y Otros
FECHA DE ENTREGA:	19 de julio de 2018		

ETERMINACION	METODO	VALOR	INTERPRETACION	Valores Medios
Reacción o pH	Agua 1:1, P/V, NTC-5264	5,09	Muy Fuertemente Acido	5.80 – 7.20
Materia Orgánica (%)	... Walkley-Black, NTC-5403	0,69	F	2.0 - 4.0
Fósforo (ppm)	Bray II, Modificado	6,38	D	15 – 30
C.I.C. (meq./100gr de suelo)	Acetato de Amonio 1N y N	10,50	C	10 – 20
Calcio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	1,80	F	5 – 7
Magnesio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	1,20	F	2 – 3
Potasio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,01	F	0.2 - 0.4
Sodio (Cmol.kg ⁻¹ suelo)	A.A.	0,50	C	< 1.0
Al. intercambiable Cmol.kg ⁻¹ suelo	Complexométrico, IGAC 6ªEd. 2006	0,22	D	< 0.2
Textura	Métodos Bouyoucos	F.A.	Franco Arenoso	Franco arcilloso
Arena (%)		64,29		20 – 50
Arcilla (%)		18,57		20 – 60
Limo (%)		17,14		20 – 70
Saturación de calcio (%)	—	17,14	F	50 – 70
Saturación de magnesio (%)	—	11,43	C	20 – 30
Saturación de sodio (%)	—	4,76	D	< 6.0
Saturación de aluminio (%)	—	2,10	D	< 5.0
Relación Calcio/Magnesio	—	1,50	Estrecha	2 - 4 (normal)
Conduct. eléctrica (MicroS/cms)	En pasta saturada	27,00	No Salino	< 2000
Salinidad, °/°	En pasta Saturada	0,00		---
Densidad Aparente, gr.cm ⁻³	Terrón Parafinado	---	%W:-----	

INTERPRETACIÓN Y OBSERVACIONES

- A: Contenido abundante o valor alto pero no excesivo
B: Contenido suficiente o valor adecuado (Bueno)
C: Contenido Moderado o valor medio (regular)
D: Contenido deficiente o valor bajo (pobre)
E: Contenido excesivo o valor muy alto, puede ser perjudicial
F: Contenido ínfimo o valor muy bajo (muy pobre)
M.E: Contenido muy alto o muy excesivo.

Muestra N°:1. Muestra 1.42, Proyecto: Manejo Ambiental Microcuenca Quebrada Jui.

Suelos de reacción Muy Fuertemente Acida. Se recomienda consultar con el profesional especializado de la zona para el manejo de los recursos suelos, aguas y cultivos.

ANTONIO TOVAR-ORTEGA
Analizó
Especialista, MSc en suelo

PARAMETRO	SIGLA	UNIDAD	FORMULA	BIBLIOGRAFIA
AREA	A	KM	SIG	
PERIMETRO	P	KM	SIG	
ALTURA MAXIMA DE LA CUENCA	Hmax	M.S.N.M	SIG	http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303013/Contenido%20en%20Linea/leccin_17_sectorizacin_hidrogrfica_y_morfometra_de_cuencas.html
ALTURA MINIMA DE LA CUENCA	Hmin	M.S.N.M	SIG	http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303013/Contenido%20en%20Linea/leccin_17_sectorizacin_hidrogrfica_y_morfometra_de_cuencas.html
LONGITUD DE LA CUENCA	Lc	KM	SIG	
ANCHO DE LA CUENCA	Ac	KM	SIG	http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303013/Contenido%20en%20Linea/leccin_17_sectorizacin_hidrogrfica_y_morfometra_de_cuencas.html
ANCHO PROMEDIO	A. prom		$A_{prom} = A/Lc$	http://irrigacion.chapingo.mx/planest/documentos/apuntes/hidrologia_sup/CUENCAS.pdf
LONGITUD DEL CURSO PRINCIPAL	L.Curso P	KM	SIG	
FACTOR FORMA	Ff		$Ff = A_{prom}/Lc$	http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5325/IIF.pdf
COEFICIENTE DE COPACIDAD	K		$K = 0.28 P/\sqrt{Ac}$	http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303013/Contenido%20en%20Linea/leccin_17_sectorizacin_hidrogrfica_y_morfometra_de_cuencas.html

INDICE DE ALARGAMIENTO	I.a		$I.a = Lc/Ac$	http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/morfometria_pico_tancitaro.pdf	

Anexo 3. Valores para la construcción de la curva Hipsométrica.

Nro	Cota Mínima	Cota Máxima	Promedio	Intervalo	Área Acumulada	% Área acumulada
1	50	52,08327	51,041635	11,83672	345777900	26,9
2	52,08334	179,1666	115,62497	5,889696	301064700	23,4
3	179,1667	306,2499	242,7083	6,066042	221584700	17,3
4	306,25	433,3331	369,79155	5,997469	151631000	11,8
5	433,3334	560,4166	496,875	5,616335	118191400	9,2
6	560,4167	587,4999	573,9583	5,370636	82833200	6,5
7	587,5	614,583	601,0415	5,671962	38428500	3,0
8	614,584	641,6644	628,1242	5,934868	15660300	1,2
9	741,6667	868,7496	805,20815	6,49611	6337800	0,5
10	868,7513	995,8297	932,2905	6,706043	2619600	0,2
11	995,8387	1022,9095	1009,3741	7,408156	1001800	0,1
12	1022,9172	1200	1111,4586	8,836613	284600	0,0

Fuente: