

DINÁMICA AMBIENTAL

COMPENDIO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

ISSN: 2590-6704



No. 4

2020



UNIVERSIDAD LIBRE

ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD
RESOLUCIÓN No. 015865 (25-08-2021) VIGENCIA 4 AÑOS

DINÁMICA AMBIENTAL

COMPENDIO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD LIBRE

ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD

RESOLUCIÓN No. 015865 (25-08-2021) VIGENCIA 4 AÑOS

DIRECTIVOS UNIVERSIDAD LIBRE

ISSN: 2590-6704

Presidente Nacional: Dr. Jorge O. Alarcón Niño
 Vicepresidente: Dr. Jorge Gaviria Liévano
 Rector Nacional: Dr. Edgar E. Sandoval Romero
 Censor Nacional: Dr. Antonio José Lizarazo Ocampo
 Presidente – Rector Seccional: Dr. Nelson Omar Mancilla Medina
 Decano Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y sociales: Dr. Isabel Cristina Ramírez Núñez
 Decana Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables: Dra. Martha Ximena Rivera Franco
 Coordinador Programa de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias: Dra. Olga Ximena Aguilar Galvis
 Coordinador de Ciencias de la Educación: Ing. Johan Builes González
 Coordinador Programa Administración de Empresas: Ing. Edis Mauricio Sanmiguel Jaimés
 Directora de Planeación: Dra. Eliana Ortiz Medina
 Director de Investigación Seccional: Ing. Haimar Ariel Vega Serrano

GRUPO EDITORIAL**Director**

Lilian Astrith Chaparro Granados

Ingeniera Forestal. Fundación Universitaria De García Rovira Norte y Gutiérrez. Especialista en Ingeniería Ambiental. Universidad Pontificia Bolivariana. Especialista en Gerencia del ambiente. Universidad Pontificia Bolivariana. Magister en Agroforestry systems. Centro Agronómico

Comité Editorial

Lilian Astrith Chaparro Granados

Ingeniera Forestal. Fundación Universitaria De García Rovira Norte y Gutiérrez. Especialista en Ingeniería Ambiental. Universidad Pontificia Bolivariana. Especialista en Gerencia del ambiente. Universidad Pontificia Bolivariana. Magister en Agroforestry systems. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza- CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Comité Científico

Fabian Leonardo Yory Sanabria Ingeniero Geólogo. Universidad Tecnológica y Pedagógica. Magister en Ciencias de la Educación, Universidad Libre. Especialista en Entornos Virtuales de Aprendizaje, Virtual Educa – OEA. Doctorado en Tecnologías y análisis de decisiones, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla.

Fotografía Portada y Contraportada: Nombre: “Prestonia ”
Autor: Chirley Daly Gordillo Benavides
Lugar: Santander

Diagramación: Ingeniera Ambiental, Universidad Libre

Universidad Libre Seccional Socorro
Campus Universitario Majavita
Dirección de Investigación
publicaciones.soc@unilibre.edu.co
Teléfono 6077276500 Extensión 3839

ISSN: 2590-6704
Revista No. 4 Diciembre de 2020
Fecha de Publicación:

Los autores son responsables directos de las ideas, juicios, opiniones y/o enfoques expuestos en la Revista Dinámica Ambiental.

Puede ser reproducida totalmente o parcialmente citando la fuente.

Revista Dinámica Ambiental Investigación	Socorro, Santander Colombia	Año 4. No.4	Diciembre de 2020	ISSN: 2590 – 6704	Págs 100
--	-----------------------------	-------------	-------------------	-------------------	----------

CONTENIDO

ISSN: 2590-6704

- | | | |
|---|--|----|
| 1 | Formulación de estrategias de negocio para el aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio de Curití, Santander.
<i>Ángel Miguel Triana Sánchez. Abogado.</i> | 7 |
| 2 | Impacto ambiental generado por los cultivos de café de la Finca Santa Rosa de El Socorro Santander.
<i>Luis Carlos Ayala López. Ingeniero Ambiental. Universidad Libre Socorro</i> | 21 |
| 3 | Estudio de la calidad del suelo para la producción agrícola en la finca el porvenir.
<i>Willmar José Galvis Cala. Ingeniero Ambiental. Universidad Libre Socorro.</i> | 38 |
| 4 | Alternativa de tratamiento de aguas residuales para hoteles campestres en el departamento de Santander.
<i>Ivan Alejandro Pérez Alvarez. Ingeniero Ambiental. Universidad Libre Socorro.</i>
<i>Yerson Fabian Mejía Benítez. Ingeniero Ambiental. Universidad Libre Socorro.</i> | 56 |

PRÓLOGO

Autor: Ing. MSc. Lilian Astrith Chaparro Granados ¹

ISSN: 2590-6704

El documento en su cuarta edición recopila y expone monografías de revisión, realizados por los estudiantes de la Especialización en Gestión Ambiental de los años 2020-2021.

Quienes han seleccionado diferentes temáticas y las han desarrollado teniendo como base fuentes de información secundaria, tales como artículos, tesis, revistas, entre otras; las cuales verifican su autenticidad y validez para proceder a analizar la información que allí reposa.

Cada uno de los artículos abordan diferentes temáticas ambientales, que abarcan la formulación de estrategias de negocio para el aprovechamiento de los residuos sólidos municipales tomando como referencia el municipio de Curití Santander, como también el manejo e impacto de las residuales derivadas del proceso del café, en una unidad productiva que puede contaminar una fuente de abastecimiento de agua del municipio del Socorro; adicionalmente se presenta un análisis de la calidad del suelo para determinar las deficiencias en cuanto a pH, disponibilidad de macro y micronutrientes; además Alternativas de tratamiento para las aguas residuales generadas en los hoteles campestres de Santander, desde una perspectiva teórica. Éstas temáticas reflejan el enfoque multidisciplinar que tienen los estudiantes de la Especialización en Gestión Ambiental; además de un interés particular por la aplicación de la normatividad ambiental vigente, en los diferentes sectores y actividades productivas que impactan directamente el medio ambiente y salud humana.

Es importante destacar que, aunque los estudiantes de la especialización tienen distintos perfiles profesionales aplican la gestión ambiental y tienen elementos que les permiten abordar y aplicar los conocimientos adquiridos para dar solución a las problemáticas ambientales, además adquieren nuevas herramientas para ser competitivos en el medio laboral.

De manera general, este documento tiene como finalidad, dar a conocer diferentes temas de interés ambiental, refleja el trabajo realizado por los estudiantes, permite al lector tener un contexto actualizado en el área de la gestión ambiental integral y se constituye como un insumo para futuros trabajos de investigación y/o revisión bibliográfica.

¹ Coordinadora Especialización en Gestión Ambiental. Universidad Libre -Seccional Socorro

FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS DE NEGOCIO PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE CURITÍ, SANTANDER

Ángel Miguel Triana Sánchez¹ *Abogado*

ISSN: 2590-6704

RESUMEN

El presente documento, consta de una revisión de literatura, entorno a la temática de aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos en el municipio de Curití-Santander, en este se presenta un análisis general de problemática a nivel ambiental ocasionada por estos, así como también se plantean algunas estrategias de negocio que permiten mitigar el impacto ambiental generado por el inadecuado manejo y gestión de los residuos sólidos, las cuales se enfocan principalmente en incorporar un modelo económico de producción circular, en cual se realice un uso más eficiente y sostenible a los recursos, mediante la aplicación de conceptos como el reciclaje de nutrientes y la reincorporación de materias recicladas de nuevo al ciclo productivo. Los resultados del análisis sugieren que en términos económicos y ambientales el compostaje y el reciclaje de materiales, se constituyen como las técnicas cuyo tratamiento no requiere de grandes inversiones y podrían generar para el municipio ingresos superiores a 1200 millones anuales para el caso de la fabricación de abono orgánico y con la venta de residuos reciclados, se tendría una valorización anual de los residuos sólidos aprovechables correspondiente a 350 millones.

Palabras Clave: *Aprovechamiento, Disposición Final, Gestión Integral de Residuos Sólidos, Reciclaje, Valorización.*

ABSTRACT

This document consists of a literature review, around the issue of use and recovery of solid waste in the municipality of Curití-Santander, in this a general analysis of environmental problems caused by these is presented, as well as Some business strategies are proposed that allow mitigating the environmental impact generated by the inadequate handling and management of solid waste, which are mainly focused on incorporating an economic model of circular production, in which a more efficient and sustainable use is made of the resources, through the application of concepts such as the recycling of nutrients and the reincorporation of recycled materials back into the production cycle. The results of the analysis suggest that, in economic and environmental terms, composting and recycling of materials constitute techniques whose treatment does not require large investments and could generate income of more than 1200 million per year for the municipality in the case of the manufacture of organic fertilizer and with the sale of recycled waste, there would be an annual recovery of usable solid waste corresponding to 350 million.

Keywords: *Utilization, Final Disposal, Solid Waste Management, Recycling, Recovery.*

1. INTRODUCCIÓN

El rápido crecimiento de la población, el consumismo y la industrialización, ha provocado un incremento en la generación desmesurada de residuos sólidos (Kundariya, y otros, 2021), los cuales, han ocasionado impactos significativos en el medio ambiente, como la emisión de gases de efecto invernadero, provenientes de la descomposición de materiales de carácter orgánico, presentes en grandes depósitos denominados rellenos sanitarios (Kollikkathara, Feng, & Stern, 2009), en donde se producen lixiviados que contaminan el suelo y las fuentes hídricas. (Giraldo, 2001). En el caso de Colombia, la generación de residuos sólidos provenientes de los 1101 municipios para el año 2019 ascendió a 12 millones de toneladas anuales, de las cuales sólo el 16,5% fueron aprovechadas, gracias a procesos como el reciclaje (Superintendencia de Servicios Públicos, 2021). Por su parte, en el municipio de Curití la problemática asociada a los residuos sólidos, se relaciona con la ausencia de conciencia y cultura ciudadana sobre el adecuado manejo de los mismos, lo que conlleva a reducir el potencial de aprovechamiento y valorización de los residuos, puesto que la segregación en la fuente es deficiente (Quiroga, Cárdenas, & Bautista, 2013); por tal motivo, el presente documento tiene como finalidad formular estrategias de negocio para el aprovechamiento de los residuos sólidos generados a nivel municipal, principalmente aquellos residuos de baja capacidad de biodegradación (polietileno y plástico) y que aportan mayor peso volumen (residuos orgánicos y papel) (Collins O. Ugwu, 2021), de tal forma que se garantice un uso eficiente de los recursos, se minimice el consumo energético, se aumente la vida útil de los rellenos sanitarios; y que a nivel social y económico permitan la generación de empleos y productos de valor agregado.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Contexto general de los residuos sólidos

A nivel ambiental, el aumento en la generación de residuos sólidos, se constituye como uno de los problemas que las entidades territoriales, deben discutir, analizar y proporcionar alternativas de solución para minimizar los impactos ocasionados al medio ambiente (Zhigue Luna, Alaña Castillo, & Sanmartín Ramón, 2017), especialmente contrarrestar la contaminación y el cambio climático; mediante la adopción de procesos enfocados principalmente en la educación ambiental, puesto que es el elemento diferenciador del cual depende, la efectividad de la gestión integral de residuos sólidos y determina la posibilidad de aprovechamiento de los mismos (Hasan, 2004); además de implementar procesos como la transformación de los residuos sólidos, la recuperación de materias primas, el reciclaje de recursos para que retornen a su uso original y el reciclaje de nutrientes, mediante el compostaje de los residuos orgánicos (Hill, 2006); es decir propender que los residuos tengan un ciclo cerrado de menor impacto. En contraste con lo anterior, existen aspectos relacionados con la disponibilidad de recursos que afectan de manera directa la implementación de estrategias de aprovechamiento de los residuos sólidos; los cuales, han sido identificados a nivel mundial, tanto en países desarrollados como en los que se encuentran en vía de desarrollo, entre los cuales se destacan el inadecuado servicio de recolección, falta de infraestructura y financiamiento, ésta carencia de recursos dificulta la implementación de tecnologías que mejoren la eficiencia de la SWM (Solid Waste Management- Gestión de residuos sólidos), la disposición final y el manejo de los RS (residuos sólidos) (Vergara & Tchobanoglous, 2012).

En Colombia, “el modelo de gestión de los residuos sólidos, se enfoca en un modelo económico de producción lineal”, en el cual el consumidor, es el que determina la disposición final de los productos una vez han cumplido con su utilidad, generando pérdidas y mayor consumo de recursos, situación que es insostenible ante el crecimiento demográfico, lo que ocasiona la escasez de materias primas” (Consejo Nacional de Política Económica y Social, Documento Conpes 3874 Política Nacional Para Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2016) y cada vez se hace más difícil encontrar un sitio para la disposición de los RS, problema presentado a nivel mundial (Showket Mir, Singh Cheema, & Singh, 2021); por lo tanto, es indispensable adoptar un modelo en el que los materiales puedan incorporarse sistemáticamente y de tal forma garantizar un uso más eficiente de los recursos.

2.2 Normatividad asociada a los residuos sólidos

En la tabla 1, se relaciona la normatividad asociada a la temática correspondiente a residuos sólidos en Colombia, la cual se enfoca principalmente en el aprovechamiento y tratamiento de los residuos sólidos, así como su también de su gestión.

Tabla 1. Normatividad asociada a los residuos sólidos

Norma	Descripción
Decreto 1345 de 2021	“Por el cual, se adiciona un artículo y se modifica el artículo 2.3.2.5.3.1. de la Sección 3, del Capítulo 5, del Título 2, de la Parte 3, del Libro 2 del Decreto 1077 de 2015, en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se

Norma	Descripción
	dictan otras disposiciones”. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 1345 de 2021, 2021)
Resolución 176 de 2020	“Por la cual, se reglamenta el Capítulo 7, del Título 2, de la Parte 3, del Libro 2, del Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 1077 del 26 de mayo de 2015, en lo relacionado con los criterios de elegibilidad y demás aspectos de los proyectos que pretendan acceder a los recursos del Incentivo al Aprovechamiento y Tratamiento de Residuos Sólidos”. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Resolución 176 de 2020, 2020)
Resolución 938 de 2019	“Por la cual, se reglamenta el Decreto 1784 del 2 de noviembre de 2017 en lo relativo a las actividades complementarias de tratamiento y disposición final de residuos sólidos en el servicio público de aseo.” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 2412 de 2018, 2018)
Decreto 2412 de 2018	“Por el cual se adiciona el capítulo 7, al título 2 de la parte 3, del libro 2, del Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 1077 del 26 de mayo de 2015, que reglamenta parcialmente el artículo 88 de la Ley 1753 de 2015, en lo referente al incentivo al aprovechamiento de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 2412 de 2018, 2018).

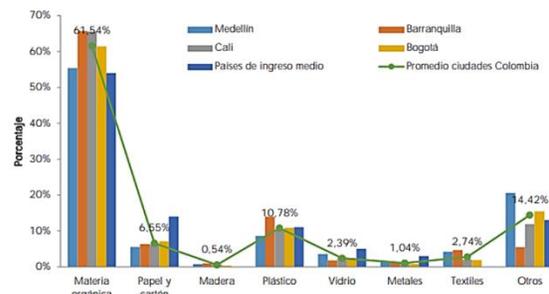
Norma	Descripción
Conpes 3874 del 2016	“Establece la Política Nacional Para Gestión Integral de Residuos Sólidos”. (Consejo Nacional de Política Económica y Social, Documento Conpes Económico 3874, 2021)
Resolución 668 de 2016	“Por la cual se reglamenta el uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones.” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Uso racional de bolsas plásticas, 2020).
Decreto 920 de 2013	“Por el cual, se reglamenta el artículo 251 de la Ley 1450 de 2011 en relación con el incentivo a los municipios donde se ubiquen rellenos sanitarios y estaciones de transferencia regionales para residuos sólidos.” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 920 de 2013, 2013).
Resolución 754 de 2014	“Por la cual, se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos.” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 754 de 2014, 2014)
Decreto 2981 de 2013	“Se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 2981 de 2013, 2013)
Guía Técnica Colombia 24 del 2009	“Residuos Sólidos: Guía para la separación en la fuente.” (ICONTEC, 2009)

Fuente: Elaboración propia

2.3 Contexto general de los residuos sólidos en Colombia

La generación anual de residuos sólidos en Colombia, es de aproximadamente 12 millones de toneladas, de los cuales el 83% de los residuos no son aprovechados y van directamente a el relleno sanitario y el 17% restante “es recuperado por los recicladores para la reintroducción al ciclo productivo” (Departamento Nacional de Planeación & Banco Mundial, 2015). Además, los residuos producidos a nivel nacional, corresponden en orden descendente en un 61,5 % a residuos orgánicos, 10,8% a plásticos, 6,5% a papel y cartón; 2.7% a textiles, 2,4% a vidrio, 1% a metales, 0,5% a madera; como se muestra en la figura 2, indicando que el 85.4 % de los residuos generados en el país se clasifican como aprovechables según la GTC 24 (Guía Técnica Colombiana) y pueden reincorporarse al ciclo productivo, permitiendo ahorrar energía y materias primas.

Figura 1. Caracterización de residuos sólidos en algunas ciudades de Colombia.

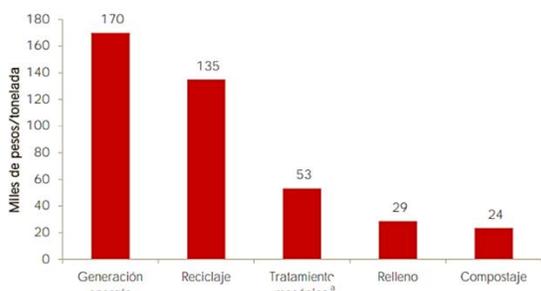


Fuente: (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015) Tomado de (Consejo Nacional de Política Económica y Social, Documento Conpes 3874 Política Nacional Para Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2016).

En relación, al aprovechamiento de los residuos sólidos actualmente existen diferentes técnicas de tratamiento o manejo, las cuales, son ampliamente utilizadas entre las que se destacan, la generación de energía, el reciclaje, la disposición en vertederos y el

compostaje; aunque éstas representan una alternativa de solución para el manejo de los RS, implican altos costos para su implementación y funcionamiento, siendo la generación de energía y el compostaje las técnicas de mayor y menor costo respectivamente (ver figura 2) ; por lo tanto, en este sentido es importante resaltar que aunque la tasa de rentabilidad de las técnicas es baja, los beneficios ambientales son significativos, ya que permiten hacer un uso más eficiente de los recursos y principalmente fomentan el modelo económico circular, es decir el residuo retorne al productor original.

Figura 2. Costo Neto por tonelada de diferentes técnicas para instalaciones con capacidad para 30.000 toneladas mensuales.



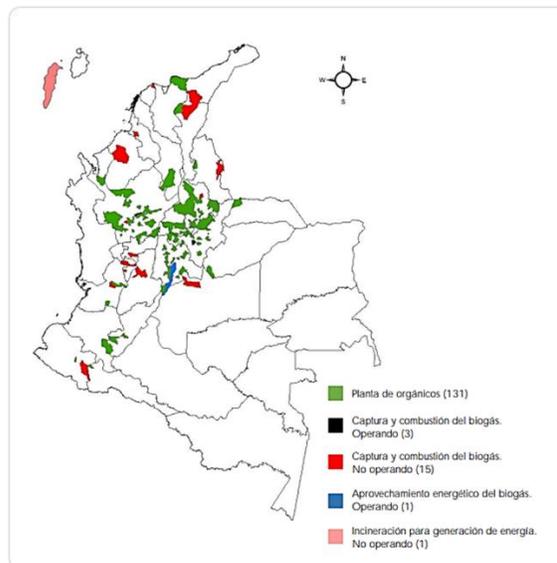
Fuente: DNP, con base en estudio realizado para Colombia sobre técnicas alternativas de tratamiento disposición final o aprovechamiento de residuos sólidos (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2015).
 Nota: ^a el tratamiento mecánico incluye la estabilización de la fracción orgánica previo a su disposición final (compostaje al aire libre).

Fuente: (Consejo Nacional de Política Económica y Social, Documento Conpes 3874 Política Nacional Para Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2016).

De acuerdo a lo anterior, existe una cuantificación y espacialización de la infraestructura para el aprovechamiento de los residuos sólidos, según la figura 3, 131 instalaciones son plantas de transformación de residuos orgánicos, las cuales se encuentran concentradas en los departamentos de Santander, Cundinamarca y Antioquía, reflejando que en éstos territorios, llevan a cabo un manejo más adecuado de los residuos sólidos; 3 corresponden a plantas de captura y combustión de biogás y 1 se enfoca en el aprovechamiento energético del biogás. Además, en la figura 3, se observa un alto potencial de aprovechamiento de residuos

orgánicos en el departamento de Santander, indicando que ésta técnica es cada vez más utilizada gracias a su bajo costo y su rentabilidad, además muestra un fuerte compromiso de los entes territoriales con el manejo adecuado de los residuos sólidos y con el medio ambiente.

Figura 3. Infraestructura de tratamiento y aprovechamiento de residuos en el país.



Fuente: DNP con base en información del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Tomado de (Consejo Nacional de Política Económica y Social, Documento Conpes 3874 Política Nacional Para Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2016).

2.4 Características de los residuos sólidos urbanos con potencial de aprovechamiento.

A nivel mundial, estudios indican que las fracciones combustibles o con potencial de aprovechamiento, en relación a los residuos sólidos urbanos, se dividen principalmente en 6 categorías, las cuales corresponden a residuos orgánicos, residuos de madera, plástico, papel, textiles y caucho (Zhou, Meng, Long, Li, & Zhang, 2014), cada uno de estos contiene un poder calorífico, el cual se muestra

a continuación, en la tabla 2, para cada uno de los residuos.

Tabla 2. Poder Calorífico de los residuos sólidos urbanos.

Grupo	Subgrupo	Poder Calorífico HHV (KJ/Kg)
Residuos orgánicos	Vegetales	16818
	Cáscara de fruta	18065
	Hueso	15701
	Comida con almidón	18033
Residuos de madera	Madera	19614
	Hojas	19163
	Malas hierbas	20055
Papel	Papel de impresión	15065
	Cartón	16703
	Papel higiénico	17053
Textiles	Algodón	17083
	Lana	22276
	Fibras químicas	23667
Plásticos	Polietileno (PE)	42845
	Polipropileno (PP)	46004
	Poliestireno (PS)	39523
	Policloruro de vinilo (PVC)	20848
Plásticos	Tereftalato de polietileno (PET)	23090
Caucho	N/A	31989

Fuente: Elaboración propia, información según (Zhou, Meng, Long, Li, & Zhang, 2014)

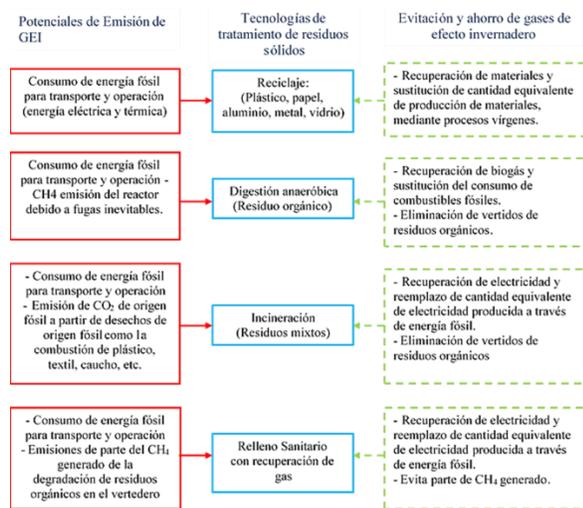
Según la tabla 2, los residuos con mayor poder calorífico son en orden descendente plásticos, en especial polietileno, polipropileno,

poliestireno y el caucho; por su parte residuos como el papel y los orgánicos representan los valores más bajos de poder calorífico, indicando que los primeros poseen un amplio potencial para la generación de energía, mediante su combustión directa, es decir, el vapor generado de ésta combustión impulsa una turbina y un generador de energía (Ozge Kaplan, Decarolis, & Thorneloes, 2009); mientras los residuos orgánicos y el papel pueden ser reciclados mediante el compostaje.

2.5 Manejo y tratamiento de los residuos sólidos urbanos

Aunque los residuos sólidos, han sido considerados como un problema debido a su compleja composición, existen diferentes métodos que permiten recuperarlos, transformar los materiales y ahorrar materia prima, éstos métodos abarcan tratamientos sencillos como el compostaje hasta procesos complejos como la generación de energía, biogás y la fabricación de nanopartículas de carbono (UNCOS, 2014); éste último se puede obtener a partir de la disociación de CO₂ críticamente opalescente, la materia prima en este caso se obtendría de la combustión de los RSU (residuos sólidos urbanos) y de procesos de digestión anaerobia de los RS orgánicos. La generación de 1 m³ biogás, a partir de la digestión anaerobia de residuos orgánicos, es equivalente en términos de energéticos a “0,7 litros de gasolina o 2,4 kW-hora de electricidad o 0,6 m³ de gas natural o 1,3 kg de madera” (Ponce, 2016), y se puede generar con 8,03 Kg de residuos orgánicos (Ocampo, 2018). Estas tecnologías, representan un ahorro de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero), en la figura 4 se muestran, algunas tecnologías de tratamiento de residuos sólidos su aporte al medio ambiente.

Figura 1. El potencial de las emisiones de GEI y el ahorro de GEI de diferentes tipos de tecnologías de tratamiento en perspectiva del ciclo de vida.



Fuente: Adaptado de (Sang-Arun & Menikpura, 2013).

2.6 Proyección de la población para el municipio de Curití.

En la tabla 3, se muestra la proyección de la población realizada para un periodo de 35 años, en base a ésta información, se realizan las proyecciones de generación de residuos sólidos y la cuantificación económica de su aprovechamiento.

Tabla 3. Proyección de la población Curití

Año	Población hab	Año	Población hab	Año	Población hab
2013	11804	2028	15426	2043	20159
2014	12016	2029	15703	2044	20522
2015	12233	2030	15986	2045	20891
2016	12453	2031	16274	2046	21267
2017	12677	2032	16567	2047	21650
2018	12905	2033	16865	2048	22039
2019	13138	2034	17169		
2020	13374	2035	17478		
2021	13615	2036	17792		
2022	13860	2037	18112		
2023	14109	2038	18438		
2024	14363	2039	18770		
2025	14622	2040	19108		
2026	14885	2041	19452		
2027	15153	2042	19802		

Fuente: PGIRS Curití.

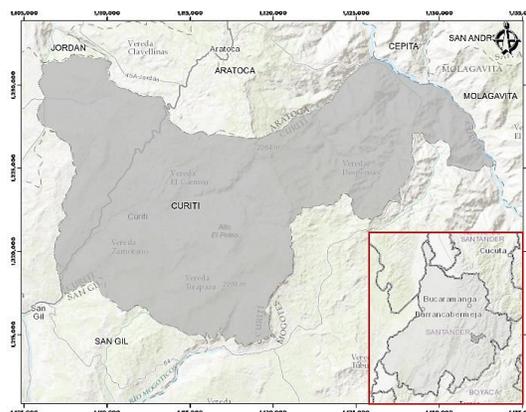
El municipio cuenta con una población según el último censo del DANE (2018) de 11653 habitantes, de los cuales 2100 corresponden a usuarios suscritos al servicio de aseo para el área urbana.

3. METODOLOGÍA

3.1 Localización

El estudio se realizó para el municipio de Curití, el cual se encuentra localizado al Centro Oriente del Departamento, el actual casco urbano tiene una extensión de 42,94 hectáreas y está constituido por 10 barrios; el área rural es de 247.000 hectáreas y lo conforman 39 veredas. Limita por el norte con Molagavita, Cepita, Aratocha y Jordán; por el sur con Mogotes y San Gil; por el oriente con Mogotes y por el occidente con Villanueva, como se muestra en la figura 5.

Figure 5. Localización del municipio de Curití.



Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial, Curití.

3.2 Diagnóstico del manejo de los residuos sólidos en el municipio

El diagnóstico del manejo de los residuos sólidos en el municipio de Curití, se realizó a partir de información secundaria, contenida en el Plan de Gestión Integral de residuos sólidos del municipio (2013) e información de la alcaldía, además se recopiló información acerca de la generación de residuos orgánicos, tomando como muestra 34 viviendas; también se llevó a cabo una inspección durante una jornada de recolección de reciclaje, con el fin de determinar si existe separación en la fuente por parte de los usuarios y se cuantificó de manera general los tipos de residuos

aprovechables generados en las viviendas mencionadas.

Recopilación de información.

La información recopilada para la elaboración del presente documento fue extraída de artículos científicos, documentos de la alcaldía como el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y el Esquema de Ordenamiento territorial del municipio, además se consultaron bases de datos de información científica como Jstor, Ambientalex, ScienceDirect, Wiley y PNAS. La información correspondiente a la caracterización actual de los residuos sólidos proviene de datos tomados en campo, es decir, de una fuente primaria.

4. RESULTADOS

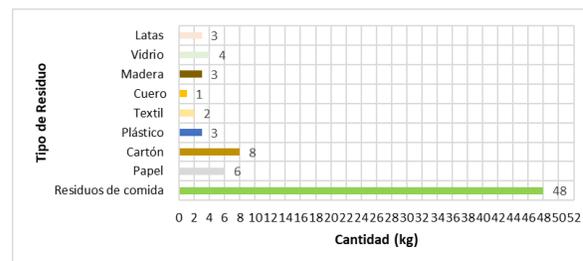
A continuación, se muestran los resultados del estudio, los cuales se encuentran contemplados de acuerdo a los objetivos planteados.

4.1 Diagnóstico del manejo de los residuos sólidos en el municipio.

El municipio de Curití cuenta con un Plan de Gestión integral de Residuos Sólidos, elaborado para el año 2013, en este se presenta un análisis parcial de los residuos generados, su manejo y una caracterización de los residuos, esta información se comparó con una caracterización actual.

Para el año 2013, según la caracterización realizada, el 66% de los residuos corresponden a material de carácter orgánico y el 34% a residuos reciclables, principalmente cartón, papel, vidrio y plástico como se muestra en la figura 6.

Figura 6. Caracterización de los residuos sólidos para el año 2013.



Fuente: Elaboración propia, información tomada del PGIRS- Curití- 2013.

Es importante señalar que en la caracterización que establece el PGIRS, no se menciona y se especifica la muestra realizada, es decir, no se estipula el número de viviendas, el número de habitantes por vivienda, área (urbana o rural) y el tiempo de generación (días, semanas o meses); lo cual, indica una deficiencia de información.

Respecto al manejo de los residuos, se menciona que son procesados en la Planta de recuperación Ecosangil, la cual para el año 2013 aprovechó 30 toneladas/mensuales de residuos orgánicos (mediante el compostaje) y 24 ton/mes de residuos reciclables (los cuales fueron separados, clasificados y se reincorporaron al ciclo productivo); por lo tanto, existe la infraestructura necesaria para darle un tratamiento adecuado a los residuos generados en el municipio.

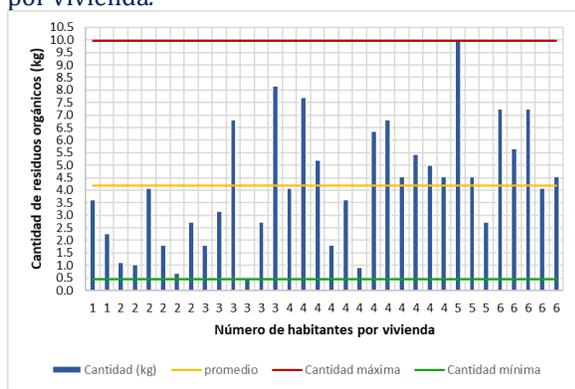
4.1.2 Cuantificación actual de los residuos sólidos orgánicos y aprovechables

La información presentada en las figuras 7 y 8, corresponde a los residuos sólidos generados en dos días para 34 viviendas del municipio, ubicadas en el área urbana.

En la figura 7, se relaciona la cantidad de residuos orgánicos generados, en función del número de habitantes por vivienda, en la cual se tiene un promedio de generación de

residuos orgánicos de 4.2 kg, equivalentes a una producción per cápita de 0.57 kg/hab-día; una generación máxima de 10kg y una mínima de 0.5 kg. Además, se evidencia que el 47% de las viviendas tienen valores superiores a la media (> 4.2 kg). Por lo tanto, teniendo en cuenta la población (11653) y la producción per cápita (0.57 kg/hab-día), se tiene una generación de 6642.2 kg/día de residuos orgánicos.

Figura 7. Cantidad de residuos orgánicos generados, en función del número de habitantes por vivienda.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8 y tabla 4, se presenta la cuantificación y clasificación de los residuos aprovechables, en donde se puede observar que el 66% de los RS aprovechables corresponden a plástico (principalmente PET) y cartón, además se tiene una producción per cápita de RS aprovechables de 0.21 kg/hab-día, equivalentes a una generación total de 2447.1 kg/día.

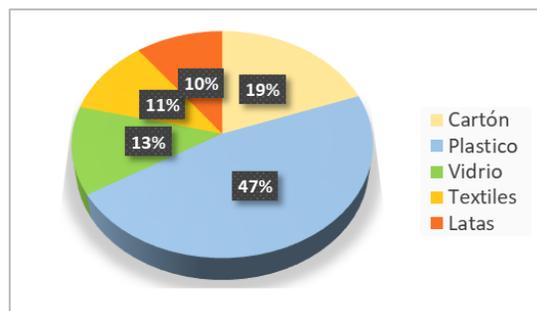
Figura 8. Tipos y porcentaje de RS aprovechables

Tipo de residuo	Cantidad (Kg)	Porcentaje (%)
Cartón	10.2	19%
Plástico	24.7	47%
Vidrio	6.6	13%
Textiles	5.7	11%
Latas	5.4	10%
Total	52.6	100%
PPC	0.21	

Fuente: Elaboración propia, a partir de

información primaria.

Figura 8. Tipos y porcentaje de RS aprovechables



Fuente: Elaboración propia.

En la caracterización de los residuos sólidos, se evidenció que la tasa de separación en la fuente en el municipio es baja, aunque existe una recolección selectiva que incluye residuos orgánicos, inertes y reciclaje. En la figura 9, se observa que los usuarios no realizan una separación selectiva, los residuos reciclables, se mezclan con residuos orgánicos e inertes principalmente con papel higiénico que contamina los demás residuos, dado que contiene material de carácter patógeno; además debido a la inadecuada separación por parte el generador, residuos como el cartón y el papel se contaminan con agua y lixiviados que impiden su aprovechamiento. Sumado a lo anterior, se evidenció que en el municipio existen recicladores no organizados que se encargan de recolectar residuos como plástico (PET), latas, papel y cartón.

Figura 9. Residuos generados en una jornada de recolección de residuos reciclables.

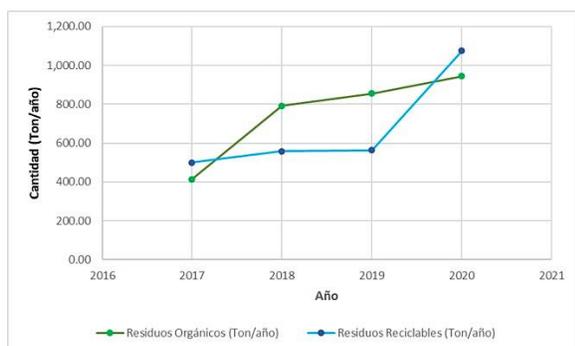


Fuente: Autor

4.1.3 Residuos sólidos generados entre el periodo del 2017 al 2020

Según la figura 10, en los últimos 4 años el municipio ha generado 3006,6 ton/año de residuos orgánicos y 2694,7 ton/año de residuos reciclables o aprovechables, además se observa que la generación de éstos ha tenido un aumento significativo para el año 2020, correspondiente a 512.1 ton/año equivalente a un 52%, por su parte, los residuos orgánicos han mantenido en crecimiento lineal para el periodo comprendido entre 2018-2020.

Figura 10. Generación de residuos en ton/año para el periodo comprendido entre 2017 al 2020.



Fuente: Elaboración propia, información según (Alcaldía Municipal Curití, 2020).

4.2 Tipificación de los precios del reciclaje en Colombia

Para cuantificar la valorización económica de los residuos aprovechables generados en el municipio, se realizó un inventario de los precios actuales de los residuos reciclados en Colombia, el cual se muestra en la tabla 5 y figura 11.

Tabla 5. Precios de los residuos aprovechables en Colombia.

Tipo de Residuo	Características	Precio (pesos/kg)
Cartón	Suelto	273
Papel	blanco	611
Papel archivo	Mezclado, revistas	403
Tetrapack	Envases de leche, jugos..	181

Tipo de Residuo	Características	Precio (pesos/kg)
Vidrio	Botella entera	60
	Separado por colores y destruido	108
PET	Cristal sin beneficio y sin compactar (tapas de envases)	726
	Cristal	893
	Verde	392
	Ámbar	221
Plástico rígido	Aceite y Aseo	346
	Natural- blanco	1000
Plástico flexible	Plástico limpio de alta densidad	862
	PP- transparente	741
	plástico tipo chirrión	90
	Mezclado	536
Desechables	vasos, platos	446
Metales	Latas	1993
Total		9882

Fuente: Adoptado de (Acopásticos, 2020).

Figura 11. Gráficos de áreas para los precios del reciclaje.



Fuente: Elaboración propia, información (Acopásticos, 2020).

Según la tabla 5 y figura 11, los residuos aprovechables de mayor valorización económica corresponden en orden descendente a los residuos metálicos como latas, PET (Tereftalato de Polietileno), y plástico flexible. A partir de ésta información, se puede establecer que una generación de 18 kg de residuos aprovechables que contenga como mínimo un kg de cada uno de los residuos mencionados en la tabla 5, cuesta en el mercado \$ 9.882 COP, teniendo en cuenta

ésta relación y la cantidad de residuos generados (2694706 kg) en los años del 2017 a 2020, los residuos tendrían un valor aproximado de 1'479.393.594 COP, indicando

4.3 Valorización de los residuos sólidos, teniendo en cuenta diferentes técnicas de aprovechamiento.

A continuación, se muestran diferentes técnicas de aprovechamiento de residuos sólidos, para cada una de ellas se realizó una proyección de los residuos generados en el municipio en los próximos 10 años, teniendo en cuenta la producción per cápita de residuos orgánicos y reciclables (correspondientes a 0.57 y 0.21 kg/hab-día, respectivamente), determinada según la caracterización realizada (2021) y la proyección de la población, con la finalidad de determinar la valorización de los residuos.

Para determinar la cantidad producida en cada una de las técnicas de aprovechamiento, se tuvo en cuenta relaciones de equivalencia, las cuales se muestran a continuación:

- 1 Kg de RSO (Residuos Sólidos Orgánicos) equivale a 0.62 kg de compostaje, según (Vargas Pineda, Trujillo González, & Torres Mora, 2019)
- La digestión anaerobia de 8,03 kg de RSO produce 1m3 de biogás, según (Ocampo, 2018).

Los valores de referencia para la valorización del compostaje, kilovatio de energía y metro

Tabla 6. Proyección de valorización anual de los residuos sólidos bajo diferentes técnicas de aprovechamiento.

Año	Población	Cantidad de residuos orgánicos (kg)	Cantidad de residuos reciclables (kg)	Cantidad de Compostaje (kg)	Valorización (\$ COP)	Energía generada por combustión (kwh)	Valorización (\$ COP)	Generación de biogás (m ³)	Valorización (\$ COP)
2021	13615	2832600.8	1043589.8	1756212.47	\$ 1,229,348,725.500	8617286.4	\$ 5,331,843,444.187	352752.3	\$ 45,857,795.455
2022	13860	2883573.0	1062369.0	1787815.26	\$ 1,251,470,682.000	8772353.3	\$ 5,427,789,213.106	359100.0	\$ 46,683,000.000
2023	14190	2952229.5	1087663.5	1830382.29	\$ 1,281,267,603.000	8981218.9	\$ 5,557,022,289.608	367650.0	\$ 47,794,500.000
2024	14363	2988222.2	1100924.0	1852697.73	\$ 1,296,888,413.100	9090715.0	\$ 5,624,771,750.926	372132.3	\$ 48,377,195.455
2025	14622	3042107.1	1120776.3	1886106.4	\$ 1,320,274,481.400	9254642.9	\$ 5,726,200,135.211	378842.7	\$ 49,249,554.545
2026	14885	3096824.3	1140935.3	1920031.04	\$ 1,344,021,724.500	9421102.4	\$ 5,829,194,981.030	385656.8	\$ 50,135,386.364
2027	15153	3152581.7	1161477.5	1954600.62	\$ 1,368,220,436.100	9590726.5	\$ 5,934,147,903.765	392600.5	\$ 51,038,059.091
2028	15426	3209379.3	1182402.9	1989815.17	\$ 1,392,870,616.200	9763515.3	\$ 6,041,058,903.417	399673.6	\$ 51,957,572.727
2029	15703	3267009.2	1203635.0	2025545.67	\$ 1,417,881,971.100	9938835.8	\$ 6,149,536,364.603	406850.5	\$ 52,890,559.091
2030	15986	3325887.3	1225326.9	2062050.13	\$ 1,443,435,088.200	10117953.8	\$ 6,260,363,518.088	414182.7	\$ 53,843,754.545
2031	16274	3385805.7	1247402.1	2099199.53	\$ 1,469,439,673.800	10300236.5	\$ 6,373,148,748.491	421644.5	\$ 54,813,790.909
Total					\$ 14,815,119,414.900		\$ 64,255,077,252.433		\$ 552,641,168.182

Fuente: Autor

una significativa valorización, si se realiza una separación en la fuente adecuada por parte de los generadores.

cúbico de biogás fueron de \$700 pesos el kg de compostaje, \$ 628,7381 pesos kwh y \$ 130 m³ de biogás.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se muestra la Tabla 6, la cual contiene una proyección de la valorización de los residuos sólidos teniendo tres diferentes técnicas de aprovechamiento; la generación de biogás y compostaje se plantean para el aprovechamiento de los residuos orgánicos, en donde la generación de compostaje, es la técnica que proporciona más ingresos anuales con un valor superior a los 1.200 millones de pesos y la técnica para el aprovechamiento del reciclaje correspondiente a la generación de energía, a partir de la combustión de los RS reciclables, representa una valorización anual superior a 5300 millones por su parte, la venta segregada de los residuos reciclables proporciona ingresos anuales de 370 millones. En relación a lo anterior, el compostaje de los residuos sólidos orgánicos y la venta del reciclaje representan las técnicas más rentables en términos económicos porque requieren de menos infraestructura e inversión, en comparación con la generación de biogás y energía.

5. CONCLUSIONES

Según la revisión bibliográfica y la información de campo recopilada, se puede establecer que para la formulación de estrategias de negocio para el aprovechamiento de los residuos sólidos en el municipio de Curití, se debe como primera medida actualizar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos para tener una visión global del manejo y caracterización de los residuos sólidos generados, así como también la identificación de debilidades que impiden la correcta ejecución del PGIRS y el aprovechamiento de los residuos; en relación a este aspecto se deben plantear estrategias sociales enfocadas a la conciencia pública, ya que es el elemento fundamental que determina la eficacia de la separación en la fuente y por ende, la posibilidad de aprovechamiento de los residuos sólidos. Además, se debe identificar y organizar los recicladores, de tal forma que se beneficien en términos económicos del aprovechamiento de los residuos, es decir, que se les brinden oportunidades laborales y se incorporen al manejo de los residuos sólidos.

Se puede establecer que, en el municipio, existe la posibilidad de plantear dos estrategias de negocio para el aprovechamiento de los residuos sólidos, las cuales consisten en la transformación de los residuos orgánicos en compostaje o abono orgánico, puesto que, según las proyecciones realizadas generarían en un periodo de 10 años ingresos mayores a 14800 millones de pesos; además de un impacto positivo en el ambiente porque se reduce y ahora la emisión de gases de efecto invernadero, se reciclan nutrientes, y se disminuye la contaminación de los recursos naturales.

La segunda estrategia de negocio, se enfoca en la reincorporación de los residuos sólidos de carácter reciclable al ciclo productivo, es decir devolver al productor inicial materia prima para la fabricación de nuevos productos, permitiendo de esta manera el ahorro de

recursos naturales y energía, esta estrategia en términos económicos representaría un ingreso para un periodo de 4 años de 1400 millones de pesos.

La generación de energía, a partir de la combustión de residuos sólidos aprovechables (textiles, plástico, cuero, etc...) representa otra estrategia de negocio que generaría en 10 años ingresos por más de 64200 millones de pesos, pero ésta requiere de tecnologías avanzadas, lo que aumenta significativamente la inversión y los costos de operación.

Para lograr el aprovechamiento de los residuos sólidos es indispensable identificar los segmentos de mercado, además se debe estudiar la posibilidad de retornar todos aquellos residuos reciclables a su productor, es decir que los residuos se reincorporen al ciclo productivo, mediante la adopción del concepto de economía circular. En este caso el municipio de Curití, se deben identificar las empresas o entidades que articulen este concepto en su cadena de producción, aplicando de esta manera el concepto de desarrollo sostenible.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (08 de Mayo de 2013). Decreto 920 de 2013. *Por el cual se reglamenta el artículo 251 de la Ley 1450 de 2011 en relación con el incentivo a los municipios donde se ubiquen rellenos sanitarios y estaciones de transferencia regionales para residuos sólidos.* Colombia : Núm. 48784.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (30 de Marzo de 2020). Resolución 176 de 2020. *Por la cual se reglamenta el Capítulo 7, del Título 2, de la Parte 3, del Libro 2, del Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 1077 del 26 de mayo de 2015.* Colombia: Núm. 51274.
- Ruiz Quiroga, L. C., Bautista, E. S., & Hernández Cárdenas, F. E. (2013). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del municipio de Curití -Santander.* Curití.

- Acopásticos . (2020). *Encuesta mensual de precios del mercado de reciclaje en Colombia*. Bogotá.
- Alcaldía Municipal Curití . (13 de Febrero de 2020). Información Solicitada por la CAS- Curití Santander . Curití, Santander , Colombia .
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2015). *Estudio tecnologías alternativas de disposición final o aprovechamiento de residuos sólidos. Propuesta de ajuste al Decreto 838 de 2005*. Bogotá.
- Collins O. Ugwu, C. G. (2021). Waste reduction and utilization strategies to improve municipal solid waste management on Nigerian campuses. *Fuel Communications, Volumen 9*, <https://doi.org/10.1016/j.jfueco.2021.100025>.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2016). *Docuemnto Conpes 3874 Política Nacional Para Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Bogotá .
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (21 de Noviembre de 2021). Documento Conpes Económico 3874. *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Colombia.
- Departamento Nacional de Planeación , & Banco Mundial . (2015). *Estrategia Nacional de Infraestructura. Sector Residuos Sólidos*. Bogotá .
- Giraldo, E. (2001). Tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios: avances recientes. *Revista de Ingeniería, 14*, 44-55. <https://doi.org/10.16924/riua.v0i14.538>.
- Hasan, S. E. (2004). Public Awareness Is Key to Successful Waste Management. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 39:2, 483-492, DOI: 10.1081/ESE-120027539.
- Hill, J. S. (2006). What's the problem with waste? In J. Foley (Ed.), *A Zero Waste UK: institute for public policy research and green alliance (pp. 10–12)*. Institute for Public Policy Research (IPPR)., <http://www.jstor.org/stable/resrep15693>. 8.
- ICONTEC. (20 de Mayo de 2009). Gestión Ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuentes.
- Kollikkathara, N., Feng, H., & Stern, E. (2009). A purview of waste management evolution: Special emphasis on USA. *Waste management, 29(2)*, 974-985.
- Kundariya, N., Sabyasachi Mohanty, S., Varjani, S., Ngo, H., Wong, J., Taherzadeh, M., . . . Bui, X.-T. (2021). A review on integrated approaches for municipal solid waste for environmental and economical relevance: Monitoring tools, technologies, and strategic innovations. *Bioresource Technology*, Volume 342. ISSN 0960-8524, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125982>.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (25 de Noviembre de 2014). Resolución 754 de 2014. *Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Colombia: Núm. 49352.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (27 de Enero de 2020). Uso racional de bolsas plásticas. Colombia .
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (30 de marzo de 2020). Resolución número 0176 30 de marzo del 2020. *“Por la cual se reglamenta el capítulo 7, del título 2, de la parte 3, del libro 2, del Decreto 1077 del 2015 en lo relacionado con los criterios de elegibilidad y demás aspectos de los . República de Colombia .*
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (20 de Diciembre de 2013). Decreto 2981 de 2013. *Se reglamenta la prestación del servicio público de aseo*. Colombia: Núm. 49010.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (24 de Diciembre de 2018). Decreto 2412 de 2018. *Por el cual se adiciona el capítulo 7, al título 2 de la parte 3, del libro 2, del Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 1077 del 26 de mayo de 2015, que reglamenta parcialmente el artículo 88 de la Ley 1753 de 2015*. Colombia: Núm. 50817.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (19

- de Diciembre de 2019). Resolución 938 de 2019. *Por la cual se reglamenta el Decreto 1784 del 2 de noviembre de 2017 en lo relativo a las actividades complementarias de tratamiento y disposición final de residuos sólidos en el servicio público de aseo.* Colombia: Núm. 51185.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (25 de Octubre de 2021). Decreto 1345 de 2021. *Por el cual se adiciona un artículo y se modifica el artículo 2.3.2.5.3.1. de la Sección 3, del Capítulo 5, del Título 2, de la Parte 3, del Libro 2 del Decreto 1077 de 2015.* Colombia: Núm. 51838.
- Ocampo, O. H. (2018). Cálculo de producción de Biogás y Combustible - Aire a partir de residuos orgánicos de la Central de Abasto de Villavicencio. *Corporación Universitaria del Meta, Villavicencio.*
- Ozge Kaplan, P., Decarolis, J., & Thorneloes, S. (2009). Is It Better To Burn or Bury Waste for Clean Electricity Generation? *Environmental Science. Technology.* 43, 6,, 1711–1717. <https://doi.org/10.1021/es802395e>.
- Ponce, E. (2016). Métodos sencillos en obtención de biogás rural y su conversión en electricidad. *IDESIA (Chile). Volumen 34.*
- Quiroga, L. C., Cárdenas, F. E., & Bautista, E. S. (2013). *lan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Curití - Santander.* Curití.
- Rachel, G., Damodaran, N., Panesar, B., Leatherwood, C., & Asnani, P. U. (2007). Methane to markets and landfill gas energy in India. *In Proceeding of the International Conference on Sustainable Solid Waste Management*, (pp. 519–525). Chennai. .
- Sang-Arun, J., & Menikpura, N. (2013). Solid Waste Management 2: Life Cycle Assessment (LCA) Perspective. *In K. Koakutsu, K. Usui, A. Watarai, & Y. Takagi (Eds.), Measurement, Reporting and Verification (MRV) for low carbon development: Learning from experience in Asia (pp. 116-121).* Institute for Global Environmental Strategies, <http://www.jstor.com/stable/resrep00728>.23.
- Secretaría de Planeación-Curití. (2021). Curití, Santander, Colombia.
- Showket Mir, I., Singh Cheema, P. P., & Singh, S. P. (2021). Implementation analysis of solid waste management in Ludhiana city of Punjab. *Environmental Challenges, Volume 2, ISSN 2667-0100*, <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100023>.
- Superintendencia de Servicios Públicos. (1 de marzo de 2021). En Colombia se recicla menos del 17% de la basura que se genera. *Día Del Reciclador Y El Reciclaje.*
- Superservicios , S. (2017). *Evaluación Integral de Prestadores Empresa de Soluciones Ambientales Para Colombia S.A E.S.P.* Bogotá: IN-F-003 V.2.
- UNCOS . (2014). Carbon nanomaterials from CO₂. *CORDIS* , <https://cordis.europa.eu/article/id/165076-carbon-nanomaterials-from-co2>.
- Vargas Pineda, O. I., Trujillo González, J. M., & Torres Mora, M. A. (2019). El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *Instituto de Investigaciones de la Orinoquia Colombiana, vol. 23, núm. 2,* 123-129.
- Vergara , S. E., & Tchobanoglous, G. (2012). Municipal Solid Waste and the Environment: A Global Perspective. *Annual Review of Environment and Resources.* 37:1, 277-309. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-050511-122532>.
- Zhigues Luna, R. A., Alaña Castillo, T. P., & Sanmartín Ramón, G. S. (2017). El reciclaje: un nicho de innovación y emprendimiento con enfoque ambientalista. *Universidad y Sociedad [seriada en línea], 9 (1),* pp. 36-40. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/>.
- Zhou, H., Meng, A., Long, Y., Li , Q., & Zhang, Y. (2014). Classification and comparison of municipal solid waste based on thermochemical characteristics. *Journal of the Air & Waste Management Association,* 64:5, 597-616, DOI: 10.1080/10962247.2013.873094.

IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LOS CULTIVOS DE CAFÉ DE LA FINCA SANTA ROSA DE EL SOCORRO SANTANDER

Luis Carlos Ayala López ¹

¹ Ingeniera Ambiental

ISSN: 2590-6704

RESUMEN

Se consideró necesario identificar aquellas variables que estén generando impacto ambiental en el beneficio del café, con la finalidad de promover estrategias para su mitigación, en relación a éste aspecto se realizó un proceso de evaluación en los cultivos de café en la finca Santa Rosa ubicada en la parte alta del Embalse de Aguilitas, en el municipio de El Socorro Santander, en donde se encuentra una pequeña población que puede estar en riesgo de salud pública, por consiguiente, se debe considerar necesario tener presente las consecuencias a largo plazo derivados de esta actividad agropecuaria y más cuando están cerca a fuentes hídricas, teniendo en cuenta estas características, también se requiere del cuidado y protección del medio ambiente y al respecto Petrich (2019) afirma: “El futuro de la producción del café está vinculado con la salud del medio ambiente, el cambio climático representa una amenaza para la cantidad de tierra fértil disponible para los caficultores y aumenta el riesgo de plagas y enfermedades” (p.1).

Para esto será importante educar a los trabajadores en la influencia de sus técnicas, y en lo que implica el proceso del beneficio del café. Según Petrich citando a Michelotto, (2019), “existen algunas prácticas diseñadas para beneficiar al medio ambiente, reducir la

contaminación del agua, mejorar la calidad del suelo y así también se pueden ayudar a tener cafetos más saludables como en el ecosistema en el que crecen” (p. 4).

El departamento de Santander ha sido catalogado como uno de los más productivos en el área de la agricultura, cuenta con terrenos rurales que han sido adaptados por sus propietarios para realizar diferentes prácticas, incluyendo el cultivo del café. La Federación Nacional de Cafeteros en Colombia (2021), afirma “El café hace presencia en todas las Provincias de Santander y son 51,840 hectáreas en 75 municipios, siendo El Socorro y otros municipios cercanos quienes ostentan los primeros renglones de producción con características muy diferentes, con tecnificación del 99.87%” (p.1). Sin embargo, mediante la información recolectada se identificó, que en la finca Santa Rosa no se han implementado nuevas tecnologías que favorezcan el medio ambiente y donde las autoridades ambientales regulen y hagan cumplir los lineamientos técnicos.

Palabras Clave: Cultivos de café, impacto ambiental, cafeto, salud pública, agua, suelos, clima, vertimientos.

ABSTRACT

It was considered necessary to identify those variables that are generating environmental

impact in the benefit of coffee, in order to promote strategies for its mitigation, in relation to this aspect an evaluation process was carried out in the coffee crops in the Santa Rosa farm located in the upper part of the Aguilitas Reservoir, in the municipality of El Socorro Santander, where there is a small population that may be at risk of public health, therefore, it must be considered necessary to bear in mind the long-term consequences derived from this activity agriculture and more when they are close to water sources, taking into account these characteristics, care and protection of the environment is also required and in this regard Petrich (2019) states: "The future of coffee production is linked to the health of the environment, climate change poses a threat to the amount of fertile land available to coffee farmers and increases the risk of pests and diseases" (p.1).

For this, it will be important to educate the workers in the influence of their techniques, and in what the process of coffee processing implies. According to Petrich, citing Michelotto, (2019), "there are some practices designed to benefit the environment, reduce water pollution, improve soil quality and thus can also help to have healthier coffee trees as in the ecosystem in the that grow" (p. 4).

The department of Santander has been classified as one of the most productive in the area of agriculture, it has rural lands that have been adapted by their owners to carry out different practices, including the cultivation of coffee. The National Federation of Coffee Growers in Colombia (2021), "Coffee is present in all the Provinces of Santander and there are 51,840 hectares in 75 municipalities, being El Socorro and other nearby municipalities who have the first lines of production with very different characteristics, with technology of 99.87%" (p.1). However, through the information collected, it was identified that new technologies that favor the environment have not been implemented in the Santa Rosa farm and where

the environmental authorities regulate and enforce the technical guidelines.

Keywords: *Coffee crops, environmental impact, coffee tree, public health, water, soils, climate, discharges.*

1. INTRODUCCIÓN

En la parte alta del Embalse Aguilitas del municipio de El Socorro Santander, la economía está regida en su mayoría por una sola actividad agrícola que son los cultivos de café, donde encontramos una producción satisfactoria; la comunidad del sector trabaja e implementa día a día su experiencia y dedicación a estos proyectos generando ingresos positivos y de mayor calidad, la cosecha de café es posible gracias a las altitudes y temperatura de la región, al respecto el autor afirma:

El cultivo del café se desarrolla y crece dentro de un rango térmico de 18 a 22°C. Debido a las influencias latitudinales estas temperaturas medias se encuentran a diferentes altitudes en los países productores de café, Colombia está ubicada entre 1.200 y 1.850 msnm para que ésta cultivo se desarrolle satisfactoriamente (Puerta et al. 2016. p.17).

Los pequeños caficultores realizan el beneficio del café en sus propias parcelas con la ayuda de sus familias y no recurren a particulares para que se efectúen el proceso. Algunos de los requerimientos ambientales para el cultivo y beneficio del café son concesiones de aguas, aprovechamiento forestal doméstico y permisos de vertimientos.

En el departamento de Santander, la producción de café es una de las actividades económicas más desarrolladas gracias a que las condiciones climáticas, las cuales aportan características especiales necesarias para el cultivo de café orgánico beneficiando de esta manera al productor con el aumento del precio y reduciendo el uso de fertilizantes químicos que afectan la fauna y flora. Prieto et al (como se citó en Vega, 2010). A pesar, de las

actividades desarrolladas en la disminución del impacto ambiental aún quedan subproductos que afectan el agua y el suelo por las elevadas concentraciones de carga contaminante presentes, esto se debe a la forma inadecuada en que son manejados los subproductos, debido a la mezcla entre el mucilago y la cereza los cuales, generan aguas residuales muy contaminantes presentando cargas elevadas de DBO, SST y pH ácido.

2. MARCO REFERENCIAL

Se recopiló información científica, a través de la lectura y el análisis de algunos artículos en las bases de datos, que están orientados en la importancia del proceso del beneficio del café considerando las afectaciones ocasionadas por la falta de tecnologías y conocimiento. Adicionalmente, se evidencia aportes por expertos en función del manejo adecuado de los recursos naturales como la fauna y la flora teniendo en cuenta la normativa vigente.

Clima: Se estima que la temperatura y la precipitación son importantes para la producción del café, se ha considerado dos tipos de cafeto con su respectivo proceso, arábigo y robusta que contribuye 99% de la producción mundial. Aunque depende en gran probabilidad de las condiciones climáticas, Baker y Haggart (2019). La temperatura óptima para la especie arábica fluctúa entre 15° y 24° C si la temperatura resulta ser más elevada tienen un impacto negativo en su rendimiento y calidad y la precipitación requerida es de 1,500 y 2,000 mm/p.a. Por otra parte, la especie Robusta crece mejor en las zonas de abundante lluvia de alrededor de 2,000 mm por año, en altitudes que van desde el nivel del mar a unos 800 metros, La temperatura óptima varía de 22 ° a 26 ° C y la especie es menos tolerante de temperaturas muy altas o muy bajas como lo tolera el arábica.

Dentro de las ventajas de esta región se debe a que está caracterizado por las variaciones de climas que pueden permitir los distintos

procesos de café, según su especie lo cual genera más productividad.

Componente agua: el agua como componente universal y beneficio de la fauna y la flora resulta ser importante, tanto en su consumo como en su tratamiento en procesos agrícolas, en su uso y en su vertimiento. Según Puerta et al. (2016):

La heterogeneidad en la madurez y sanidad del fruto de café beneficiado, el mal desmucilaginado mecánico, la fermentación no controlada, el agua sucia y el lavado incompleto del grano ocasionan diferentes niveles de daños fermentos y stinker en la bebida. (p.17)

Adicionalmente su alto nivel de consumo para diferentes procesos, requieren ser supervisados y controlados para favorecer el abastecimiento de las zonas e incluso prevenir contagios de enfermedades por su falta de tratamiento. Valencia et al. (2015) afirman:

Para beneficiar el café en Colombia por métodos convencionales, se requieren entre 40 y 50 L.kg-1 cps, de los cuales aproximadamente la mitad se utiliza en la clasificación del fruto, el despulpado y transporte de la pulpa a las fosas y el transporte de café despulpado a los tanques de fermentación. Los canales de correteo, típicos en Colombia, para la clasificación y el lavado del café tienen consumos de agua entre 20 y 25 L.kg-1 cps. (p.14)

Es por esto que es necesario no restar importancia a las fuentes hídricas que rodean la zona de interés, dado a que es un recurso de supervivencia y sostenimiento tanto para el ecosistema como para los organismos vivos.

Beneficio del café: dependerá según su clasificación, puede ser fresco o seco, teniendo en cuenta la zonificación para emplear distintos procedimientos. En el primer caso, se comienza por despojar al fruto de la parte pulposa que envuelve al grano rodeado de sus tegumentos. Gómez (2010), indica que esta operación se ejecuta por medio de máquinas que se denominan despulpadoras, los granos

desprovistos de la pulpa, quedan aún envueltos por las membranas pergaminosas, de las cuales es indispensable despojarlos, las membranas tegumentarias forman al café una túnica que lo envuelve perfectamente por la parte convexa, y penetra en los pliegues del grano por la sutura de la parte plana: para separarla es indispensable desgarrarla, este proceso resulta ser complejo, para obtener éxito, se comienza por lavar el pergamino hasta que pierda todo el mucilago, secándolo después para que se torne en quebradizo. En este estado, se somete a las máquinas de trillar, que lo entregan desprovisto del pergamino.

Por otra parte, el café seco, resulta ser más sencillo, ya que el café se despoja al mismo tiempo de la pulpa llamada cascara que envuelve el grano, se limpia y es escogido dependiendo de la calidad. El autor dice:

A primera vista el segundo procedimiento parecería el más ventajoso y es el que primitivamente se ha empleado, la pulpa del café secado en cereza sufre, al principio de su exposición al sol, una fermentación que perjudica al grano, pues le hace perder, su aroma y el grano se amarillea y frecuentemente se mancha. Seco ya, se lleva a la descascaradora que, por perfecta que sea, a menudo lo rompe y siempre lo raya. El grano que así se obtiene es más pequeño y menos pesado, circunstancias inconvenientes para el vendedor (Gómez. 2010. p.158).

El beneficio del café es un recurso que promueve la economía, por tal razón es conveniente conocer su proceso desde la siembra hasta su etapa de producción y comercialización, de tal forma que se identifiquen los impactos que esto puede generar en el desarrollo a largo plazo.

Normativa del vertimiento: es importante para llevar a cabo el beneficio del café los lineamientos vigentes estipulados, la norma permitirá que tanto el proceso del producto como el bienestar de los habitantes sean

resguardado. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se encuentra que:

La nueva norma de vertimientos reglamenta el artículo 28 del Decreto 3930 de 2010, actualiza el decreto 1594 de 1984 (vigente desde hace 30 años) respondiendo a la nueva realidad urbana, industrial y ambiental del país. Permitirá el control de las sustancias contaminantes que llegan a los cuerpos de agua vertidas por 73 actividades productivas presentes en ocho sectores económicos del país (Minambiente. 2015 p.2).

Esta resolución está orientada para sectores industriales, comerciales o de servicios, sin embargo, es importante resaltar que el sector agrícola ofrece servicios que van directamente relacionados con el uso del agua, que serán vertidas en un organismo o en el alcantarillado.

Vertimientos: son descargas de agua de un proceso, donde su disposición final es arrojarlas o verterlas a alguna fuente hídrica. Setuáin y García (2016) Afirman:

En la mayoría de municipios colombianos, principalmente de la zona andina, se realizan vertimientos de aguas residuales directamente a los cuerpos de agua ubicados dentro del perímetro urbano. Inclusive a escala nacional, la PNGIRH (Política Nacional de Gestión Integral de Recurso Hídrico), indica que tan solo el 24,92% de las aguas residuales municipales producidas en el 2010 recibieron algún tipo de tratamiento (Setuáin y García. 2016. p.173).

En cada uno de los rincones del planeta, y con los adelantos tecnológicos, se acelera el deseo del ser humano y los medios para tener beneficios inmediatos, se atenta contra los recursos naturales, lo que significa que es muy probable que esta zona sea impactada por el uso inadecuado de las descargas, utilizados en acciones agrícolas, considerando que es unas principales fuentes económicas en la zona estudiada. Según Setuáin y García (2016), "El marco normativo actual en materia de

vertimientos tiene fundamento en una serie de normas que, de diferentes maneras, han reconocido que la descarga de residuos líquidos puede causar impactos negativos en la calidad de las aguas” (p.175).

Por lo cual, en las actividades cafeteras en este caso es necesario hacerles un tratamiento, que permitan mantener las fuentes hídricas sin contaminantes, que generen un buen impacto ambiental y que sea ejemplo para las demás actividades agrícolas que se puedan llevar en la región y que antes que un problema para el medio ambiente se trabaje por conservarlo.

Impacto del beneficio del café en la salud pública: La influencia de las actividades del ser humano y el impacto ambiental que esto produce resulta ser el objeto de estudio, sin embargo, es importante resaltar que tiene relación directa en la salud pública, es decir riesgo de aquellas comunidades cercanas que depende del consumo de agua, incluso para el servicio de sus labores domésticas, el autor dice:

El agua resulta un elemento fundamental para la vida humana, por ello, la contaminación de las fuentes que abastecen a los seres humanos tanto para su consumo directo como para sus actividades (agricultura, industria, navegación, etc.) entraña un problema de primer orden. La vida humana es imposible sin agua, y más exactamente, sin agua potable: el cual se refiere al agua que puede ser consumida directamente por el ser humano sin causarle ningún perjuicio (Román 2004. p.2).

Pese a esto se puede evidenciar que a falta de tratamiento y el uso inadecuado, incluso por falta de conocimiento pone en vulnerabilidad a los habitantes aledaños a enfermedades de orden orgánico dado a su consumo, en este caso el beneficio del café requiere un alto contenido de agua. Es claro que el procedimiento, requiere de altas cantidades de agua, las cuales es necesario darles un buen tratamiento, para que el agua después de un buen tratamiento siga su curso normal, que no se tengan las fuentes vivas

como la vía propia para arrojar los desechos que se generan.

El Suelo: es el soporte permite que los cultivos tengan mayor sostenibilidad en el tiempo, gracias a sus nutrientes, se puede considerar que los suelos que no son anticipadamente estudiados pueden poner riesgo incluso las cosechas. Según Puerta et al. (2016), “En relación con los factores que afectan la calidad del café, afirma que la altitud no la afecta, que la fertilidad del suelo sí puede afectarla, pero que los principales factores pueden ser el método de beneficio y la recolección” (p.18). El análisis de suelos puede pronosticar si el cultivo y el proceso del café a realizar será significativo o no, esto requerirá incluso de tecnologías actualizadas para las pequeñas, medianas y grandes industrias.

El Centro Nacional de Investigación del Café (CENICAFE, 2008) afirma, “el análisis del suelo consiste en determinar en un laboratorio las condiciones químicas del suelo, qué cantidad posee de nutrimentos que favorecen el rendimiento de los cultivos y cómo se mejora la fertilidad aplicando fertilizantes o abonos” (p.135).

Es de reconocer que en la actualidad los adelantos científicos y tecnológicos, permiten realizar la elección y selección de suelos, para plantar los cultivos que mejor se puedan desarrollar en el lugar, para obtener un buen café, es preciso seleccionar la tierra a través de los diferentes análisis, como tipo de tierra, fertilidad, ubicación entre muchas otras características que favorezcan la calidad del producto cosechado.

Componente biótico: se puede establecer que el componente biótico, está compuesto de un ecosistema, puede referirse a la fauna y la flora de un lugar. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP, 2013):

La palabra medio ambiente se usa más comúnmente en referencia al ambiente

"natural", o la suma de todos los componentes vivos y los abióticos que rodean a un organismo, o grupo de organismos. El medio ambiente natural comprende componentes físicos, tales como aire, temperatura, relieve, suelos y cuerpos de agua, así como componentes vivos, plantas, animales y microorganismos. (UNDP, 2013. p.1)

La idea de la producción de café con los diferentes cuidados que ello implica, se basa en el bienestar de las comunidades y en las buenas prácticas que permitan el cuidado del medio ambiente, durante todo el ciclo de su desarrollo, es decir, desde que se plantan los árboles productores hasta que se llega al cliente final, es decir al consumidor, comprendiendo que los elementos principales que se deben cuidar es el agua, a través del tratamiento para su purificación y el ciclo del oxígeno para no alterar el procesos de la vida, si se hace un buen uso de los recursos en cada proceso de la producción del café, se logrará la conservación del medio y el cuidado del suelo.

3. METODOLOGÍA

Para la realización de este artículo, se presenta como tipo de investigación el estudio de caso, teniendo en cuenta que básicamente una investigación con un finquero y quienes trabajan en el cultivo del café en esta finca, se hace un diseño descriptivo por medio de la observación y la entrevista, investigando en artículos y de más elementos bibliográficos a los que se puede acceder en el medio masivo internet, de acuerdo a la necesidad investigativa que permita desarrollar el trabajo. También fue necesario conocer aspectos específicos para llegar a la investigación como:

Proceso de observación y entrevista

Para efectuar la recolección de información, fue necesario el proceso de observación y entrevista abierta dirigida al propietario y tres funcionarios de la finca Santa Rosa, con el propósito de tener datos veraces de los

componentes ambientales y de los procesos ejecutados que son de interés para identificar impacto ambiental generados por los cultivos de café.

Información general

Nombre del lugar: Finca Santa Rosa parte alta del Embalse Aguilitas, municipio de El Socorro departamento de Santander.

Fecha de inicio de operaciones: 11 de agosto de 2017.

Productos: Producción de café.

Producción anual: 300 cargas de café (360.000 kilos).

Participantes: 20 Personas

No. de empleados: 6.

Turnos de trabajo: 8 y 12 horas.

Actividad de la empresa: Cultivo y Beneficio del café.

Consumo energía eléctrica: 1020 KWh por mes aproximadamente

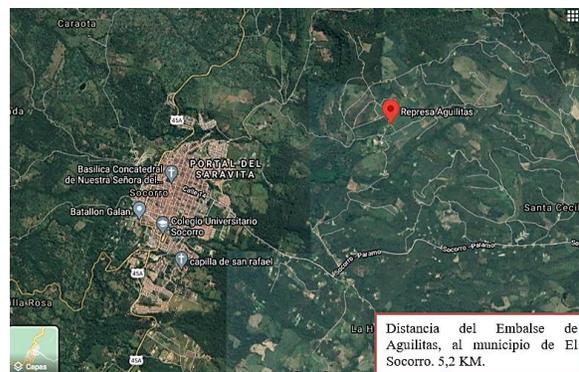
Consumo de combustibles: 5 Gal de gasolina por carga

Consumo de Agua: 62,5 L por carga.

Dirección de la sede principal: Finca Santa Rosa parte alta del Embalse Aguilitas.

Ubicación Geográfica: mediante mapas satelitales.

Figura 1. Embalse aguilitas El Socorro, Santander.

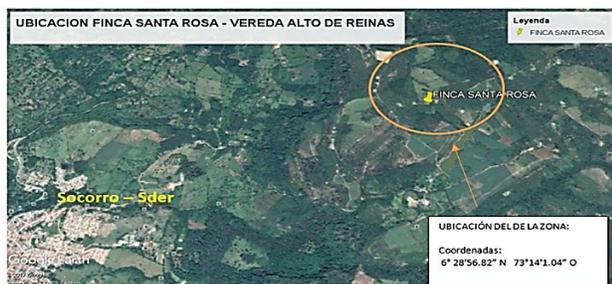


Fuente: Google Maps.

Área de influencia: La finca Santa Rosa se encuentra ubicada en la parte alta del municipio

de El Socorro, cerca al reconocido Embalse Aguilitas, como se muestra en la imagen tomada de Google Earth, tomando como área de influencia 1000 m a la redonda.

Figura 2. Localización finca Santa Rosa.



Fuente: Google Maps.

Clima: de acuerdo al plan de ordenamiento territorial del municipio de El Socorro Santander el factor predominante que el factor que determina el clima del Municipio de El Socorro es la altitud por estar ubicado en la vertiente de la cordillera. Al respecto se encontró:

La temperatura media anual es 20.3 °C en Socorro y la precipitación es 4446 mm, El mes seco es enero, con 168 mm. En julio, la precipitación alcanza su pico, con un promedio de 498 mm. El mes más caluroso del año con un promedio de 20.7 °C de febrero. A 19.8 °C en promedio, noviembre es el mes más frío del año (Alcaldía El Socorro 2020. p. 32).

Adicionalmente, es importante considerar las aguas lluvias que influyen en el beneficio del café, que fluctúan dependiendo de los meses del año. Climate-Data.Org (2021) indica que el valor más bajo de la humedad relativa se mide en febrero (82.63 %). La humedad relativa es más alta en noviembre (88.77 %) y en relación al mes más lluvioso, es julio (29.00 días) y la menor cantidad de días lluviosos se mide en febrero (25.17 días).

Tabla 1. Temperatura anual del municipio de El Socorro, Santander año 2020.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	20.3	20.7	20.7	20.5	20.3	20.2	20.2	20.3	20.3	19.9	19.8	20
Temperatura mín. (°C)	16.9	17.3	17.3	17.2	17	16.5	16.2	16.2	16.4	16.7	16.6	16.6
Temperatura máx. (°C)	24.9	25.5	25.5	25.1	24.7	24.8	24.8	25.1	25	24.5	24.1	24.4
Precipitación (mm)	168	229	354	418	480	488	498	481	413	405	307	205
Humedad(%)	83%	83%	85%	86%	89%	86%	84%	84%	85%	88%	89%	86%
Días lluviosos (días)	21	19	22	21	22	21	22	22	21	22	21	21
Horas de sol (horas)	6.0	5.9	5.7	5.7	6.0	6.6	6.8	6.6	6.4	5.5	5.0	5.6

Fuente: Climate-Data.Org (Investigado noviembre de 2021)

Componente agua: Las investigaciones realizadas anteriormente en la vereda de Alto de reinas, han evidenciado la contaminación de agua por el beneficio del café, lo cual es necesario mejorar, teniendo en cuenta que el impacto que produzca la actividad del cultivo y proceso del café ha de ser satisfactorio. De acuerdo al autor se encontró que:

El procesado del fruto se realiza generalmente mediante el llamado “Beneficio Húmedo del Café”, en el que se consumen grandes cantidades de agua y casi el 80% del fruto, se considera de poco o nulo valor económico y por consiguiente es designado como desecho, el cual se vierte generalmente en los ríos, generando fuertes olores, contaminándolos, más los propios problemas sociales que esta situación trae. (Díaz 2013. p.20)

De acuerdo a lo encontrado en el POT (2020), (Plan de Ordenamiento Territorial) El municipio de “El Socorro en el área urbano se abastece en gran porcentaje por el embalse de Aguilitas, lo que significa que la falta de tratamiento de estos procesos genera impacto en el ambiente y los organismos que la consumen” (p.37), este

aporte es interesante para esta investigación teniendo en cuenta que en esta vereda está ubicada la finca motivo de análisis.

Tabla 2. Inventario del recurso hídrico de la Finca Santa Rosa del municipio de El Socorro.

N.º	Nombre de la fuente de agua	ubicación	origen
1	Aljibe	200 metros de la zona de compostaje de la pulpa de café	nacimiento

Fuente: Elaboración propia

Componente suelo: Mediante investigaciones basadas en el impacto de la zona, se observó que, mediante el proceso del beneficio del café, los lixiviados no cuentan con ningún tipo de tratamiento, poniendo en riesgo a las comunidades y aumentando la contaminación. Según Díaz et al. (2013), “Estos lixiviados llegan al suelo generando fuertes olores en la zona, lo que trae como consecuencia la llegada de vectores que pueden generar enfermedades a los humanos” (p. 24).

La siguiente información indica el área de los cultivos actuales, clasificado según el número y nombre del lote, lo que indica mayor porcentaje de influencia de riesgo en el ambiente.

Tabla 3. Inventario de Lotes en la Finca Santa Rosa.

Finca Santa Rosa -Vereda Alto de Reinas uso actual del suelo			
N.º lote	Nombre del lote	Uso actual	Área en ha
1	El cincho	café	0,64
2	El zancudal	café	5,17
3	El cincho 2	café	0,79
4	El brazil	yuca	1,92
5	El semillero	yuca	0,91
6	La guamera	café	3,57
7	Casa vieja	café	0,57
8	El arrayanal	café	0,65
9	Mata de guadua	café	5,84

Finca Santa Rosa -Vereda Alto de Reinas uso actual del suelo			
N.º lote	Nombre del lote	Uso actual	Área en ha
10	Antena	café	1,53
11	Antena pequeña	café	1,54
único	Cultivo heliconias	heliconias	0,78
único	Cítricos	cítricos	0,22
único	Cultivos transitorios		1,51
único	Zona de protección	bosque	2,7
único	barreras vivas	barreras	1,14
único	quebradas		0,1
único	lagos	piscicultura	0,1
todas	vías		1,14

Fuente: Elaboración propia

Medio biótico: Se considera necesario realizar un inventario de los árboles y animales de la finca santa rosa, para el proceso de cultivo café, donde se pueden generar impactos negativos por las fumigaciones y otras labores, donde podría afectarse las especies nombradas.

Componente flora

Tabla 4. Inventario de árboles finca Santa Rosa.

Finca Santa Rosa - vereda alto de reinas Inventario de arboles			
No lote	Nombre	Especies	Cantidades sembradas
1	El cincho	Anaco	7
		Aro	2
		Balso blanco	5
		Cedro	7
		Galapo	10
		Guamo macho	58
		Guamo santafereño	27
		Pumarroso	3
		Ceibas	2
		Arrayan	1
2	El zancudal	Aro	6
		Balso blanco	23
		Calmo	8
		Galapo	30
		Caucho	19
		Cucharó	26

Impacto ambiental generado por los cultivos de café de la finca santa rosa de El Socorro Santander.

Especialización: Gestión Ambiental

**Finca Santa Rosa - vereda alto de reinas
Inventario de arboles**

No	Nombre lote	Especies	Cantidades sembradas
		Guamo torcido	200
		Cedro	80
		Pumarroso	12
		Elemento	40
6	La Guamera	Guamo torcido	198
		Aro	22
		Balso blanco	36
		Cedro	23
		Galapo	33
		Guamo	51
		Guamo santafereño	87
		Pumarroso	3
Arrayan	11		
10	Antena	Anaco	18
		Aro	2
		Balso blanco	8
		Cedro	12
		Galapo	6
		Guamo macho	98
		Guamo santafereño	17
		Pumarroso	3
Ceibas	2		

Fuente: Elaboración propia.

Componente fauna

Tabla 5. Inventario de animales silvestres Finca Santa Rosa.

Finca Santa Rosa – Vereda Alto de Reinas listado de animales silvestres identificados		
Nº	Nombre del animal silvestre	Lugar en la finca donde habita
1	Azulejos	lotes de café
2	Toche	lotes de café
3	Rabiblancas	lotes de café
4	Pericos	lotes de café
5	Gavilanes	lotes de café
6	Chulos	lotes de café
7	Culebras	lotes de café
8	Mirla	lotes de café
9	Fara	lotes de café
10	Rana platanera	plataneras
11	Colibríes	lotes de café

**Finca Santa Rosa – Vereda Alto de Reinas
listado de animales silvestres identificados**

Nº	Nombre del animal silvestre	Lugar en la finca donde habita
12	Lagartijas	Potreros cercanos a la vivienda
13	Carpinteros	arboles de sombrío
14	Especies migratorias	lotes de café

Descripción del proceso del café

En la finca Santa Rosa de la parte alta del Embalse Aguilitas del municipio de El Socorro la producción de café se realiza en tres etapas:

Cafetal: se realiza en tres subprocesos:

Poda en el cultivo: El control de maleza se realiza mecánica y manualmente para mejorar el crecimiento de la planta.

Fertilización o aplicación de Abonos: La primera aplicación de materia orgánica y se realizó superfinamente a los dos meses después de haberse trasplantado.

Fumigación: El control de plagas se realiza mecánica y manualmente para riego de fertilizantes y para la eliminación de la broca. A los 3 años las plantas comienzan a generar sus primeros granos de café, pero la recolección se realiza después de los 5 años. Cuando la planta tiene un porte demasiado alto se descopa a una altura de 1.80m de manera que la planta comience a producir los granos en las partes bajas y no arriba.

Las plagas que se presentan en los cultivos es la broca, la cual inyecta sus huevos por el ombligo del fruto para que sus larvas se alimenten y la roya que es un hongo que se encuentra en el envés de la hoja, este se controla despejando la maleza de manera que le dé luz y aire cambiando las concisiones de vida del hongo.

Beneficiadero

Recolección: Los recolectores de café son personas de escasos recursos quienes llegan provenientes de diferentes partes del país y

otros son personal local o de sus alrededores, el cultivo les proporciona la posibilidad de tener ingresos para satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vivienda y educación.

Trasporte: El transporte de los granos de café se realiza en sacos los cuales son llevados por camioneta de estaca hasta la cerezadora de café.

Despulpadora: Esta actividad se realiza en una maquina cerezadora de café en donde se separa el grano de café de la cascara o mucilago de café.

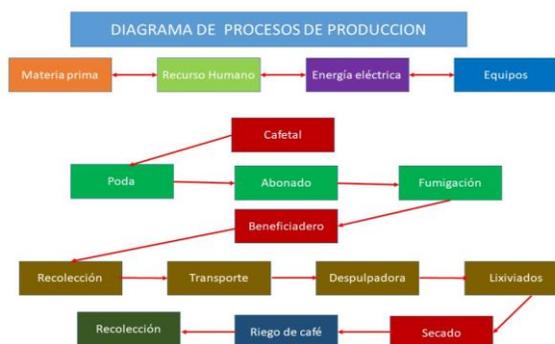
Lixiviados: Este subproducto es vertido de manera inadecuada en el afluente del embalse Aguilitas del Socorro Santander.

Secado

Riego de café: Después de almacenado en costales de fique, se requiere eliminar la mayor cantidad de humedad que queda después de lavado del café.

Recolección: Se realiza en forma manual para su posterior almacenamiento en el silo. Luego de despulpado, el café pasa una pileta en donde se realiza un proceso de lavado para retirar impurezas, terminado este proceso se realiza un pre-secado del café en los patios de la finca en donde se elimina una cantidad de humedad o agua retenida y seguidamente se transporta al silo donde finaliza el proceso de secado.

Figura 3. Diagrama de proceso de producción.



Fuente: Elaboración propia.

4. RESULTADOS

En busca de información para iniciar la realización de este artículo se aplicó una entrevista al dueño de la finca y otra a los empleados que para el caso se les llama obreros, de las respuestas del dueño de la finca se hace el siguiente análisis:

Dice que es dueño de la finca Santa Rosa desde hace ya varios años, parte que heredo de sus padres y otra que le compro a los hermanos, dice que la finca es buena tierra que ya hicieron algunos análisis y que sirve para el cultivo del café, y otros productos incluso el cacao pero por ahora están plantando café; dice que como impacto ambiental se conoce como el bien o el mal que se le hace al medio ambiente, en el caso de los campesinos ,a través del mal uso de los recursos para el desarrollo agrícola, asegura que aún no están muy bien establecidos para hacer un buen uso de los recursos con el beneficio del café, entonces el impacto ambiental no es el mejor.

Afirma que para producir café en la finca realmente no tuvo en cuenta muchos elementos, solo un estudio que realizo una corporación, dieron el resultado y se pensó que podía producir; no mucho, la Federación de Cafeteros de vez en cuando por ahí da charlas y consejos; del beneficio del café también explican algunas cosas y ahí se va adquiriendo conocimiento a través de la experiencia; para

producir café se requiere de muchos elementos naturales con los que por ley natural se requiere de cuidado, pero especialmente con el agua sinceramente es bastante complicado, dentro de la finca hay dos nacimientos de agua, que se comparte con los vecinos y para el acueducto municipal, igual se piensa como el común de las personas que el agua se reproduce sin pérdida, los trabajadores conocen de su oficio por la práctica diaria; realmente se trabaja por la práctica que se ha hecho desde siempre pero no se tienen técnicas específicas; por eso se es consciente que las prácticas tradicionales nos han dado resultados, los vertimientos para conocimiento propio son los lixiviados que salen de las prácticas agropecuarias y que generalmente se llevan a las vertientes de agua viva; como plagas o enfermedades que afectan el cultivo se tiene la broca que es la que más ataca las producciones; los profesionales que envía la federación preparan los trabajadores y a todos sobre diversos temas pero una inversión profesional no se ha hecho.

Luego se entrevistan los 19 trabajadores en grupo, unos trabajan en la finca más de 10 años otros por temporadas y algunos menos de 2 años, pero todos tienen experiencia en los trabajos de beneficios del café, y les gusta trabajar en esta finca porque les permiten realizar diferentes tareas, a diferencia de otras que para que rinda el trabajo cada obrero se encarga de algo específico, todos son obreros rudimentarios no tienen nada tecnificado o no han realizado prácticas de este estilo, todo lo han aprendido en la práctica.

Para el beneficio del café es necesario realizar diferentes actividades prácticas, pero a uno lo capacitan los que tienen conocimiento, es decir que los mismos obreros con experiencia le enseñan a los que llegan nuevos; las prácticas que se han venido desarrollando desde tiempos han sido poco amigables con el medio ambiente, especialmente con el gasto de agua y la contaminación de las fuentes o quebradas,

con los residuos que quedan del café; se piensa que es necesario conocer nuevas prácticas y aplicarlas para cuidar el suelo, el clima, la fauna, la flora pero por sobre todo el agua; son muchos, la siembra, el riego, el abonado, fumigar, recoger, asolear, despulpar, lavar, secar, tostar y muchas otras actividades que se hacen día tras día. Se reconoce la sabiduría por experiencia que siempre pesa en las actividades, pero es necesario comprender que se requiere de cuidar mejor del medio ambiente.

Plan de acción

Teniendo en cuenta la información recolectada se identificó aquellas variables ambientales que están siendo afectadas por el beneficio del café y considerando el desconocimiento por parte de los empleados y del propietario en relación a las consecuencias de estos, se puede considerar importante crear un plan de acción, que promueva el saber y el hacer que estén en función del mejoramiento de sus actividades y la conservación ambiental de la zona.

Es preciso reconocer que la actividad a través de la aplicación de talleres, y luego de haber analizado la información recolectada, puede crear un impacto ambiental bueno para la comunidad que realiza las tareas en la finca Santa Rosa, todo esto porque se recoge información de expertos a través de los videos, que seguramente darán buen resultado en la mente de los trabajadores y propietario de tal finca, buscando especialmente dar un buen uso a lixiviados, para generar recursos orgánicos en beneficio de la misma finca. A continuación, se plantea el proceso educativo que se puede implementar.

Plan de educación ambiental a la población objeto

Taller 1:

Título: Capacitación de la comunidad sobre el beneficio del café.

Objetivo: capacitar a la comunidad objeto de estudio sobre los beneficios que aportan el café y su importancia en la economía nacional frente al mundo.

Participantes: investigador y 20 personas población objeto de estudio (Propietario y empleados u obreros)

Tiempo: 3 horas

Actividades: Reunir a la población, exposición del tema a través de carteleras, aclaración de dudas y respuestas a preguntas.

Metodología: Se cita al encuentro a los participantes vía telefónica, el encuentro se hace en un sitio de la misma finca, allí se expone la importancia del café para la vida del ser humano, para la economía del país y el cuidado que se debe tener al desarrollar esta actividad para no causar daño al medio ambiente, los participantes exponen su conocimiento frente al tema y se hace un debate de preguntas y respuestas.

Se evalúa el taller teniendo en cuenta la participación de los asistentes.

Taller 2:

Título: Sensibilización y concientización a la comunidad respecto al manejo de lixiviados de café.

Objetivo: capacitar a la población objeto de estudio a través de un video sobre cómo manejar los lixiviados del café, para que se haga un buen uso de ellos,

Participantes: investigador y 20 personas población objeto de estudio (Propietario y empleados u obreros)

Tiempo: 3 horas

Actividades: reunir a los participantes en el lugar y presentar el video titulado **Manejo de Aguas del Beneficio del Café; Tips del Profesor Yarumo. Encontrado en <https://www.youtube.com/watch?v=B-1ycurasm0>, luego viene la aclaración de**

dudas, intercambio de ideas, observación de cómo se están manejando las aguas en la finca, inquietudes, preguntas y respuestas.

Metodología: se organiza al grupo para la observación del video, el investigador ha descargado el video en cuestión y lo presenta a la comunidad, se aclaran dudas, se da respuesta a interrogantes que surgen del video.

Se evalúa el taller teniendo en cuenta la participación de los asistentes y el impacto que ha causado en ellos.

Taller 3:

Título: Presentación de estrategias ambientales para la disposición final de lixiviados de café.

Objetivo: Reconocer estrategias ambientales para el tratamiento de los lixiviados del café

Participantes: investigador y 20 personas población objeto de estudio. (Propietario y empleados u obreros)

Tiempo: 3 horas

Actividades: reunir a los participantes en el lugar y presentar el video titulado **Sistema Modular de Tratamiento de Aguas y Lixiviados, Tips del Profesor Yarumo. Encontrado en <https://www.youtube.com/watch?v=79LaLLawjEo>, charla técnica reconociendo el trato que se le está dando a los lixiviados del café, que se han convertido en contaminantes de fuentes de agua viva, reconocimiento de mejoras para bien de la comunidad.**

Metodología: se organiza al grupo para la observación del video, se hacen preguntas de que hacen con los lixiviados, luego se presenta el video, de donde se extraen nuevas ideas para esta actividad, ya observado el video se hacen preguntas y

especialmente se dialoga sobre que adaptar a las actividades de esta finca.

Se evalúa el taller teniendo en cuenta la participación de los asistentes y el impacto que ha causado en ellos.

Taller 4:

Título: Informar acerca de las normativas exigidas por la autoridad ambiental.

Objetivo: Analizar las reglas legales que se han registrado para las actividades de producción del café y el cuidado del medio ambiente

Participantes: investigador y 20 personas población objeto de estudio. (Propietario y empleados u obreros)

Tiempo: 3 horas

Actividades: reunir a los participantes en el lugar acordado para la actividad, y revisar y analizar algunas reglas legales.

Metodología: Se eligen las reglas que se van a analizar y se llevan descargadas para observarlas en el computador, las elegidas son: Ley 76 de 1927 Sobre protección y defensa del café, Decreto Ley 2811 de 1974 Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, Ley 30 de 1990 Ley aprobatoria, Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono, Ley 9 de 1991 Normas generales sobre cambios internacionales y medidas complementarias -Contribución Cafetera, Ley 101 de 1993 Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero, Ley 863 de 2003 Ley normas tributarias -transferencias cafeteras-. , Ley 1021 de 2006 Por la cual se expide la Ley General Forestal, Decreto 1173 de 1991 Por el cual se expiden normas sobre regulación de la política cafetera y se dictan otras disposiciones, Decreto 475 de 1998 Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.

Se evalúa el taller teniendo en cuenta la participación de los asistentes y el impacto

que ha causado en ellos la actividad, el reconocimiento de las leyes.

Taller 5:

Título: Impacto de las actividades en los participantes para mejorar las actividades de producción y proceso del café

Objetivo: evaluar las tareas realizadas para comprender las acciones propicias que traigan impacto positivo para el medio ambiente

Participantes: investigador y 20 personas población objeto de estudio. (Propietario y empleados u obreros)

Tiempo: 3 horas

Actividades: reunir a los participantes en el lugar acordado, analizar los talleres anteriores y evaluar el impacto que ha causado en cada uno de ellos lo expuesto, que tanto han aprendido y si están dispuestos a aplicarlos.

Metodología: Dialogar especialmente que dejen en ellos los videos, si les parece llamativa esta forma de aprender, y si están dispuestos a seguir aprendiendo de esta manera. Cada uno de los participantes expone sus puntos de vista y si hay algo por investigar, se hace en internet para que todo quede claro.

Se evalúa el taller teniendo en cuenta la participación de los asistentes y el impacto que ha causado en ellos la actividad, además de la importancia que le den al tema

Evaluación general de la actividad: la evaluación se hace de acuerdo a las que se han realizado en cada uno de los talleres y además de ello a través de evaluación verbal tomada de acuerdo a los temas y a lo que se vaya presentando, esta se hace al terminar el último taller.

Teniendo como base los videos observados y las prácticas que allí se presentan, luego de hacer un reconocimiento claro, de que lo que está produciendo más contaminación al medio ambiente es las aguas residuales del

proceso, los lixiviados, se puede ver el interés por parte de la población objeto sobre cómo darle un mejor uso a estos desechos, se plantea trabajar estos elementos para la producción de abonos, aprovechado también las conchas del café y las hojas que se pierden, así como los granos que se dañan por contaminación, darles un proceso que permitan su conversión en abono orgánico, para el mismo café o para otros cultivos.

También reconociendo la necesidad de cuidar el agua y que el regadío por tomas, o por dispersión se pierden grandes cantidades, se toma la decisión de suministrarle al cafetal el sistema de agua por goteo, será necesario que el propietario realice una inversión, pero luego dará un ahorro claro, no solo para el caficultor sino para la comunidad en general, porque no habrá pérdida de agua ni tampoco contaminación de las fuentes por las escorrentías, el aprendizaje de las normas reconociendo algunas que no se tenían en cuenta, también será de gran ayuda para no incurrir en errores que se convierten luego en problemas graves; se encuentra un grupo de personas bastante unidas, ya que el propietario contará con el apoyo de todos sus empleados u obreros.

Dentro de esta evaluación es importante señalar que actualmente existen nuevas tecnologías que facilitan el proceso de producción café mitigando el impacto ambiental generado por el beneficio del café. Según Valencia et al. (2005) El beneficio ecológico del café de café sin vertimientos es aquel que se hace un uso racional del agua y se tratan los subproductos como pulpa, mucílago y aguas residuales, de forma que no se generen vertimientos en el proceso. Para ello, los lixiviados generados en el proceso de descomposición de la pulpa se reciclan permanentemente sobre el mismo material, hasta lograr su incorporación completa, y las aguas tratadas, provenientes de los sistemas de

tratamiento, son utilizadas en el riego de los cultivos de la zona. (p.11)

De esta manera se puede incentivar prácticas y estrategias del uso suficiente de agua por parte de los propietarios y utilizar herramientas tecnificadas para de estudios de suelos y determinar si ha sido contaminado o afectado y así incrementar la producción a menor impacto.

5. CONCLUSIONES

Reconociendo la importancia del cuidado del medio ambiente, se encuentra especial interés en el área del Embalse de Aguilitas que abastece el municipio de El Socorro, por lo cual y se toma la finca cafetera “Santa Rosa”, que se encuentra dentro de este perímetro y comprendiendo que las actividades del cultivo y proceso del café, generan grandes cantidades de desechos especialmente de lixiviados, los cuales si no se les da el tratamiento requerido se pueden convertir en fuertes contaminantes, teniendo en cuenta que estos de una o de otra manera son vertidos a las fuentes de agua viva.

Luego de las diferentes actividades realizadas, se reconoce como alta fuente de contaminación, las aguas residuales del proceso o lixiviados, los cuales van a parar a la fuente o quebrada que pasa por la finca, es una tradición que tienen de ello, y que además de contaminar el medio ambiente se está perdiendo como elementos que se pueden transformar en abonos orgánicos para la finca, ya sea para el mismo café o para otros cultivos, por lo cual y luego de realizar las actividades se concluye que se va a trabajar, de acuerdo a los videos observados para tratar estos elementos ofreciendo un mejor impacto ambiental con lo que se está planteando.

El beneficio ecológico del café, se puede hacer a través del sistema modular del tratamiento de aguas o lixiviados, allí se inicia por comprender y llevar a la práctica una actividad

importante donde se deben gastar menos de 10 litros por producción de 1 kilogramo de café, este sistema aun cuando tiene una inversión considerable, es de fácil construcción teniendo en cuenta que se hace a través de tanques y tubos, con trampas específicas en cada tanque para ir reteniendo elementos sólidos que van saliendo del beneficio del café, con la técnica que se utiliza todo va por un sistema de gravedad; se trabaja con 4 tanques y cada uno con su misión específica, los residuos se tratan con apoyo de microorganismos para el trabajo de descomposición, de tal manera que todo vaya fluyendo, además siendo un proceso anaeróbico no se requiere de consumo de oxígeno.

Este sistema de tratamiento de los lixiviados se hace interesante, teniendo en cuenta que de acuerdo a lo que se ha analizado a través de diferentes experiencias, la legislación colombiana a través del Decreto 1594 de 1984, es la que habla claramente sobre usos de agua y residuos líquidos, encontrando que el mucílago del café producto del lavado del café, por ser un líquido viscoso es bastante contaminante, es uno de los elementos de esta actividad que más contamina el medio ambiente, pero que al darle el uso requerido, se puede convertir en un componente importante para la producción de abonos ecológicos, que viene a resultar bastante beneficiosos para el caficultor, eso es bastante interesante en la realización de la investigación.

Otra actividad que se plantea y que parece importante porque deja grandes aprendizajes y beneficios, es la instalación del sistema de regadío por goteo porque de esta forma se está economizando agua en un 60%, las plantas siempre están hidratadas y las escorrentías no perjudican las corrientes de agua, se hace necesario mitigar el daño ecológico que ese está haciendo al medio ambiente, para generar un impacto con mayor responsabilidad que

permita mejorar en todos los aspectos, ya que económicamente el caficultor se beneficia y genera beneficio ecológico.

Se hace necesario solucionar los problemas ecológicos que se generan a través de las prácticas agrícolas, esa es la interesante tarea del ingeniero ambiental, y a través de trabajo mancomunado con los que se dedican a este tipo de actividades se pueda generar un mejor impacto ambiental, teniendo presente que la agricultura se desarrolla mediante actividades tradicionales; sin contar que el medio ambiente se debe cuidar, aplicar lo aprendido en el transcurso de la formación profesional, en las prácticas diarias y en lo que se reconoce en las consultas que otros investigadores han dejado; propiciar un impacto ambiental sano, no es solo una tarea de una profesión sino una obligación que como seres humanos se tiene con el espacio que nos permite vivir.

Es importante el análisis de la legislación consultada para el desarrollo de los talleres, allí fue posible reconocer como por desconocimiento de la normatividad, los campesinos agricultores, no solo los cafeteros cometen muchos errores mediante sus actividades prácticas, para este artículo se investiga y se trabaja con las que se relacionan directamente con los caficultores, especialmente cuando se refiere al beneficio del café; quedando claro con la población objeto que es de especial comprensión, sobre lo que ello implica, y que es de beneficio no solo para la comunidad como seres humanos sino para propiciarle vida a todo lo que nos rodea.

En estas actividades es importante reconocer la responsabilidad que deben asumir aquellos que son propietarios de tierras que producen cosechas y contratan personal, que realizan prácticas tradicionales sin dimensionar actualmente, la influencia que ejerce en la población en general y es visto como un ingreso económico para el sostenimiento, más no se han analizado a nivel general lo que

produce y puede llegar a impactar de forma incorrecta el medio ambiente.

Las tareas realizadas para la elaboración de este artículo, afianza conocimientos importantes no solo para la población objeto sino para el investigador en su formación profesional, comprendiendo que el cuidado del medio ambiente ha de ser la preocupación del ser humano; y que para cada práctica agrícola que se desarrolle se requiere de acciones que generen un impacto ambiental sano, para beneficio propio y del mundo en general; los agricultores especialmente los cafeteros necesitan de la orientación, que los lleve a implementar nuevas acciones que permitan la realización de sanas prácticas agrícolas, para originar un buen impacto ambiental.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Baker, P. y Hagggar, J. (2019). El sector del café y el cambio climático. Centro de comercio internacional. Encontrado en <https://www.laguiaidelcafe.org/guia-del-cafe/el-cambio-climatico/El-Sector-del-Cafe-y-el-cambio-climatico/>
- Climate-Data.org. (2021). Climograma Socorro. Encontrado en <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/santander/socorro-50039/>
- Díaz, S. Vesga, E. y Vega, H. (2013). identificación del manejo de subproductos del beneficio del café en las fincas localizadas en la parte alta de la microcuenca La Sancotea, Vereda Alto de Reinas, Socorro-Santander. Revista Centauro. Encontrado en <file:///D:/sony/Downloads/2359-Texto%20del%20art%C3%ADculo-3617-1-10-20180906.pdf>
- El Centro Nacional de Investigación del Café. (2008). Fertilización los de cafetales Encontrado en <https://www.cenicafe.org/es/documents/cartillaCafeteraCapitulo7.pdf>
- El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Minambiente presenta nueva Norma de Vertimientos que permitirá mejorar la calidad agua del país. Encontrado en <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/1700-minambiente-presenta-nueva-norma-de-vertimientos-que-permitira-mejorar-la-calidad-agua-del-pais>.
- El Socorro (2020). Plan de Ordenamiento Territorial. Encontrado en https://www.crcm.gov.co/recursos_user/infraestructura/conceptos_2020/936_SANTANDER_SO CORRO_Acreditado.pdf
- Federación Nacional de Cafeteros en Colombia. (2021). Café de Santander. Encontrado en <https://santander.federaciondecafeteros.org/cafe-de-santander/>
- Gómez, G. (2010). Cultivo y beneficio del café. Revista de geografía agrícola. Encontrado en <https://www.redalyc.org/pdf/757/75726134008.pdf>
- Novedades Agrícolas. (2017). Consejos para desarrollar una Agricultura Sostenible y respetuosa con el Medio Ambiente. NOVAGRIC. Encontrado en <https://www.novagric.com/es/blog/articulos/consejos-agricultura-sostenible-respetuosa-con-el-medio-ambiente>
- Petrich, I. (2019). Café de calidad y sostenibilidad ambiental ¿Cómo lograrlo? Perfect Daily Grind. Encontrado en <https://perfectdailygrind.com/es/2019/09/12/cafe-de-calidad-y-sostenibilidad-ambiental-como-lograrlos/>
- Prieto, A., Angarita, J., Curtidor, L. y Almeida, J. (2014). Caracterización física y microbiológica de un suelo contaminado por residuos líquidos de café. Revista Centauro. Encontrado en <file:///D:/sony/Downloads/2423-Texto%20del%20art%C3%ADculo-3717-1-10-20180906.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2013). Documento de apoyo de medio ambiente. Encontrado en <https://eird.org/pr14/cd/documentos/espanol/Publicacionesre levantares/Recuperacion/5-Medio-Ambiente.pdf>
- Puerta, G., Gonzalez, F., Correa, A., Alvarez, I., Ardila, J., Giron, O., Ramirez, C., Baute, J., Sanchez, P., Santamaria, M. y Montoya, D. (2016). Diagnóstico de la calidad del café según altitud, suelos y beneficio en varias regiones de Colombia. Cenicafé. 67(2), 15-51. Encontrado en <https://www.cenicafe.org/es/publications/2.Diagnostico.pdf>
- Román, J. (2004). El beneficiado del café ¿Fue un factor de contaminación en la segunda mitad del siglo XIX?. Dialnet. Encontrado en

file:///D:/sony/Downloads/Dialnet-ElBeneficiadoDelCafe-755834.pdf
Setuáin, B. y García, M. (2016). Vertimientos. Researchgate. 173-218. Encontrado en https://www.researchgate.net/publication/326549743_Vertimientos
Valencia, N., Sanz, J., Oliveros, C. y Ramírez, C. (s.f.). Beneficio del café en Colombia. Cenicafé.

Encontrado en
file:///D:/sony/Downloads/Beneficio-del-cafe-en-Colombia.pdf

ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN LA FINCA EL PORVENIR

Willmar Jose Galvis Cala ¹

willmarj-galvisc@unilibre.edu.co ¹ Ingeniero Ambiental

ISSN: 2590-6704

RESUMEN

Esta monografía presenta una comparación de los valores de los elementos mayores y menores presentes en el suelo de la finca El Porvenir ubicada en el municipio de El Socorro Santander con coordenadas 6°27'45.90"N y 73°14'48.78"O. Cuenta en su suelo con los nutrientes requeridos para los cultivos de banano, cítricos, mango y café, dados por diferentes fuentes bibliográficas revisadas y el análisis de suelo realizado en predio el porvenir en el año 2018, con esto se busca conocer si el suelo de este predio presenta la calidad adecuada para realizar dichas actividades de producción agrícola o qué tipo de correcciones habría que hacerle para que dichos cultivos puedan establecerse de manera adecuada, incrementando la productividad agrícola.

Palabras Clave: *Calidad, análisis de suelos, pH, materia orgánica, elementos mayores, elementos menores, correcciones, producción agrícola.*

ABSTRACT

This monograph presents a comparison of the values of the major and minor elements present in the soil of the el porvenir farm located in the municipality of El Socorro Santander with coordinates 6 ° 27'45.90 "N and 73 ° 14'48.78" W. It has in its soil the nutrients required for the crops of Banana, citrus, mango and coffee, given by different bibliographic sources reviewed and the soil

analysis carried out on the el porvenir farm in 2018, with this it seeks to know if the soil of This property is of adequate quality to carry out said agricultural production activities or what type of corrections should be made so that said crops can be established properly, increasing agricultural productivity.

Keywords: *Quality, soil analysis, pH, organic matter, major elements, minor elements, corrections, agricultural production.*

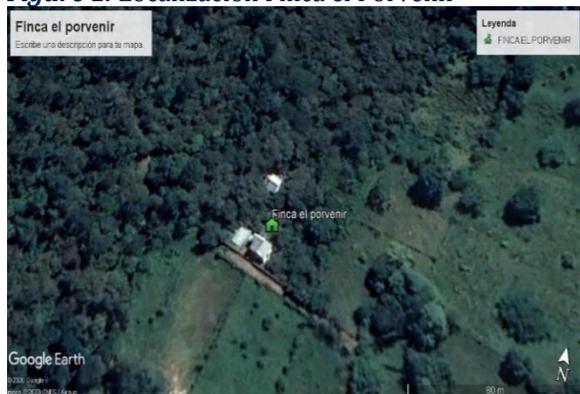
1. INTRODUCCIÓN

La calidad de los suelos es un factor muy importante para asegurar el desarrollo y la producción agrícola de los cultivos, teniendo en cuenta los niveles de elementos o valores nutricionales presentes en el suelo en mayor o menor medida. Se trata de sustancias de origen químico disueltas en él, necesarias para el óptimo crecimiento y desarrollo normal de las plantas establecidas en él, estos elementos son fundamentales, ya que en caso de que el suelo presente una deficiencia de uno de estos, los cultivos presentarán problemas nutricionales, parásitos y enfermedades que provocan reducciones en su producción y también pérdidas económicas irreparables.

El presente trabajo tiene como objetivo comparar los elementos presentes en suelo de la finca El Porvenir, el pH y el contenido de materia orgánica, obtenidos de los resultados del análisis del suelo realizado por la entidad AGRILAB en el año 2018. Comparados con las tablas de los valores nutricionales requeridos dados por diferentes autores, si son adecuados para la producción agrícola en la finca El

Porvenir en los cultivos de mango, cítricos, banano y café.

Figure 1. Localización Finca el Porvenir



Fuente: Elaboración propia utilizando Google Earth pro.

2. MARCO REFERENCIAL

La evaluación de la calidad del suelo es importante para así lograr determinar si un sistema de producción agrícola es sostenible ya sea de corto o largo plazo. Esta evaluación permite dimensionar el deterioro de la funcionalidad del ecosistema, posterior al deterioro del suelo, el cual es causado por fenómenos como lo son la erosión, compactación, pérdida de nutrientes, contaminación, cambios de pH y aumento de la solubilidad de metales pesados, disminución de densidad y disminución de actividad biológica y de reversión; que son causados principalmente por la implementación de prácticas de gestión inadecuadas. Por ejemplo, dado que los sistemas naturales están vinculados al cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación, la degradación del suelo debido a la conversión de sistemas naturales a la agricultura o la ganadería, es uno de los principales impulsores del cambio ambiental global. El uso excesivo de productos químicos agrícolas causa la contaminación del suelo y el agua (Wang et al., 2012). Teniendo en cuenta la

situación anterior, conduce a una disminución de la calidad del suelo porque reduce su producción orgánica, la protección del medio ambiente y el apoyo a la salud humana.

La calidad de los suelos depende casi en su totalidad de las propiedades físicas, químicas y biológicas de las cuales, dependiendo de su variabilidad puede ser parcial o temporal, la sensibilidad a los cambios en el manejo y uso del suelo, puede provocar una clara discriminación en los sistemas de manejo, cuya respuesta es rápida de cambiar y fácil de interpretar y ejecutar, y que pueden utilizarse como indicadores de calidad (Gil-Stores et al., 2005; De la Rosa, 2005; Cantú et al., 2007).

Por lo tanto, esta naturaleza profunda se puede utilizar como un mecanismo analítico para detectar tendencias y determinar si el sistema de gestión actual ha conservado, mejorado o degradado los recursos del suelo. Como todos sabemos, un indicador es una variable que puede agregar o simplificar información muy relevante, de manera que se perciba el fenómeno o la situación preocupante, y se trate de cuantificar, medir y transmitir información relevante sobre el proceso y las características. de una manera fácil de entender (Luters & Salazar, 1999).

Los indicadores de calidad se consideran fuentes de conocimiento muy importantes porque ayudan a formular estrategias y acciones de ordenamiento territorial y brindan información preventiva temprana que ayuda a prevenir situaciones; de manera similar, toman decisiones para los agricultores. También son indispensables al mismo tiempo, ya que también son cruciales en la formulación de políticas para proteger los recursos del suelo (Doran & Zeiss, 2000; Karlen et al., 2003). En el campo de la restauración o restauración ecológica, la investigación de la

calidad del suelo puede seleccionar y adaptar indicadores de evaluación y control que pueden desarrollar y promover prácticas de manejo que no dañen el suelo.

Los indicadores deben ser preferentemente variables cuantitativas (valores numéricos), aunque también pueden ser cualitativos, nominales, de intervalo u ordinales, especialmente cuando no se dispone de información cuantitativa, una propiedad no es cuantificable si el costo de cuantificación es demasiado alto (Cantú et al., 2007). Entender que el suelo es un recurso natural y un sistema muy complejo que permite sustentar actividades productivas es costoso establecer una única medida física o química que refleje su calidad debido a su gran variabilidad (Bandick & Dick, 1999).

Los indicadores de calidad se pueden dividir en cuatro categorías: indicadores visuales, físicos, químicos y biológicos (Luters & Salazar, 1999; De la Rosa, 2005). Los indicadores visuales pueden obtenerse mediante visitas de campo, así como las percepciones de los agricultores sobre el conocimiento local. que se basan fundamentalmente en la observación e interpretación fotográfica; un ejemplo podría ser la exposición del subsuelo, su cambio de color, la presencia de barrancos, estancamientos persistentes, presencia de maleza, escorrentías, mal desarrollo de la vegetación, etc. Todos estos son claros indicios de la calidad del suelo que se ha visto alterada y está en peligro (Navarrete et al., 2011).

Los indicadores físicos están relacionados con el tamaño, disposición y disposición de las partículas del suelo, los más relevantes son porosidad, densidad aparente, resistencia a la penetración, capacidad de retención de agua, conductividad hidráulica, estabilidad y tamaño de los agregados, profundidad y finalmente

textura. Los indicadores antes mencionados reflejan principalmente límites en el crecimiento de raíces, emergencia de plántulas, infiltración o movimiento de agua dentro del perfil del suelo, retención, transferencia y ciclo de nutrientes e intercambio óptimo. de gas (Luters & Salazar, 1999; Schoenholtza et al., 2000).

Normalmente un suelo de buena calidad no debe presentar compactación, reflejando baja densidad aparente con baja resistencia a la penetración, de esta manera no tiene resistencia mecánica al avance de la raíz. Además, la ausencia de compactación genera una porosidad óptima y adecuada que a su vez facilita la aireación, el drenaje y el almacenamiento de agua, cubriendo así las necesidades que requiere la planta, principalmente en épocas de sequía. Los indicadores edáficos sensibles a las variaciones inducidas por el manejo deben ser evaluados y comparados con el paso del tiempo para conocer su respuesta en el corto, mediano y largo plazo, a partir de lo anterior sobre las propiedades presentes en el suelo que es importante a destacar. En cuanto a textura y profundidad, que son propiedades que cambian muy poco con el tiempo debido al uso o manejo del suelo, por tanto, y teniendo en cuenta la importancia y la influencia que estos ejercen sobre otras propiedades edáficas, siendo en particular la importancia de la textura, cuyo uso como indicador es cuestionable. Lo anterior, se asocia a que la textura, por citar solo un ejemplo, solo cambia en periodos geológicos o cataclismos y, por tanto, cambia el uso o manejo del suelo provocando alteraciones en dicha propiedad (Schoenholtza et al., 2000; Vallejo et al., 2012).

Los propios indicadores de calidad química incluyen atributos que afectan la relación entre el suelo y las plantas, la calidad del agua, la

capacidad de amortiguación del suelo y el uso de agua y nutrientes por parte de los cultivos. y microbiano. Estos son los atributos químicos más utilizados. Indicadores excepcionales: pH, conductividad, contenido orgánico, capacidad de intercambio catiónico y otros nutrientes (nitrógeno total, nitrato, amonio, relación carbono / nitrógeno, contenido efectivo de fósforo total y potasio) (De la Rosa, 2005; De la Rosa & Sobral, 2008).

Estos indicadores revelan estándares de fertilidad (pH, contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio). Esto es muy importante en términos de productividad agrícola. Sin embargo, es importante mencionar que uno de los mayores problemas con el uso de las propiedades químicas como indicadores es que varían mucho según la estacionalidad. En los sistemas agrícolas tradicionales, los alimentos suelen derivarse de la mineralización de materia orgánica (como los fertilizantes). Pero en ambos casos están controlados por pH (determinando el estado químico y disponibilidad de elementos) y capacidad de intercambio catiónico o CIC (determinando la capacidad de retención o almacenamiento de los alimentos). Actualmente, debido a la implementación de fertilizantes endémicos y orgánicos, y el aporte de humus vegetal, árboles y arbustos al sistema, es posible cambiar el “agua” de los nutrientes disponibles, como lo evidencia el aumento o disminución de indicadores. Tales como el contenido total de nitrógeno Ntotal, amonio, nitrato, concentración de fósforo, porcentaje de carbono orgánico y otros productos químicos de metales alcalinos.

Uno de los principales criterios de un indicador es su capacidad para representar un servicio en cuestión. El carbono orgánico total (COT), por citar solo un ejemplo, es un indicador clave de los suelos agrícolas, ya que

su relación positiva con la productividad de los cultivos está ampliamente documentada (SQI, 1996; Karlen et al., 2013). Además, sin embargo, el índice COT se ha utilizado tradicionalmente como indicador de calidad. Se pudo observar un cambio muy lento, relativamente estable en el tiempo. Por tanto, se considera insuficiente evaluar el impacto de la implementación en el corto plazo (menos de cinco años) de las actividades agronómicas establecidas en el largo plazo (más de 25 años) de la forma habitual (De la Paz-Jiménez et al., 2002; Haynes, 2005; Weil & Magdoff, 2004). El contenido de COT se considera un parámetro estable en comparación con las fracciones de C lábiles o ligeras con biomasa microbiana edáfica (Bonanomia et al., 2011).

Las fracciones de CO inestables o activas reaccionan rápidamente y no solo reaccionan de manera más sensible a los cambios en la gestión agrícola. Además, son más importantes que total organic carbon (TOC) desde un punto de vista agronómico y productivo (Tan et al., 2007; Xu et al., 2011; Zhou et al., 2012). Esto se relaciona, con el hecho de que una MO inestable tiene un significado especial para el buen funcionamiento del ecosistema edáfico, pues además de cumplir la función de reserva alimentaria, es una fuente de energía importante para los organismos heterótrofos (Galantini & Suñer, 2008).

Finalmente, existen indicadores biológicos relacionados con la efectividad de los organismos esofágicos para descomponer los residuos animales y vegetales en el suelo. En vista de la situación anterior, ya que el aporte de nutrientes efectivos en el suelo (mediante mineralización de materia orgánica) y el aporte de humus (humectación de residuos orgánicos frescos) a cultivos o ecosistemas naturales pueden ser controladas, se pueden realizar funciones muy importantes. Esto está

nuevamente relacionado con la fertilidad global. En indicadores biológicos, incluyendo la determinación de microorganismos y macroorganismos, así como sus enzimas y productos biológicos (SQI, 1996).

Algunos ejemplos de los indicadores comúnmente utilizados en proceso de “respiración del suelo” son: la biomasa microbiana, el número de especies y grupos presentes en la fauna del suelo (biodiversidad del suelo), así como las pruebas de actividades enzimáticas, que tienen como indicadores del balance de la actividad metabólica de los microorganismos y las difíciles propiedades biológicas tienen la ventaja de actuar como los primeros signos tanto de degradación como de mejoramiento del suelo (Bandick & Dick, 1999; Cantú et al. , 2007; Vallejo et al. , 2012). De estos, los microbiológicos y bioquímicos son considerados los más sensibles y valiosos para interpretar la dinámica de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes; dan una respuesta rápida a los cambios en el manejo del suelo, son sensibles al estrés ambiental y en su mayoría son fáciles de medir en el laboratorio, lo que los hace ideales para su implementación en diferentes programas de control.

Por tanto, la existencia, carencia, densidad y actividad propia de dichos organismos los hace un buen indicador de la calidad del suelo para varios ecosistemas. Ya descritos los indicadores, conviene recordar que la mayoría de los autores, reconocen la importancia de integrar diferentes parámetros físicos, químicos y biológicos. Además, también se recomienda considerar la heterogeneidad de los métodos utilizados para determinar las mismas variables o factores, que variarán según el campo de observación utilizado. Por lo tanto, la evaluación de la calidad del suelo se ha convertido en el tema de varias

recomendaciones, incluidos varios parámetros del suelo.

Sin embargo, parece haber consenso en la necesidad de contar con un conjunto mínimo de datos que permita cuantificar la calidad del suelo a estudiar. Esto incluye propiedades a nivel físico, tales como: textura, tasa de infiltración, profundidad de la raíz, capacidad de retención de agua, densidad aparente, ligada a esto, también hay propiedades a nivel químico como: C orgánico total, pH, niveles de nutrientes y conductividad eléctrica. (Quintero, 2013)

Finalmente, se encuentran las siguientes propiedades biológicas que son: C y N de la biomasa microbiana, N posiblemente mineralizable y respiración del suelo. Sin embargo, muchas de las características incluidas en el grupo de datos no cumplen con los requisitos necesarios como indicadores de calidad en el suelo (por ejemplo, textura, C orgánico total, Bandick & Dick, 1999; Paudel et al., 2011).

El suelo es un recurso esencial para la vida y puede promover el crecimiento de plantas, animales y humanos. Sin embargo, aún no se han reconocido todas las funciones que realiza, por lo que el concepto general de suelo fértil se refiere a sus propiedades químicas, es decir, la disponibilidad de los principales macroelementos (nitrógeno, fósforo y potasio).

En los últimos años se han propuesto nuevas definiciones que integran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, así como su sostenibilidad, capacidad para producir alimentos saludables y reducir la contaminación ambiental. Sin embargo, todavía no existe un estándar universal para evaluar los cambios en la calidad del suelo, por lo que se utilizan indicadores de atributos del suelo sensibles al manejo y las condiciones

ecológicas ambientales y otras características que pueden evaluar su estado. En general, Se tiene como objetivo contribuir al conocimiento del nuevo concepto de calidad del suelo en función de su función; definir indicadores biológicos, físicos y químicos y la relación entre ellos; y describir algunas investigaciones sobre indicadores de calidad que se realizan en Cuba como herramientas de gestión para la toma de decisiones (Y. García et al., 2012).

La mayoría de los procesos que tienen lugar en los sistemas agrícolas utilizan el suelo como un centro regulador clave; en este entendimiento, su vulnerabilidad, su formación y renovación son lentas, y se reconocen los diversos servicios que el suelo brinda al ser humano; el suelo no solo representa una gran parte de la biodiversidad de la Tierra, sino que también proporciona la base material para la mayoría de las actividades humanas. Conduciendo a los principales componentes de la biosfera. Tradicionalmente, la investigación del suelo siempre ha estado vinculada a las necesidades del suelo. La agronomía, por tanto, sus conceptos e inferencias no deben sorprendernos. Posteriormente, hubo una aplicación en manejo agrícola. Incrementar la producción agrícola es el primer objetivo. Manejo orientado al suelo en modelos agrícolas basados en principios similares para cualquier actividad industrial (Labrador, 2008).

El análisis de suelos es una herramienta muy útil para diagnosticar problemas. Recomendaciones de dieta y fertilizantes. Destaca por sus ventajas. Como es un método rápido y económico, puede ser ampliamente utilizado por agricultores y empresas. La interpretación del análisis, se basa en la correlación y calibración con la reacción de la planta a una determinada velocidad de aplicación. Proporcionar alimento. El análisis

de suelos se basa en las siguientes teorías: "Crítico" para el método analítico utilizado y la respuesta cultural a la aplicación de un nutriente en particular. Si el contenido de nutrientes es menor o mayor que el valor crítico, se observa el crecimiento de las plantas hasta cierto punto, dependiendo de la concentración que sea negativa o positiva (Molina, 2007).

Mediante la utilización del análisis del suelo se puede determinar qué elementos hacen falta en este para el establecimiento de un cultivo en particular, de esta manera aplicar las dosis de fertilizantes o nutrientes que la planta requiera para su óptimo crecimiento, incrementando así su producción dejando una buena rentabilidad para el productor.

La evaluación de la calidad puede mejorar la respuesta de los recursos, tales como: pérdida de suelo causada por la erosión, deposición de sedimentos causada por el viento o las inundaciones, infiltración y reducción del agua de lluvia, endurecimiento de la superficie, pérdida de nutrientes, pérdida de materia orgánica, cambio de pH, pérdida de nutrientes, uso de metales pesados aumento de la tasa, etc (Barrios, 2002).

El suelo es parte de la naturaleza y la biodiversidad, compuesto por minerales, agua, aire y seres vivos; según los hábitos y costumbres personales, su uso es esencialmente cultural. Según normas, reglas o sociedad, comunidad o país. También son esenciales para la estructura y funcionamiento del ciclo del agua, aire, nutrición y biodiversidad. Esto se debe a que el suelo es una parte integral del suelo. Ciclo biogeoquímico, distribución, transporte, almacenamiento y transformación de materiales y energía necesarios para la vida en la tierra. Aunque la tierra es importante, el uso

insostenible de la tierra y otras actividades humanas conducen a la degradación de la tierra. La tierra, por el impacto en ecosistemas, comunidades de organismos biológicos (Colombia & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

El pH es una de las variables más importantes en los suelos agrícolas, ya que afecta directamente la absorción de nutrientes por las plantas del suelo y la descomposición de muchos procesos químicos que tienen lugar en el suelo. En general, el valor de pH óptimo de estos suelos se debe cambiar entre 6.5 y 7.0 para obtener el mejor rendimiento y la máxima productividad, porque este es el rango en el que los nutrientes se absorben con mayor facilidad, por lo que está más provisto de los mejores nutrientes. Por el contrario, algunos nutrientes (generalmente oligoelementos) y cultivos se adaptan mejor al pH ácido o alcalino (Agropal, 2016).

Las pruebas de suelo de rutina son una guía para describir la disponibilidad de nutrientes y el potencial de absorción de nutrientes en los cultivos. Las pruebas de suelo tradicionales miden solo una fracción de los nutrientes totales disponibles en el suelo. El suelo contiene una gran cantidad de nutrientes esenciales necesarios para el crecimiento de las plantas, pero solo una pequeña fracción (generalmente menos en el área "central" (posiblemente 1%) del suelo) puede absorberlos. La liberación de nutrientes al suelo y la aplicación sólida de fertilizantes y otros aditivos orgánicos representan una serie de procesos químicos, microbiológicos y físicos muy complejos (Espinoza et al., 2010).

La agricultura es una de las actividades principales desarrolladas por las comunidades en las zonas rurales. Varias situaciones pueden afectar la vida de los agricultores y sus

sistemas agrícolas, por ejemplo: la política agrícola, crecimiento urbano, migración nacional e internacional, falta de incentivos para las zonas rurales y degradación ambiental. Los sistemas agrícolas tradicionales más conocidos son la milpa, los sistemas de roza y quema, la porcelana, los huertos, los sistemas agroforestales, el riego y las plataformas agrícolas. La investigación sobre la agricultura tradicional mexicana muestra que los agricultores han practicado una variedad de sistemas durante cientos de años (Valbuena-Calderón et al., 2016).

3. METODOLOGÍA

En la finca El Porvenir la cual está comprendida por un área neta de 1,6 hectáreas, se realizó un estudio de calidad del suelo en el año 2018 por parte de la entidad AGRILAB. Para la producción agrícola de café, plátano, mango y cítricos, de la siguiente manera:

Se realizó la toma de muestras de suelo para su respectivo análisis, considerando que todas las siembras de los diferentes cultivos tienen la misma edad, se procedió a dividir el área de siembra en doce zonas representativas y cinco muestras por zona una profundidad de 30 centímetros (cm), bajo la gotera del árbol (plato) (zona donde se aplica el fertilizante a la planta), mezclándolas homogéneamente y obteniendo una muestra de 2 kilos, empacada y rotulada para ser enviada al laboratorio de AGRILAB para su respectivo análisis.

Ya enviados los resultados del análisis de suelo por parte del laboratorio, se da comienzo a hacer la comparación de los valores nutricionales presentes en el suelo analizado, con los valores químicos y físicos de suelo requeridos para los cultivos de plátano, cítricos, mango y café. Determinando así su calidad, es decir si es apto o no para la implementación de los cultivos ya mencionados y en dado caso de presentar

deficiencias en algunos elementos, aplicar correctivos y especificar la razón de su aplicación.

Los resultados del análisis del suelo deben considerarse indicadores, lo que significa que no representan la cantidad de nutrientes realmente disponibles en el suelo. Por lo tanto, es mejor considerar estos resultados de manera cualitativa que cuantitativa. Teniendo en cuenta que estos índices de usabilidad corresponden a métodos específicos de extracción o cultivo, esto es muy importante. La interpretación del análisis, se basa en los resultados de las pruebas de campo, de las cuales se pueden derivar suficientes categorías de nutrientes, tales como: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

Con el análisis de resultados se llega a determinar qué tipo de recomendaciones se han de seguir en lo que a enmiendas, abonos y fertilizantes deben ser aplicados al suelo para que el sistema de producción agrícola sea altamente productivo y rentable.

4.1 Valores nutricionales requeridos para cultivo de mango vs análisis de suelo.

En la figura 2 se aprecian los valores de materia orgánica (MO) obtenidos por el análisis de suelo realizado previamente a la finca El Porvenir por parte de la entidad AGRILAB, en el año 2018 (AGRILAB, 2018). El cual indica, que el porcentaje de (MO) presente en el suelo, el cual corresponde a un 6,74%. Para el cultivo de mango, según (Huete & Arias, 2007) los porcentajes de materia orgánica requeridos están entre el 2,0% - 4,0% de (MO).

El suelo de la finca El Porvenir excede en un 2,74% la cantidad de (MO) máximo contemplado por los autores antes mencionados.

Figure 2. Localización Finca el Porvenir



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel

En la figura número 3 se aprecian el potencial de hidrogeno (pH) obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir por parte de la entidad AGRILAB, en el año 2018 (AGRILAB, 2018). El cual indica que la cantidad de (pH) presente en el suelo, es de 5,68 pH_unit. Para el cultivo de mango según (Huete & Arias, 2007) los porcentajes de hidrogeno requeridos están entre el 5,50 pH_unit - 7,0 pH_unit de (pH).

El potencial de hidrogeno de la finca El Porvenir se encuentra en un rango medio, siendo de 5,68 pH_unit. Dando a entender que el (pH) presente en el suelo es apto para el cultivo de mango.

Figura 3. (pH) finca El Porvenir vs (pH) requerido para Mango



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel

En la figura número 4 se aprecian los valores de Nitrógeno (N) obtenidos por el análisis de suelo realizado previamente a la finca El Porvenir por parte de la entidad AGRILAB, en el año 2018 (AGRILAB, 2018). El cual indica que el porcentaje de (N) presente en el suelo, es de 0,326%. Para el cultivo de mango (Huete &

Arias, 2007). Los porcentajes de nitrógeno requeridos están entre el 0,20% - 0,50% de (N).

El Nitrógeno (N) presente en la finca El Porvenir se encuentra en un rango medio el cual es 0,326%. Lo cual según los autores antes mencionados indican que el suelo de la finca el provenir es apto para el cultivo de mango.

Figura 4. (N) finca El Porvenir vs (N) requerido para Mango.



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel

4.2 Valores nutricionales para mango vs resultados de análisis de suelo (ppm)

En la figura 5, se aprecian los valores de Cobre (Cu) 0,390 mg/kg-ppm, Hierro (Fe) 69,06 mg/kg-ppm, Manganeso (Mn) 6,0 mg/kg-ppm, Zinc (Zn) 2,05 mg/kg-ppm, Boro (Br) 2,05 mg/kg-ppm y Fosforo (P) 8,77 mg/kg-ppm, obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir por parte de la entidad AGRILAB(AGRILAB, 2018), tal y como se aprecia en la tabla número 1. Para el cultivo de mango según (Huete & Arias, 2007) los valores requeridos de los nutrientes antes mencionado son: Cobre (Cu) 1,70/kg-ppm - 3,4 mg/kg-ppm, Hierro (Fe) 56 mg/kg-ppm - 112 mg/kg-ppm, Manganeso (Mn) 28 mg/kg-ppm - 112 mg/kg-ppm, Zinc (Zn) 1,7 mg/kg-ppm - 3,4 mg/kg-ppm, Boro (Br) 0,5 mg/kg-ppm - 8 mg/kg-ppm y Fosforo (P) 13 mg/kg-ppm - 30 mg/kg-ppm.

Figura 5. (ppm) finca El Porvenir vs (ppm) requerido para Mango.



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

Con todo lo anterior, la finca El Porvenir según el análisis de suelo realizado por la entidad AGRILAB en el año 2018 muestra que el suelo de la finca El Porvenir respecto a la concentración presente de en el suelo de Cobre (Cu) esta 1,31 mg/kg-ppm por debajo de rango mínimo establecido por el autor, el Hierro (Fe) por otra parte se encuentra en un rango medio estando 42,4 mg/kg-ppm por debajo de rango máximo y 13,6 mg/kg-ppm por encima del rango mínimo, el Manganeso (Mn) se encuentra en un rango bajo estando 22,0 mg/kg-ppm por debajo del rango mínimo establecido, al igual que el Cobre (Cu) el Zinc (Zn), se encuentra en un rango medio de 0,35 mg/kg-ppm por encima del rango mínimo y 1,35 mg/kg-ppm por debajo del rango máximo para cultivo de mango, el Boro (Br) de igual manera se encuentra en un rango medio 1,55 mg/kg-ppm por encima del rango mínimo y 5,95 mg/kg-ppm, finalmente el Fosforo (P) el cual presenta poca presencia en el suelo estando 4,23 mg/kg-ppm por debajo del rango mínimo requerido para el apto cultivo de mango.

Teniendo en cuenta lo anterior para el cultivo de mango, el suelo de la finca El Porvenir presenta unas condiciones favorables para su cultivo, salvo por el déficit de Cobre (Cu), Fósforo (P) y Manganeso (Mn).

Tabla 1. (ppm) finca El Porvenir vs (ppm) requerido para Mango.

Variable	Expresión	Resultados análisis de suelos (mg/kg-ppm)	Rango mínimo (Mango)	Rango máximo (Mango)	Unidades
Cobre	Cu	0,390	1,70	3,4	ppm
Hierro	Fe	69,6	56	112	ppm
Manganeso	Mn	6,00	28	112	ppm
Zinc	Zn	2,05	1,7	3,4	ppm
Boro	B	2,05	0,5	8	ppm
Fósforo	P	8,77	13	30	ppm

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

4.3 Valores nutricionales requeridos para cultivo de mango vs análisis de suelo (meq/100g).

En la Figura 6 se pueden observar los valores de Potasio intercambiable (K) 0,108 meq/100g, Calcio intercambiable (Ca) 1,00 meq/100g, Magnesio intercambiable (Mg) 0,230 meq/100g, Sodio intercambiable (Na) 0,230 meq/100g, obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir por parte de la entidad AGRILAB (AGRILAB, 2018), tal y como se aprecia en la tabla número 1. Para el cultivo de mango según (Huete & Arias, 2007) los valores requeridos de los nutrientes antes mencionado son: Potasio intercambiable (K) 0,384 meq/100g - 0,716 meq/100g, Calcio intercambiable (Ca) 4,99 meq/100g - 12,5 meq/100g, Magnesio intercambiable (Mg) 1,5 meq/100g - 2,05 meq/100g, Sodio intercambiable (Na) 0,04 meq/100g - 0,48 meq/100g.

Figura 6. (meq/100g) finca El Porvenir vs (meq/100g) requerido para Mango.



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

Con lo anterior, la finca El Porvenir respecto a los valores observados en la tabla número 2 el Potasio intercambiable (K), se encuentra por debajo de rango mínimo 0,276 meq/100g, contemplado en la tabla antes mencionada, de igual forma con el Calcio intercambiable (Ca) el cual está 3,99 meq/100g por debajo del rango mínimo establecido por el autor, por último el magnesio intercambiable (Mg) esta 1,27 meq/100g por debajo del rango mínimo; por otra parte el Sodio intercambiable (Na) es el único de la tabla antes mencionada que se encuentra en un rango medio estando 0,25 meq/100g por debajo del rango máximo establecido y 0,19 meq/100g por encima del rango mínimo para mango.

El suelo de la finca El Porvenir presenta un déficit en los nutrientes siguiente nutrientes (k), (Ca) y (Mg) siendo solo el Sodio intercambiable (Na) el único nutriente en un rango medio para el cultivo de mango.

Tabla 2. (meq/100g) finca El Porvenir vs (meq/100g) requerido para Mango.

Variable	Expresión	Resultados análisis de suelo finca el porvenir (meq/100g)	Rango mínimo (Mango)	Rango máximo (Mango)	Unidades
Potasio intercambiable	K	0,108	0,384	0,716	meq/100 g
Calcio intercambiable	Ca	1,00	4,99	12,5	meq/100 g
Magnesio intercambiable	Mg	0,230	1,5	2,05	meq/100 g
Sodio intercambiable	Na	0,230	0,04	0,48	meq/100 g

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

4.4 Valores nutricionales requeridos para cultivo de cítricos vs análisis de suelo

En la Figura 7 se observan los porcentajes de materia orgánica (MO) obtenidos por el análisis de suelo realizado previamente a la finca El Porvenir por parte de la entidad AGRILAB, en el año 2018 (AGRILAB, 2018). El cual indica, que el porcentaje de (MO) presente en el suelo es de 6,74%. Para el cultivo de cítricos según (A. García, 2010) los porcentajes de materia orgánica requeridos están entre el 0,4% - 3,0% de (MO).

Figura 7. (MO) finca El Porvenir vs (MO) requerido para Cítricos.



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

El suelo de la finca El Porvenir excede en un 3,74% la cantidad de (MO) máximo contemplado por el artículo antes mencionado.

Figura 8. (pH) finca El Porvenir vs (pH) requerido para Cítricos.



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

En la figura 8, se observan los valores de potencial de hidrógeno (pH) obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir por parte de la entidad AGRILAB, en el año 2018. El cual indica, que el pH del suelo es de 5,68 pH_unit. Para el cultivo de cítricos según el documento (A. García, 2010) Los valores de potencial de hidrógeno requeridos se encuentran entre el 6,6 pH_unit - 7,5 pH_unit de (pH).

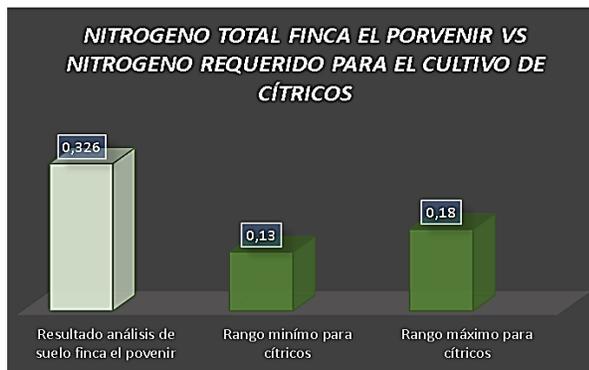
El suelo de la finca, se encuentra por debajo de los valores mínimos estando 0,82 pH_unit por debajo de los valores mínimos requeridos, según el documento previamente mencionados.

En la figura 9, se aprecian los valores de Nitrógeno (N) presentes en el suelo, obtenidos por el análisis de suelo realizado previamente a la finca El Porvenir por parte de la entidad AGRILAB, en el año 2018 (AGRILAB, 2018). El cual indica que el porcentaje de (N) presente en el suelo, es de 0,326%. Para el cultivo de cítricos

según (A. García, 2010) los porcentajes de nitrógeno requeridos están entre el 0,13% - 0,18% de (N).

El Nitrógeno presente en la finca El Porvenir excede en un 0,146% la cantidad de (N) máximo contemplado por el artículo antes mencionado.

Figura 9. (N) finca El Porvenir vs (N) requerido para Cítricos.



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

4.5 Valores nutricionales para cítricos vs resultados de análisis de suelo (ppm).

En la figura 10, se observan los valores de Cobre (Cu) 0,390 mg/kg-ppm, Hierro (Fe) 69,06 mg/kg-ppm, Manganeso (Mn) 6,0 mg/kg-ppm, Zinc (Zn) 2,05 mg/kg-ppm, Boro (Br) 2,05 mg/kg-ppm y Fosforo (P) 8,77 mg/kg-ppm, obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir de parte de la entidad AGRILAB (AGRILAB, 2018), tal y como se aprecia en la tabla número tres. Para el cultivo de cítricos según (A. García, 2010) los valores requeridos de los nutrientes antes mencionado son: Cobre (Cu) 1,00 mg/kg-ppm - 30,0 mg/kg-ppm, Hierro (Fe) 25,0 mg/kg-ppm - 50,0 mg/kg-ppm, Manganeso (Mn) 5,6 mg/kg-ppm - 10,0 mg/kg-ppm, Zinc (Zn) 1,8 mg/kg-ppm - 3,5 mg/kg-ppm, Boro (Br) 0,25 mg/kg-ppm - 0,5 mg/kg-ppm y Fosforo (P) 9,00 mg/kg-ppm - 80,00 mg/kg-ppm.

Por otra parte, el boro (Br) presente en el suelo de la finca El Porvenir excede al rango máximo requerido por el autor.

Figura 10. (ppm) finca El Porvenir vs (ppm) requerido para Cítricos.



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

Con esto en cuenta la finca El Porvenir según el análisis de suelo realizado por la entidad AGRILAB en el año 2018 muestra que el suelo de la finca El Porvenir respecto a la concentración de Cobre (Cu) se encuentra 0,61 mg/kg-ppm por debajo del rango mínimo requerido, Hierro (Fe) se encuentra en un rango medio estando 44,6 mg/kg-ppm por encima del rango mínimo establecido por el autor y 19,6 mg/kg-ppm por debajo del rango mínimo para cítricos, el Manganeso (Mn), se encuentra de igual forma en un rango medio estando 4,00 mg/kg-ppm por debajo de rango máximo y 1,00 mg/kg-ppm superior al rango mínimo establecido, de la misma manera el Zinc (Zn) se encuentra en un rango medio de 0,25 mg/kg-ppm por encima del rango mínimo y 1,3 mg/kg-ppm por debajo del rango máximo para cultivo de mango, el Boro (Br) se encuentra en un rango superior excediendo 1,55 mg/kg-ppm el rango máximo, finalmente el Fosforo (P), se encuentra en un rango relativamente bajo estando 0,23 mg/kg-ppm por debajo del rango mínimo y requerido para el apto cultivo de cítricos.

Teniendo en cuenta, lo anterior para el cultivo de cítricos en el suelo de la finca El Porvenir presenta unas condiciones favorables para el cultivo de esta fruta, salvo por el déficit de Cobre (Cu) y en menor medida el Fosforo (P).

Tabla 3. (ppm) finca El Porvenir vs (ppm) requerido para Cítricos.

Variable	Expresión	Resultados análisis de suelos (mg/kg-ppm)	Rango mínimo (Cítricos)	Rango máximo (Cítricos)	Unidades
Cobre	Cu	0,390	1,00	30,0	ppm
Hierro	Fe	69,6	25,0	50,0	ppm
Manganeso	Mn	6,00	5,0	10,0	ppm
Zinc	Zn	2,05	1,8	3,5	ppm
Boro	B	2,05	0,25	0,5	ppm
Fósforo	P	8,77	9,00	80,00	ppm

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

4.6 Valores nutricionales requeridos para cultivo de cítricos vs análisis de suelo (meq/100g).

En la figura 11, se pueden observar los valores de Potasio intercambiable (K) 0,108 meq/100g, Calcio intercambiable (Ca) 1,00 meq/100g, Magnesio intercambiable (Mg) 0,230 meq/100g, Sodio intercambiable (Na) 0,230 meq/100g, obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir de parte de la entidad AGRILAB, (AGRILAB, 2018) tal y como se aprecia en la tabla número 4. Para el cultivo de cítricos según (A. García, 2010) los valores requeridos de los nutrientes antes mencionado son: Potasio intercambiable (K) 0,153 meq/100g - 1,662 meq/100g, Calcio intercambiable (Ca) 6,10 meq/100g - 16,00 meq/100g, Magnesio intercambiable (Mg) 0,230 meq/100g - 6,00 meq/100g, Sodio intercambiable (Na) 0,17 meq/100g - 0,24 meq/100g.

Figura 11. (meq/100g) finca El Porvenir vs (meq/100g) requerido para Cítricos.

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

Con lo anterior, se puede establecer que los nutrientes del suelo en la finca El Porvenir respecto a los valores observados en la tabla número 4, el Potasio intercambiable (K) se encuentra por debajo de rango mínimo 0,045 meq/100g, contemplado en la tabla antes mencionada, de igual forma con el Calcio intercambiable (Ca) el cual está 5,10 meq/100g por debajo del rango mínimo establecido por el autor, por último el magnesio intercambiable (Mg) esta 2,77 meq/100g por debajo del rango mínimo; por otra parte el Sodio intercambiable (Na) es el único que se encuentra en un rango medio estando 0,01 meq/100g por debajo del rango máximo establecido y 0,06 meq/100g por encima del rango mínimo para cítricos.

El suelo de la finca El Porvenir presenta en este un déficit en los nutrientes siguiente nutrientes (K), (Ca) y (Mg) siendo solo el Sodio intercambiable (Na) el único nutriente en un rango medio.

Tabla 4. (meq/100g) finca El Porvenir vs (meq/100g) requerido para Cítricos.

Variable	Expresión	Resultados análisis de suelo finca el porvenir (meq/100g)	Rango mínimo (Cítricos)	Rango máximo (Cítricos)	Unidades
Potasio intercambiable	K	0,108	0,153	1,662	meq/100 g
Calcio intercambiable	Ca	1,00	6,10	16,00	meq/100 g
Magnesio intercambiable	Mg	0,230	3,00	6,00	meq/100 g
Sodio intercambiable	Na	0,230	0,17	0,24	meq/100 g

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

4.7 Valores nutricionales requeridos para el cultivo de plátano vs análisis de suelo.

Los porcentajes de materia orgánica (MO) obtenidos por el análisis de suelo realizado previamente a la finca El Porvenir de parte de la entidad AGRILAB, (AGRILAB, 2018) en el año 2018. El cual indica que el porcentaje de (MO) presente en el suelo, es de 6,74%. Para el cultivo de Plátano según (Osorio, 2012) los porcentajes de materia orgánica requeridos están entre el 2,0% - 5,0% de (MO).

La (MO) presente en el suelo de la finca El Porvenir excede en un 1,74% la cantidad de (MO) máximo contemplado por el autor antes mencionado.

En cuanto al potencial de hidrogeno (pH) obtenidos por el análisis de suelo realizado previamente a la finca El Porvenir por parte de (AGRILAB, 2018). El cual indica que el porcentaje de (pH) presente en el suelo es de 5,68 pH_unit. Para el cultivo de plátano según (Osorio, 2012) el potencial de hidrogeno requerido esta entre el 6,50 pH_unit-7,5 pH_unit de (pH).

El potencial de hidrogeno de la finca El Porvenir se encuentra en un rango medio, siendo de 5,68 pH_unit. Dando a entender que el (pH) presente en el suelo es apto para el cultivo de plátano.

Los valores de nitrógeno (N) obtenidos por el análisis de suelo realizado previamente a la finca El Porvenir por parte de la entidad (AGRILAB, 2018). El cual indica que el

porcentaje de (N) presente en el suelo, es de 0,326%. Para el cultivo de plátano según (Osorio, 2012) los porcentajes de materia orgánica requeridos están entre el 0,40% - 0,80% de (N).

El nitrógeno presente en la finca El Porvenir está por debajo del rango mínimo para la producción de plátano requerida según el autor antes mencionado la cual es de 0,40% de (N), en pocas palabras el suelo de la finca El Porvenir esta un 0,074% de (N) por debajo del mínimo requerido.

4.8 Valores nutricionales para plátano vs resultados de análisis de suelo (ppm).

Los valores de Cobre (Cu) 0,390 mg/kg-ppm, Hierro (Fe) 69,06 mg/kg-ppm, Manganeseo (Mn) 6,0 mg/kg-ppm, Zinc (Zn) 2,05 mg/kg-ppm, Boro (Br) 2,05 mg/kg-ppm y Fosforo (P) 8,77 mg/kg-ppm, obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir de parte de la entidad AGRILAB (AGRILAB, 2018), tal y como se aprecia en la tabla número 5. Para el cultivo de plátano según (Osorio, 2012) los valores requeridos de los nutrientes antes mencionado son: Cobre (Cu) 1,00/kg-ppm - 3,00 mg/kg-ppm, Hierro (Fe) 25 mg/kg-ppm - 50,0 mg/kg-ppm, Manganeseo (Mn) 5 mg/kg-ppm - 10 mg/kg-ppm, Zinc (Zn) 1,5 mg/kg-ppm - 5,0 mg/kg-ppm, Boro (Br) 0,5 mg/kg-ppm - 1,0 mg/kg-ppm y Fosforo (P) 5,00 mg/kg-ppm - 30,00 mg/kg-ppm.

Con esto en cuenta la finca El Porvenir según el análisis de suelo realizado por la entidad AGRILAB en el año 2018 muestra que el suelo

de la finca El Porvenir respecto a la concentración presente de en el suelo de Cobre (Cu) presenta un déficit de 0,61 mg/kg-ppm por debajo del rango mínimo establecido por el autor, por otra parte el Hierro (Fe) se encuentra en exceso con 19,6 mg/kg-ppm por encima del rango máximo establecido por el autor, el Manganeseo (Mn) se encuentra en un rango medio estando 4,00 mg/kg-ppm por debajo de rango máximo y 1,00 mg/kg-ppm superior al rango mínimo establecido, de la misma manera el Zinc (Zn) se encuentra en un rango medio de 0,55 mg/kg-ppm por encima del rango mínimo y 2,95 mg/kg-ppm por debajo del rango máximo para cultivo de plátano, el Boro (Br) al igual que el hierro se encuentra en exceso 1,05 mg/kg-ppm por encima del rango máximo, finalmente el Fosforo (P) el cual presenta un rango de presencia media en el suelo estando 3,77 mg/kg-ppm, por encima del rango mínimo y 22,77 mg/kg-ppm por debajo del rango máximo requerido para el óptimo cultivo de plátano.

4.9 Valores nutricionales requeridos para cultivo de plátano vs análisis de suelo (meq/100g).

Los valores de Potasio intercambiable (K) 0,108 meq/100g, Calcio intercambiable (Ca) 1,00 meq/100g, Magnesio intercambiable (Mg) 0,230 meq/100g, Sodio intercambiable (Na) 0,230 meq/100g, obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir de parte de la entidad AGRILAB (AGRILAB, 2018). Para el cultivo de plátano según (Osorio, 2012) los valores requeridos de los nutrientes antes mencionado son: Potasio intercambiable (K) 0,10 meq/100g - 0,40 meq/100g, Calcio intercambiable (Ca) 3,00 meq/100g - 6,00 meq/100g, Magnesio intercambiable (Mg) 1,5 meq/100g - 2,5 meq/100g, Sodio intercambiable (Na) 0,5 meq/100g - 1,00 meq/100g.

Con lo anterior, en consideración la finca El Porvenir respecto a los valores observados, el Potasio intercambiable (K) se encuentra en rango medio con 0,008 meq/100g por encima del rango mínimo y 0,292 meq/100g por debajo del rango máximo, por otra parte el Calcio intercambiable (Ca) se encuentra en un rango medio 2,00 meq/100g por encima del rango mínimo y 5,00 meq/100g por debajo del rango máximo establecido por el autor, de igual forma con el magnesio intercambiable (Mg) el cual está en un rango bajo con 1,27 meq/100g por debajo del rango mínimo establecido, finalmente el Sodio intercambiable (Na) se encuentra en rango bajo en el suelo con 0,27 meq/100g por debajo del rango mínimo para plátano.

El suelo de la finca El Porvenir presenta un déficit en los nutrientes siguiente nutrientes (Ca), (Mg) y (Na), siendo solo el Sodio intercambiable (K), el único nutriente en un rango medio.

4.10 Valores nutricionales para café vs resultados de análisis de suelo (ppm).

Los valores de Cobre (Cu) 0,390 mg/kg-ppm, Hierro (Fe) 69,06 mg/kg-ppm, Manganeseo (Mn) 6,0 mg/kg-ppm, Zinc (Zn) 2,05 mg/kg-ppm, Boro (Br) 2,05 mg/kg-ppm, Fosforo (P) 8,77 mg/kg-ppm y Azufre (S) 8,70 mg/kg-ppm. Obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir de parte de la entidad AGRILAB (AGRILAB, 2018). Para el cultivo de café según (Inglés, 1999) los valores requeridos de los nutrientes antes mencionado son: Cobre (Cu) 1,3/kg-ppm - 2,5 mg/kg-ppm, Hierro (Fe) 20,00 mg/kg-ppm - 100 mg/kg-ppm, Manganeseo (Mn) 2,00 mg/kg-ppm - 10,00 mg/kg-ppm, Zinc (Zn) 2,0 mg/kg-ppm - 5,0 mg/kg-ppm, Boro (Br) 0,5 mg/kg-ppm - 10 mg/kg-ppm, Fosforo (P) 15 mg/kg-ppm - 30 mg/kg-ppm y Azufre (S) 30,0 mg/kg-ppm - 60,0 mg/kg-ppm.

Teniendo en cuenta lo anterior, la finca El Porvenir según el análisis de suelo realizado por la entidad AGRILAB en el año 2018

muestra que el suelo de la finca El Porvenir respecto a la concentración presente de en el suelo de Cobre (Cu) se encuentra en un rango bajo con 0,91 mg/kg-ppm por debajo del rango mínimo requerido por el autor, el Hierro (Fe) por otro lado, se encuentra en un rango medio con 49,6 mg/kg-ppm por encima del rango mínimo y 30,4 mg/kg-ppm por debajo de rango máximo establecido por el autor, el Manganeso (Mn) de igual manera se encuentra en un rango medio estando 4,00 mg/kg-ppm por debajo de rango máximo y 4,00 mg/kg-ppm superior al rango mínimo establecido, de la misma manera el Zinc (Zn) se encuentra en

un rango medio de 2,00 mg/kg-ppm por encima del rango mínimo y 2,95 mg/kg-ppm, por debajo del rango máximo para cultivo de café, el Boro (Br) a diferencia de los antes mencionados se encuentra en exceso con 1,05 mg/kg-ppm por encima del rango máximo, el Fosforo (P) presenta poca presencia en el suelo estando 6,23 mg/kg-ppm por debajo del rango mínimo y finalmente el Azufre (S), al igual que el fósforo se encuentra en un rango bajo con 21,3 mg/kg-ppm por debajo del mínimo requerido para el apto cultivo de café.

Tabla 5. (ppm) finca El Porvenir vs (ppm) requerido para Café.

Variable	Expresión	Resultados análisis de suelos (mg/kg-ppm)	Rango mínimo (Café)	Rango máximo (Café)	Unidades
Cobre	Cu	0,390	1,3	2,5	ppm
Hierro	Fe	69,6	20,0	100,0	ppm
Manganeso	Mn	6,00	2,0	10,0	ppm
Zinc	Zn	2,05	2,0	5,0	ppm
Boro	B	2,05	0,5	1,0	ppm
Fósforo	P	8,77	15,00	30,0	ppm
Azufre	S	8,70	30,0	60,0	ppm

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

4.11 Valores nutricionales requeridos para cultivo de café vs análisis de suelo (meq/100g)

En la figura 12, se observan los valores de Potasio intercambiable (K) 0,108 meq/100g, Calcio intercambiable (Ca) 1,00 meq/100g, Magnesio intercambiable (Mg) 0,230 meq/100g, Sodio intercambiable (Na) 0,230 meq/100g, obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir por parte de la entidad (AGRILAB, 2018), para el cultivo de café según (Inglés, 1999) los valores requeridos de los nutrientes antes mencionado son: Potasio intercambiable (K) 0,3 meq/100g - 0,6 meq/100g, Calcio intercambiable (Ca) 3,00 meq/100g - 6,00 meq/100g, Magnesio intercambiable (Mg) 1,5 meq/100g - 3,00

meq/100g, Sodio intercambiable (Na) 0,04 meq/100g - 0,48 meq/100g.

Figura 12. (meq/100g) finca El Porvenir vs (meq/100g) requerido para Café.



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

Con esto en cuenta, el suelo de la finca El Porvenir la disponibilidad de el Potasio intercambiable (K) se encuentra por debajo de rango mínimo 0,192 meq/100g, de igual forma con el Calcio intercambiable (Ca) el cual está 2,00 meq/100g por debajo del rango mínimo establecido por el autor, por último el magnesio intercambiable (Mg) esta 1,27 meq/100g por debajo del rango mínimo; por otra parte el Sodio intercambiable (Na) es el único que se

encuentra en un rango medio estando 0,19 meq/100g, por debajo del rango máximo establecido y 0,25 meq/100g por encima del rango mínimo para café.

El suelo de la finca El Porvenir, presenta un déficit en los nutrientes siguiente nutrientes (k), (Ca) y (Mg) siendo solo el Sodio intercambiable (Na) el único nutriente en un rango medio.

Tabla 6. (meq/100g) finca El Porvenir vs (meq/100g) requerido para Café.

Variable	Expresión	Resultados análisis de suelo finca el porvenir (meq/100g)	Rango mínimo (Café)	Rango máximo (Café)	Unidades
Potasio intercambiable	K	0,108	0,3	0,6	meq/100 g
Calcio intercambiable	Ca	1,00	3,0	6,0	meq/100 g
Magnesio intercambiable	Mg	0,230	1,5	3,0	meq/100 g
Sodio intercambiable	Na	0,230	0,04	0,48	meq/100 g

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

5. CONCLUSIONES

La calidad del suelo de la finca El Porvenir cumple con la mayoría de los niveles de elementos estimados para la producción agrícola.

Se deben realizar las correcciones en los niveles de los elementos presentes en el suelo dados en las recomendaciones.

Se debe realizar análisis de suelos cada dos años para monitorear los niveles de los elementos presentes y así hacer sus respectivas correcciones mediante implementación de un plan de fertilización para mantener excelentes producciones.

Basándose en los resultados obtenidos del análisis de suelos realizado en la finca El Porvenir (AGRILAB, 2018) comparado con los requerimientos de nutrientes que debe tener el suelo dado por diferentes autores mencionados previamente en el documento, para determinar la calidad de este en la producción agrícola de mango, cítricos, plátano y café, analizados en este estudio se recomienda hacer las siguientes correcciones:

Para la producción de mango se debe realizar la corrección de las siguientes deficiencias de cobre, manganeso, fósforo, como se ve en la figura 5 potasio, calcio y magnesio como se muestra en la figura número 6 (Asohofrucol, 2013).

Para la producción de cítricos se debe realizar la corrección de las siguientes deficiencias de pH como se aprecia en la figura número 8, cobre, fósforo figura 10, potasio, calcio y magnesio. Como se ve evidencia en la figura 1 (González Segnana, 2019).

Para la producción de plátano se debe realizar la corrección de las siguientes deficiencias de pH figura 13, nitrógeno figura 14, cobre figura 15, calcio y magnesio figura 16 (Guerrero, 2010).

Para la producción de café, se debe realizar la corrección de las siguientes deficiencias de nitrógeno, cobre, fósforo, azufre, potasio, calcio y magnesio. (INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, 2019).

Se recomienda utilizar los siguientes productos comerciales para la corrección de la deficiencia antes mencionada:

Para el control del pH se recomienda el utilizar CAL DOLOMITA (ENLASA, 2013).

Para la corrección de la deficiencia de fósforo se debe aplicar roca fosfórica o fosforita Huila (FOSFATOS DEL HUILA, 2013).

Para la corrección de la deficiencia nitrógeno, fósforo y potasio, existen fuentes simples como la urea con un 45% de nitrógeno, DAP “fosfato diamónico” (Giraldo, 2013), 10-30-10 (Monómeros Colombo Venezolanos S.A., 2013) que contiene 10% de nitrógeno, 30% de fósforo y 10% de potasio, 15-15-15 (Nutrición de plantas S.A., 2013) que contiene 15% de nitrógeno, 15% de fósforo y 15% de potasio y 11% de azufre.

Para corregir la deficiencia de los elementos menores como el cobre, calcio, magnesio, azufre, manganeso, mediante la aplicación de fertilizantes compuestos como el abotek (Abonos Colombinos S.A., 2013) y la mezcla cafetera “ferticrop” (PRECISAGRO, 2013).

6. BIBLIOGRAFÍA

- Abonos Colombinos S.A. (2013). Ficha técnica ABOTECK grado 15-4-23-4. <https://recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/HojasSeguridad/Files/Fichas/FTAbotek201462995320.pdf>
- AGRILAB. (2018). Análisis para producción de Café Finca el porvenir.

- Agropal. (2016, noviembre 8). [Es]El pH del suelo en la agricultura[:fr]Le pH du sol [:]. Agropal. <http://www.agropal.com/es/el-ph-del-suelo/>
- Análisis para producción de Café_Finca el porvenir_AGRILAB_2018.pdf. (s. f.). Asohofrucol. (2013). Modelo Tecnológico para el cultivo del mango en el Valle del alto Magdalena en el Departamento del Tolima. http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_264_MP_Mango.pdf
- Barrios. (2002). Criterios de calidad de suelo agrícola. http://biblioteca-digital.sag.gob.cl/documentos/medio_ambiente/criterios_calidad_suelos_aguas_agricolas/pdf_suelos/3_calidad_suelo_uso_agricola.pdf
- Colombia & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Política para la gestión sostenible del suelo.
- ENLASA. (2013). Ficha técnica CAL DOLOMITA. http://enlasa.swproyectos.com/sites/default/files/ft_cal_dolomita_1.pdf
- Espinoza, L., Slaton, N., & Mozaffari, M. (2010). Como Interpretar los Resultados de los Análisis de Suelos. 4.
- FOSFATOS DEL HUILA. (2013). Ficha técnica FOSFORITA 28P. <http://fosfatosdelhuila.com/fhportal/descargas/FICHA%20TECNICA%20FOSFORITA%2028P%20V.3%20-%20copia.pdf>
- García, A. (2010). Manejo de suelos y diseño de la nutrición en cultivos de Cítricos, Fertilizante y Suelo. <https://es.scribd.com/presentation/324422651/biblioteca-67-Manejo-de-suelos-y-diseno-de-la-nutricion-en-cultivos-de-citricos-1-pptx>
- García, Y., Ramírez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: Una nueva manera de evaluar este recurso. Pastos y Forrajes, 35(2), 125-138.
- Giraldo, F. J. L. (2013). Ficha técnica DAP 18-46-0.
- González Segnana, L. R. (2019). Guía técnica cultivo de cítricos. https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/officethers/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_03.pdf
- Guerrero, M. (2010). GUIA TÉCNICA DEL CULTIVO PLATANO. <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20CULTIVO%20PLATANO%202011.pdf>
- Huete, M., & Arias, S. (2007). MANUAL PARA LA PRODUCCIÓN DE MANGO. 45.
- Inglés, M. F. M. (1999). MANUAL PARA UNA CAFICULTURA SOSTENIBLE EN PUERTO RICO. 36.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. (2019). Manual de producción sostenible de café. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/8726/BVE20037756e.pdf?sequence=1>
- Labrador, J. (2008). MANEJO DEL SUELO EN LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA. 47.
- Molina, I. E. (2007). Análisis de suelos. 8.
- Monómeros Colombo Venezolanos S.A. (2013). Hoja de seguridad 10-30-10. <http://www.monmeros.com/descargas/hs10-30-10.pdf>
- Nutrición de plantas S.A., E. (2013). Ficha técnica tripe 15 el ruso 15-15-15. 2.
- Osorio, N. W. (2012). COMO INTERPRETAR LOS RESULTADOS DEL ANALISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO. 1(6), 3.
- PRECISAGRO. (2013). Ficha técnica fertiCROP 16-3-25+2Mgo+3.5S. <https://recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/HojasSeguridad/Files/Fichas/FT17-5-27201875134636.pdf>
- Quintero, V. (2013). Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos a través del componente microbiano: Experiencias en sistemas silvopastoriles. Colombia Forestal, 16, 83. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.fo r.2013.1.a06>
- Valbuena-Calderón, O. E., Rodríguez-Pérez, W., & Suárez-Salazar, J. C. (2016). Calidad de suelos bajo dos esquemas de manejo en fincas cafeteras del sur de Colombia. Agronomía Mesoamericana, 28(1), 131. <https://doi.org/10.15517/am.v28i1.21092>

ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA HOTELES CAMPESTRES EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER

Ivan Alejandro Perez Alvarez ¹, ¹Ingeniero Ambiental

Yerson Fabian Mejía Benitez ², ²Ingeniero Ambiental

ISSN: 2590-6704

RESUMEN

Analizando la problemática por la cual, los sistemas naturales y la biodiversidad de algunos municipios del departamento Santander están pasando a causa de las aguas servidas en el ejercicio y desarrollo de las actividades hoteleras rurales que impulsan la economía de estas zonas, se han presentado diferentes afectaciones a las fuentes hídricas donde se vierten los residuos producidos por dichos establecimientos; los principales vertimientos de contaminantes son vertidos en las quebradas, en donde se ha alertado a las autoridades ambientales quienes tienen la obligación de proceder para mitigar los impactos y daños ambientales, la mayoría de estos establecimientos no cuentan con una infraestructura adecuada para el manejo de dichas aguas servidas, con la consecuencia de convertirse en un potencial foco de contaminación para los cuerpos de aguas y suelos. Traen diversas afectaciones en la salud de las comunidades aledañas, ecosistemas y especies de animales que se abastecen de este recurso, se busca mejorar la calidad del agua y reducir la contaminación del recurso hídrico en diferentes zonas de Colombia, buscando una alternativa de tratamiento para las aguas residuales del gremio hotelero rural. Con base a esto se determinará una buena alternativa para mejorar las condiciones de calidad de efluentes con un tratamiento de estas aguas servidas antes de ser vertidas.

Palabras Clave: Agua residual, contaminantes, calidad del agua, contaminación, hoteles

campestres, medio ambiente, normatividad ambiental tratamiento de aguas.

ABSTRACT

Analyzing the problem by which the natural systems and biodiversity of some municipalities of the Santander department are experiencing sewage in the exercise and development of rural hotel activities that drive the economy of these areas, different effects have been presented to the water sources where the waste produced by said establishments is dumped; The main dumping of pollutants is observed in the streams, it is already an alert for the environmental authorities who have the obligation to proceed to mitigate environmental impacts and damages, most of these establishments do not have adequate infrastructure for the management of said sewage, with the consequence of becoming a potential source of contamination for water bodies and soils. They bring various effects on the health of the surrounding communities, ecosystems and animal species that are supplied with this resource, they seek to improve the quality of the water and reduce the contamination of the water resource in different areas of Colombia, seeking an alternative treatment for the waters residuals of the rural hotel union. Based on this, a good alternative will be determined to improve effluent quality conditions with a treatment of these sewage before being discharged.

Keywords: Residual water, pollutants, water quality, contamination, country hotels,

environment, environmental regulations, water treatment.

1. INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales son de vital importancia para la vida y son aquellos que nos provee la naturaleza, nos ayudan a contribuir con el bienestar y desarrollo del ser humano en diferentes aspectos “El recurso hídrico, un recurso vital para el desarrollo de la humanidad, del cual se abastecen para su supervivencia y para sus actividades económicas, el incremento de la población ha ocasionado serias problemáticas en cuanto al uso indiscriminado del recurso, como también en su contaminación, esto ha causado un deterioro importante en este mismo” (WIKI, 2007).

La contaminación que ha provocado el ser humano en Colombia, ha tenido como consecuencia afectaciones a los recursos naturales, en especial el agua y debido a los vertimientos que generan diariamente en el desarrollo turístico en los municipios, implica la generación de residuos en los periodos de temporadas altas en donde se incrementa la estadia de la población en hoteles campestres, estos exceden la contaminación en cuerpos de agua ocasionando una problemática grave pues el recurso hídrico en áreas rurales es escaso y la implementación o uso de un sistema de tratamiento para las aguas servidas ha sido un desafío por sus altos costos, esta problemática se da en países que están creciendo o en vía de desarrollo así como “en Colombia, donde se ha convertido en uno de los problemas ambientales más críticos y crecientes. La descarga de aguas residuales domésticas y los vertimientos agropecuarios están contaminando los ríos, las aguas subterráneas, los humedales y las represas de agua, causando un grave daño al medio ambiente y a la salud humana” (ENDESA, 2015).

Es importante destacar, que, para implementar un sistema de tratamiento de aguas negras domésticas, se necesita adaptar la metodología

apropiada para los distintos problemas que caracterice el establecimiento, definiendo así los criterios, operaciones y procesos óptimos para lograr diseñar un adecuado modelo que sea de fácil acceso y a su vez económico para los hoteles rurales que no poseen un tratamiento de aguas residuales.

Es importante reconocer que “las plantas de tratamiento de aguas residuales se han convertido en una obligación para evitar la carga de contaminantes de una forma directa hacia las cuencas hidrográficas de todo el país. Con esto se logra reducir la contaminación superficial y los mantos freáticos, creando un desarrollo sustentable para no alterar las necesidades de las generaciones venideras” (PREM, 2017).

El recurso hídrico es primordial para el desarrollo y la vida del ser humano, su calidad tiene que ser protegida y debe dársele un aprovechamiento importante debido a que “el agua es un recurso renovable con una baja capacidad de recuperación frente a los impactos negativos generados por la mano del hombre. Las aguas tienen la capacidad de depurar algunos desechos o residuos naturales, pero los residuos que son originados por el hombre que no son conocidos por la naturaleza son difíciles de depurar por el mismo cuerpo de agua” (Dávila, 2018).

La contaminación a los recursos naturales y el impacto a la salud que causan las malas prácticas de la disposición final de aguas residuales procedentes de los hoteles campestres, es una problemática interminable en muchos municipios del territorio colombiano. En particular, el departamento de Santander, cuenta con gran variedad de ríos, quebradas y lagos, los cuales, ha sufrido también por el turismo y esto se ve reflejado a largo del tiempo ya que estas empresas carecen de

sistemas que realicen un adecuado tratamiento en sus aguas ya que debido a “la problemática que se genera en los hoteles campestres por su alta contaminación a los efluentes hídricos por residuos y vertimientos (agua que ha sido utilizada y contaminada por actividad humana, domestica) directos sin ningún tipo de tratamiento, por ende es necesario implementar un control para que el agua residual sea vertida en condiciones aptas para el medio ambiente y que no genere impactos negativos” (ZANUTTIN, 2018).

El presente documento tiene como propósito dar una guía hacia los distintos pasos a seguir y la factibilidad de una planta de tratamiento para mitigar el impacto ambiental que causan los hoteles campestres en el medio ambiente, este riesgo motiva a la realización de actividades que minimicen aquellos impactos y puedan garantizar la calidad de vida de las poblaciones aledañas y visitantes, por ello se desarrollara este proyecto teniendo en cuenta aquellos que arrojan residuos en los recursos hídricos al no contar con un sistema, del cual se captan las aguas servidas y mediante procesos fisicoquímicos y bilógicos se pretende entregar estas aguas en mejor calidad a los efluentes.

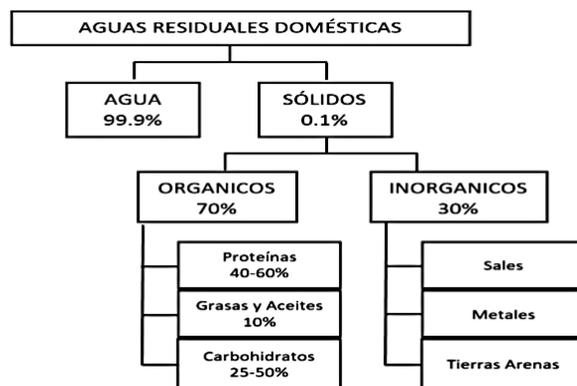
2. MARCO REFERENCIAL

Se recopilaron y analizaron una serie de documentos, que hablan de la importancia de los recursos naturales en Colombia y del cuidado que se debe tener con el medio ambiente, en donde se analizan las ideas relacionadas con tratamiento de aguas negras o servidas que es una solución para cubrir las dificultades presentadas en los diferentes lugares del país, con respecto a la contaminación de los recursos naturales. Estos aportes explican porque es importante el agua, el tratamiento que se debe dar a las aguas residuales y cómo se construye, normatividad vigente, composición del agua.

2.1 El Agua

Es el recurso natural más grande con el que cuenta el planeta tierra, cubriendo casi un 71% de la superficie del planeta. Compuesta por hidrogeno y oxígeno, sustancia incolora e inolora que es indispensable para la supervivencia de los seres vivos. Sin embargo, es limitada, dado que la cantidad de agua dulce solo representa un 3% del total del agua de la superficie. De este 3% a nivel mundial, el 69% de agua se encuentra en polos, el 30% en humedad de suelo y aguas subterráneas y el 1% restante que es el agua a la cual podemos acceder “escurre por las cuencas hidrográficas en forma de arroyos y ríos que se depositan en lagos, lagunas y en otros cuerpos superficiales de agua y en acuíferos” (Jumapam, 2020).

Figura 2. Composición más común de las aguas residuales domésticas.



Fuente: (PREM, 2017)

2.2 Normativa colombiana para vertimientos.

En Colombia no se diferencia mucho el tipo de tratamiento que se le da a las aguas residuales de el que se le da en diferentes partes del mundo, el principio que se maneja es reducir el aporte de todas las sustancias que contaminen los efluentes hídricos, esto se evidencia en la resolución 0631 del 17 de marzo de 2015, con la finalidad de que aquellas empresas que generan vertimientos gestionen adecuadamente estos y mitiguen el impacto ambiental que están ocasionando, también

busca que a las autoridades ambientales tengan un mayor control y facilidad sobre los vertimientos generados en los procesos económicos que se llevan a cabo en las diferentes empresas del país, para así mitigar los impactos negativos generados por vertimientos regidos por “la norma de vertimientos, la Resolución 0631 de 2015 reglamenta el artículo 28 del Decreto 3930 de 2010 y actualiza el Decreto 1594 de 1984 (vigente desde hace 30 años) respondiendo a la nueva realidad urbana, industrial y ambiental del país. Esta permite el control de las sustancias contaminantes que llegan a los

cuerpos de agua vertidas por 73 actividades productivas presentes en ocho sectores económicos del país. Esta Resolución es de obligatorio cumplimiento para todas aquellas personas que desarrollen actividades industriales, comerciales o de servicios y que en el desarrollo de las mismas generen aguas residuales, que serán vertidas en un cuerpo de agua superficial o al alcantarillado público” (Minambiente, 2015).

En la siguiente tabla, se observa los valores límites permisibles para la calidad de aguas servidas tratadas para Colombia.

Tabla 1. Criterios de calidad de aguas servidas tratadas para Colombia

PARAMETRO		UNIDADES		VALORES LIMITES DE DESCARGA PARA LAS ARD Y PRESTADORES DEL SERVICIO PUBLICO		VALORES LIMITES PARA VERTIMIENTOS A CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL *		VALORES LIMITES PARA VERTIMIENTOS DE ARND A ALCANTARILLADO PUBLICO**	
		SOLUCIONES INDIVIDUALES ARD	SERVICIO PUBLICO	LIGERO	SEVERO	LIGERO	SEVERO		
GENERALES									
pH	Unidades de pH			6,00 a 9,00		5,00 a 9,00			
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	200	180	3000	100	4500	150		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L O ₂		90	800	50	1200	75		
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	100	90	800	50	1200	75		
Sólidos Sedimentables (SSED)	mg/L	5	5	10	1	15	1.5		
Grasas y Aceites	mg/L	20	20	60	10	90	15		
Fenoles	mg/L	-	Análisis y reporte	0.2	0.2	0.3	0.3		
ESPECIFICOS									
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	-	Análisis y reporte	10	10	15	15		
Fósforo Total (P)	mg/L	-	Análisis y reporte	25	2	37.5	3		
Nitrogeno Total (N)	mg/L	-	Análisis y reporte	12	12	18	18		
Cianuro total (CN-)	mg/L	-	-	1	0.2	1.5	0.3		
Cloruro (Cl-)	mg/L	-	-	1200	250	1800	375		
Sulfatos (SO ₄ 2-)	mg/L	-	-	10000	250	15000	375		
*El valor límite depende del sector en el que se encuentre clasificada la industria generadora del vertimiento.									
** El valor límite depende del sector en el que se encuentre clasificada la industria generadora del vertimiento y será multiplicado por un factor									

Fuente: (Technology, 2017).

2.3 Planta de tratamiento de aguas residuales

Dado a estos motivos cabe la necesidad de buscar una solución que pueda ayudar a mitigar o evitar impactos generados por dichos vertimientos dándoles un tratamiento antes de introducirlos al medio ambiente. El

tratamiento que se le dé a estas aguas servidas debe cumplir con los parámetros específicos en la normatividad colombiana.

Es necesario conocer que “las plantas de tratamiento de aguas residuales son instalaciones que por medio de procedimientos mecánicos, físicos, químicos y

biológicos mejoran la calidad del agua contaminada reduciendo los contaminantes físicos, químicos y microbiológicos. El objeto de la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, es mejorar la calidad del agua, para que, a la hora de la descarga a un cuerpo receptor, no perjudique al medio ambiente ni la salud de las personas que tengan contacto con la misma” (PREM, 2017).

El recurso hídrico es de vital importancia para la conservación de la vida en el planeta tierra, su existencia limitada, resulta ser un aspecto de gran preocupación para muchos. Por esta razón, se decide tratarla para reducir la contaminación del recurso y poderla devolver a su ciclo natural sin causar mayor impacto, dado que “las aguas residuales son el resultado de las actividades domésticas humanas, especialmente las relacionadas con procesos sanitarios (fosas sépticas) y actividades industriales o comerciales; lo que termina por alterar su composición y las convierte en poseedoras de bacterias, toxinas y componentes nocivos” (Blook fibras & Normas de Colombia, 2020).

Existen diferentes tipos de vertimientos y de contaminación en los cuerpos de agua, están los puntuales que son aguas negras municipales y desechos industriales que se vierten en un alcantarillado y existen los no puntuales o difusos que son escorrentías superficiales agrícolas y urbanas que se unen y llegan a contaminar los cuerpos de agua más cercanos (Cuenca, 2017).

2.3.1. Plantas de tratamiento de aguas residuales.

Físico o químico:

Son tratamientos donde se hacen procesos físicos y químicos para separar los contaminantes, estas plantas se usan principalmente para el tratamiento de algunas aguas que provienen de empresas pequeñas y grandes pero la mayoría son de industrias.

Algunos procesos físicos pueden ser:

La eliminación de los gases, arenas, la precipitación con la intervención de coagulantes, el proceso de filtrado para la eliminación de los sólidos que se encuentran presentes.

Las reacciones químicas son:

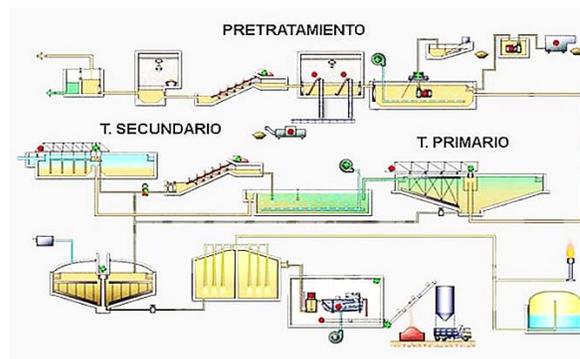
La precipitación, la desinfección, la adsorción, el cambio de los contaminantes existentes, un tratamiento biológico.

Donde se utilizan distintas bacterias y microorganismos biológicos, los cuales se encargan de deshacer la mayoría de los contaminantes que se encuentran presentes, este es uno de los tipos de tratamientos que es más conveniente para los procesos de aguas residuales que provienen de empresas y de algunas viviendas.

2.3.2 Fases del proceso de tratamiento.

En la siguiente figura se evidencian las etapas para el procesamiento de aguas residuales.

Figura 2. Etapas del proceso de tratamiento



Fuente: (Blook fibras & Normas de Colombia, 2020).

En el tratamiento de las aguas residuales, se deben realizar diferentes etapas que cuentan con cuatro fases principales, las cuales se mencionan a continuación:

Pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario.

Pretratamiento:

Se procede a la captación de las aguas servidas a tratar por medio de un sistema de drenaje y de canalización hasta un sistema central que tenga las condiciones aptas para comenzar el proceso, en donde se controlaran los olores y facilitará el trabajo del personal que se encuentra en esa área, armonizando el entorno de trabajo, se procede a retirar el material grande que se encuentra en el agua residual, estos desechos tienen que ser retirados para cuidar las máquinas y equipos que más adelante realizarán ciertos procesos.

Este proceso se lleva a cabo, por medio de cribas o rejillas, un desarenador, y un desengrasado, para que este tratamiento funcione correctamente se debe “empezar con el caudal de ingreso del agua a tratar a través de un parshall y posteriormente pasa por un sistema de rejillas (cribas), el cual retiene sólidos de gran tamaño” (Ingenieriaambiental.net, 2020).

Tratamiento primario

Se tiene un proceso, que es el tratamiento primario o mecánico que impide el paso de sólidos, las grasas o arenas que se encuentran presentes en las aguas, para este tratamiento se tiene en cuenta la gravedad donde se decantan los sólidos más grandes y pesados, un desarenador, tanques de clarificación o de sedimentación, “aquí el agua residual pasa a través de grandes tanques, facilitando que los sólidos pueden depositarse y el material flotante como la grasa y plásticos pueden elevarse hacia la superficie para ser retirados” (Blook fibras & Normas de Colombia, 2020).

Realmente es una etapa en donde actúa “la filtración es un proceso que separa las partículas sólidas del fluido, mediante un gradiente de presión a través de un medio poroso que tiene como función retener las partículas formando o en un coque sólido del material retenido. Este método de separación

líquido- sólido es ampliamente utilizado en empresas de rubros como, la minería, alimentación, cerámica, química, farmacéutica, desechos orgánicos, etc” (Ferrer, 2019).

Tratamiento secundario

En este ciclo del tratamiento se hace la degradación del material biológico, contenido en los vertimientos, estos sólidos que se encuentran allí se retienen en una reja, mitigando el exceso de contaminantes en el agua y así prevenir daños en los equipos de los siguientes procesos y se procede al uso de lodos activados. Se realiza un tratamiento de manera aeróbico, donde se hace el uso de microorganismos para elevar la cantidad de oxígeno, poder eliminar los contaminantes que tienen nitrógeno y también puede ser anaeróbico donde a través de la degradación de sólidos, se transforma en compuestos de metano y dióxido de carbono.

Tratamiento terciario

Después de los ciclos de tratamiento anteriores, “es necesario un proceso de desinfección, para poder lograr la completa eliminación de microorganismos que causan enfermedades. Se limpia el agua para propósitos de consumo, removiendo un gran porcentaje de impurezas que se encuentran allí y se realiza por filtración o remoción de macropartículas aun presentes en el agua” (GUZMAN, 2018). Seguidamente llevan hacia un humedal o laguna, el cual se mejora el proceso biológico, luego la desinfección que disminuye la cantidad de organismos vivos en la mayoría de los casos, se utilizan compuestos de cloro, los lodos activados, “mediante el cual se busca oxidar la materia orgánica, acompañado de un consumo de cantidades significativas de energía durante el proceso de oxigenación y una generación posterior de lodos que deben tratarse, y aunque son sistemas sencillos y económicos presentan ciertos condicionamientos por la capacidad de retención de la biomasa que depende del

tiempo de retención celular y concentración de microorganismos en el sistema siendo muy sencillos a los choques de carga hidráulica y características de sedimentabilidad del fango” (GUZMAN, 2018). Este se vierte a aguas de este tipo, para intensificar su desintegración en las fases posteriores, y la sedimentación secundaria, es el paso final del tratamiento secundario. Durante esta etapa, se produce agua tratada con niveles de materia suspendida y materia orgánica demasiado bajos.

2.4. Enfermedades causadas por aguas residuales

La ingesta de agua con mala calidad o proveniente de fuentes contaminadas por desechos residenciales agrícolas e industriales traen consigo muchos contaminantes que son perjudiciales para la salud, según la OMS ingerir este tipo de aguas podría generar enfermedades entre ellas: “las debidas a la ingestión de agua contaminada por microorganismos y productos químicos, como la diarrea, la arsenicosis y la fluorosis. las enfermedades que, como la esquistosomiasis, tienen un organismo causante que está presente en el agua como parte de su ciclo vital. Las enfermedades como las helmintiasis transmitidas por el suelo que se deben a la deficiencia de saneamiento e higiene. Las enfermedades que, como el paludismo y el dengue, transmiten vectores que se reproducen en el agua. Otras enfermedades, como la legionelosis, que son causadas por aerosoles que contienen determinados microorganismos” (OMS, 2017). Los buenos servicios de agua, saneamiento básico e higiene pueden evitar una gran cantidad de enfermedades.

3. METODOLOGÍA

3.1 Información general de la metodología

El estudio que se ajusta en este tipo de investigación, es de corte cualitativo desde un enfoque descriptivo exploratorio, en cual se va un poco más allá de la recolección y análisis de información, en donde al terminar esta búsqueda se recopilaban 18 documentos que aportan distintos datos para el proceso de investigación, esta información bibliográfica se encargara del análisis e interpretación de estos con el propósito de dar solución al problema de aguas residuales, que se manejan en un hotel campestre. El enfoque resulta información para el análisis del modo de operación de alternativas para el diseño de una PTAR, apoyado en la documentación de hoteles campestres y/o entidades que intervienen en el debido proceso. Posteriormente se hace un análisis cualitativo del tipo de residuos que se van a tratar, para así poder determinar qué tipo de tratamiento es el adecuado para darles a estos vertimientos.

3.2. Información necesaria para llevar a cabo el proyecto.

Se requiere conocer los siguientes aspectos para poder llevar a cabo el proyecto:

Localización: Se determina y se hace revisión al Plan básico de ordenamiento con el fin de conocer el sitio para proceder con el proyecto, verificando las características de la zona como su accesibilidad y condiciones del lugar.

Documentación del hotel: Se requiere conocer los documentos del hotel campestre para conocer su infraestructura.

Área y topografía del lugar: Se requiere estudiar los principios y procedimientos a realizar en el hotel campestre la representación gráfica y visual de la superficie terrestre, mostrando detalles y formas que

pueden ser artificiales y naturales, la estabilidad del terreno y sus pendientes.

Suelo: Es necesario tener información de la zona donde se desplegará la planta de tratamiento con el fin de conocer su permeabilidad, contenido de humedad, análisis granulométrico, resistencia a la deformación.

Hidrología: se recopilan todas las posibles afecciones y repercusiones hidráulicas que la construcción de la obra o terreno puede padecer, e incluso beneficiarse, que es la idea mitigando el impacto ambiental.

Meteorología: Es necesario conocer Los parámetros meteorológicos como la temperatura actual, máxima y mínima, precipitación diaria y humedad relativa.

Caudal: Se determinará el caudal máximo y mínimo para el diseño de la PTAR, teniendo en cuenta que se trabajará con el caudal en altas temporadas.

Calidad fisicoquímica del efluente: Análisis de parámetros físico químicos del agua para determinar qué tipo de contaminantes existen.

3.3. Diseño y selección

Cómo saber qué tipo de PTAR aplica para este caso y problemática que tenga el hotel campestre.

El diseño y la selección de una PTAR es uno de los aspectos más desafiantes, por los conocimientos técnicos y las experiencias prácticas que son necesarias. Existen diferentes aspectos, los cuales tenemos en cuenta para la selección de los procesos de tratamiento y para tomar la decisión sobre qué tipo de PTAR se debe construir es necesario conocer la complejidad de los factores que intervienen teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

1. Calidad, cantidad y periodicidad del caudal del vertimiento.

2. Normatividad del vertimiento o disposición final.
3. Área para la construcción
4. Posibilidad de aprovechamiento del efluente tratado
5. Condiciones climáticas del hotel campestre.
6. Caracterización de vecindario para el manejo de los residuos rurales.
7. Posibilidad de valorización energética y agronómica de los efluentes.
8. Costos de la construcción, oferta tecnológica que sea eficiente y económica para el lugar, es decir la selección y análisis de las operaciones y procesos unitarios con reducción de los costos de construcción, operación y mantenimiento.
9. Necesidad que tenga el cliente.
10. Cumplimiento de las leyes, políticas ambientales y reglamentos locales.
11. Facilidad de transporte para material y maquinaria.
12. Daños ambientales como pérdida del terreno, vista panorámica, ruidos, olores, entre otros.
13. Requerimientos de personal para la operación de la planta.
14. Energía para el funcionamiento de la infraestructura.

Esta investigación se plantea para el tratamiento de aguas servidas en hoteles campestres, los cuales hoy día son los que generan vertimientos contaminados a los cuerpos de agua sin realizar ningún proceso de descontaminación.

3.4. Instrucciones para determinar la calidad del agua.

Gracias a la tecnología hoy en día podemos revelar muchos componentes químicos en el agua, incluso en cantidades muy bajas, la mayoría de este tipo de métodos necesitan laboratorios. Aunque no se tiene que analizar todo dado a que con una parte pequeña y más práctico de pruebas puede proporcionar buenas ideas acerca de la calidad química del

agua para los efectos del monitoreo, también hay análisis de baja tecnología que se pueden realizar cuando el presupuesto es bajo o limitado.

3.4.1. Metodología para determinar la calidad del agua.

Para poder caracterizar los líquidos efluentes, se deben realizar muestreos del mismo durante quince días, en temporada alta, para obtener valores más representativos ya que la capacidad del hotel está al máximo. El muestreo se debe realizar utilizando un equipo instalado donde se reciben las aguas residuales del hotel. El equipo realizará tomas de muestra cada hora, acondicionándolas en un bidón en una cámara refrigerada. Una vez al día y a la misma hora, se procede al vaciamiento de dicho bidón y se deben realizar controles detallados. Se destacarán aquellos parámetros que no cumplen con la reglamentación para vertimientos de aguas residuales, los cuales pueden ser los sólidos sedimentables, demanda bioquímica y química de oxígeno, coliformes fecales, pH, turbidez entre otros.

3.4.2. Equipos de laboratorio para la medición de la calidad del agua

Medidor multiparámetro de pH/ORP/CE/OD/Turbidez, sistema de titulación potenciométrica automática, fotómetros portátiles, medidor colorimétrico de sobremesa de DOQ, controladores digitales de proceso, fotómetro de escritorio y medidor de DQO, entre otros.

3.4.3. Contaminantes

En un hotel, el compuesto que más contamina son los detergentes, los cuales tienen un alto contenido de fósforo y nitrógeno, las grasas y aceites que provienen de los baños, cocinas, y distintas áreas y zonas de limpieza. Es importante que en los hoteles campestres grandes cuenten con un buen sistema de trampas de grasa, como un proceso de

tratamiento previo para que el aceite y grasa que sale de allí no vayan directo a la PTAR y afecte el funcionamiento de esta.

Los detergentes hacen parte de una de las fuentes más grandes y de más difícil tratamiento, es por esto la importancia de elegir opciones de detergente que sean amigables con el medio ambiente,

Según (Araya, 2014) los principales residuos que se pueden encontrar en las aguas negras de un hotel campestre son los siguientes:

Material grueso (trozos de madera, trapos, plásticos, etc., que son arrojados a la red de alcantarillado), arenas (incluye las arenas propiamente dichas, gravas y partículas más o menos grandes de origen mineral u orgánico), grasas y aceites (sustancias que al no mezclarse con las aguas permanecen en su superficie su procedencia puede ser tanto doméstica como industrial), sólidos en suspensión (partículas de pequeño tamaño y de naturaleza y procedencia muy variadas), sustancias con requerimientos de oxígeno y nutrientes (compuestos orgánicos e inorgánicos fácilmente biodegradables y que pueden provocar eutrofización en los cuerpos de aguas receptores), agentes patógenos (organismos (bacterias, protozoos, helmintos y virus), presentes en mayor o menor cantidad en las aguas servidas y que pueden producir o transmitir enfermedades), contaminantes emergentes (estas sustancias provienen principalmente de productos de cuidado personal, productos de limpieza doméstica, productos farmacéuticos, etc.)”

Al obtener los resultados con los valores que no son permisibles, se observa la necesidad de realizar un tratamiento que mejore la calidad del agua residual que es vertida en el recurso hídrico.

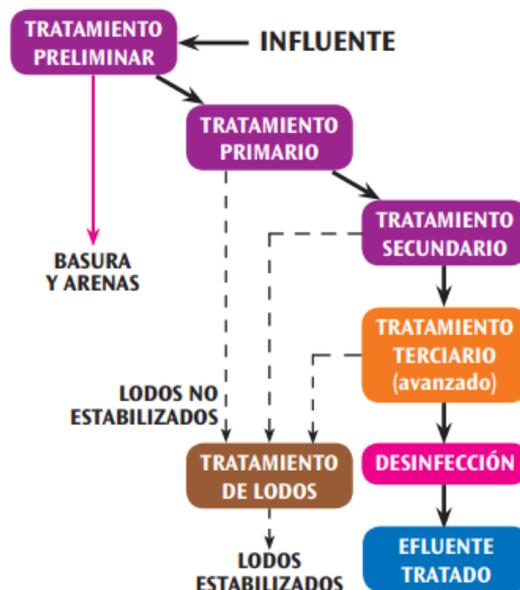
3.5. Procesos para tratamiento de aguas residuales.

Es necesario llevar un orden con diferentes procesos, los cuales son necesarios para mejorar la calidad del agua ya que “el objetivo básico del tratamiento de aguas, es proteger la salud, promover el bienestar de seres vivos y proteger el medio ambiente. El retorno de las aguas residuales a nuestros ríos, quebradas o lagos nos convierte en usuarios directos o indirectos de estas, y a medida que crece la población, aumenta la necesidad de proveer sistemas de tratamiento o renovación que permitan eliminar los riesgos para la salud y minimizar los daños a los recursos naturales que nos rodean.

Por lo tanto, el tratamiento necesario para la eliminación de los contaminantes en el agua residual, se puede determinar teniendo en cuenta las características del efluente crudo, con respecto a las exigencias del efluente tratado, siendo los procesos empleados químicos, físicos y/o biológicos que, a su vez, individualmente, suelen clasificarse como operaciones físicas unitarias, procesos químicos unitarios y procesos biológicos unitarios. Los procesos biológicos, a su vez pueden ser aeróbicos o anaeróbicos” (ZANUTTIN, 2018).

En un proceso de tratamientos de agua para un hotel campestre, una vez se determinan los tipos de contaminantes que se pueden encontrar, se procede a seleccionar las alternativas adecuadas en donde la figura 3 muestra de forma general un esquema de tratamiento de estas aguas, donde se incorporan el tratamiento de lodos y la desinfección.

Figura 3. Esquema de un tren de tratamiento de aguas residuales.



Fuente: (Ocampo, 2013).

En la tabla 2. se observa la etapa y el objetivo de tratamiento

Tabla 2. Clasificación de las etapas de tratamiento.

ETAPA	OBJETIVOS DE TRATAMIENTO
Tratamiento preliminar (pretratamiento)	<ul style="list-style-type: none"> • Remoción de basura • Remoción de arenas • Regulación de caudal
Tratamiento primario	Remoción de material suspendido
Tratamiento secundario	Remoción de materia orgánica biodegradable
Tratamiento terciario	Mejorar el efluente de un tratamiento secundario: <ul style="list-style-type: none"> • Remoción de material suspendido • Remoción de nutrientes (N y/o P) • Remoción de otros contaminantes
Desinfección	Eliminación de microorganismos patógenos
Tratamiento de lodos	Producir lodo apto para su disposición final: <ul style="list-style-type: none"> • Remoción de contenido de agua • Producción de lodo que no se descomponga (lodo estabilizado)

Fuente: (Ocampo, 2013)

Especialización: Gestión Ambiental

Alternativa de tratamiento de aguas residuales para hoteles campestres en el departamento de Santander

3.5.1. Procesos para el tratamiento

Rejillas

La instalación de estas es de vital importancia en todos los tratamientos de agua residual, ya que retiene los sólidos voluminosos que se encuentran contenidos en el vertimiento. Este artefacto es el inicio del tratamiento que se compone “por barrotes rectos que están soldados a unas barras de separación situadas en la cara posterior y su longitud no debe exceder aquella que permita rastrillar fácilmente. Van inclinadas sobre la horizontal con ángulos entre 60° -80°” (Ocampo, 2013).

Filtro percolador anaerobio

Esta fase del tratamiento, se compone de una biopartícula que va insertada en un medio filtrante, remueve los residuos orgánicos de las aguas servidas de manera anaerobia siendo así filtros biorreactores, según (PREM, 2017) los filtros percoladores se han usado hace mucho tiempo para tratar este tipo de aguas. Para su funcionamiento, estos deben ser llenados a una altura determinada con un material permeable, como el plástico que es el más usado comúnmente y que facilite la formación de una capa biológica en la parte superior donde quedaran atrapadas las grasas, aceites y también se removerán gran parte arena y lodos que se decantaran al fondo (PREM, 2017). El agua residual o las aguas servidas pasan por la superficie del filtro, esparciéndose en la capa filtrante, seguido de la recolección en la parte inferior para continuar al siguiente proceso.

Para la utilización de este tipo de filtro se debe tener en cuenta la distancia de instalación que no se encuentre cerca de zonas residenciales y en este caso que no esté cerca de los hoteles ya que según (PREM, 2017) “los sistemas de filtros percoladores presentan altas eficiencias en remoción de materia orgánica, medida como la demanda bioquímica de oxígeno DBO5, pero suelen tener problemas como la

propagación de moscas y producción de olores sépticos”.

En la tabla 3, se muestra la eficiencia obtenida en el tratamiento de aguas servidas por los filtros percoladores.

Tabla 3. Rendimiento de eliminación del constituyente, %

Unidad	DBO	DQO	SS	P	N-org	N-NH ₃
Filtro Percolador	65-85	60-80	60-85	8-12	15-50	8-15

Fuente: (PREM, 2017)

Se quiere llegar a obtener resultados en este tratamiento mejor o similar para el tratamiento de las aguas servidas en los hoteles

Cámara de lodos activados con lecho fluidizado (aerobia)

En este proceso, el agua se oxigena para elevar el contacto de bacterias, lo cual hace que se eliminen olores y contaminantes ayudando a la degradación por oxidación con oxígeno disuelto donde “esta cámara aerobia trabaja con un sistema llamado burbuja fina donde este tipo de burbuja puede ser producida por diferentes métodos o tecnologías, en este caso se utiliza un lecho fluidizado (rosetas) las que hacen que el agua se oxigene. Este tipo de burbuja tiene la ventaja de brindar mayor eficiencia al proceso, aunque necesita ser limpiados periódicamente” (GUZMAN, 2018).

Cámara de decantación Lamelar

Este proceso básicamente es un proceso de depuración, donde se eliminan sólidos sedimentables presentes en el agua, este método es comúnmente utilizado ya que tiene la capacidad de retener residuos de este tipo que otros métodos no pueden. Su función es separar los elementos pesados más densos que el agua y así poder continuar con los demás procesos sin ningún tipo de problema y “la ventaja de esta cámara de decantación lamelar es que la distancia que deben recorrer las partículas hasta ser decantada totalmente es

menor y se aumenta la capacidad de clarificación del agua permitiendo una mayor eficiencia que los decantadores tradicionales. Ya estando el agua limpia y situada en la parte superior se va vertiendo y dirigiendo por la tubería hacia el siguiente proceso” (AGUASRESIDUALES.INFO, 2018). Ya estando el agua limpia y situada en la parte superior se va vertiendo y dirigiendo por la tubería hacia el siguiente proceso.

Filtro vertical descendente

Durante el paso del anterior proceso a este se inyecta cloro y floculante, el cloro es para que el agua dure, tenga buena calidad y no se dañe con facilidad. El floculante es para homogenizar los sólidos en suspensión para ser evacuados. El agua es vertida en el filtro vertical y pasa por las capas de material filtrante (arena, antracita y grava) donde se retiene los sólidos en suspensión obtenidos después de la floculación del agua dando como producto agua tratada libre de contaminantes cumpliendo con las normativas actuales para su vertimiento o reuso, “la eliminación de los sólidos suspendidos se lleva a cabo, por el arrastre mecánico generado por el choque aleatorio y la sedimentación. Esto es debido a que las bacterias forman colonias en el medio granular, la auto filtración provocada por el crecimiento bacteriano favorece aún más la eliminación de sólidos y nutrientes” (López, 2012).

4. CONCLUSIONES

Debido a la gran importancia y el aporte significativo que se produce en el medio ambiente, el tratamiento de aguas residuales debería darse en todos los hoteles campestres, pues la conservación de fuentes hídricas resulta de vital importancia para la vida del ser humano. Esto va de la mano con las autoridades ambientales negando permisos para vertidos de estas aguas en quebradas, ríos, entre otros. Estas prácticas siguen utilizándose, por parte de muchos hoteles en el

departamento de Santander, los cuales prefieren arrojar clandestinamente y sin control alguno este residuo y no asumir la inversión en un tratamiento. Las tecnologías van en avance a través del tiempo hacia la optimización de los recursos que se encuentran escasos, en este caso el agua.

Los tratamientos mejoran su eficiencia por que “están fabricadas en fibra de vidrio y poseen una alta eficiencia en el proceso logrando una reducción de 65% a 93.9% de contaminantes” (nyfdecolombia, 2016) motivando a las empresas hoteleras a asumir su compromiso social y ambiental, ya que la salud depende del estado en que se encuentre este recurso como lo es el agua, contaminar las fuentes con vertimientos residuales que no han sido tratadas pone la vida de todos los seres vivos en riesgo, en especial a las comunidades más desfavorecidas que no tienen acceso ni una buena economía para acceder a agua potable.

Se espera que la mayoría de hoteles campestres en Santander que no cuentan con un tratamiento para sus aguas servidas, se guíen de este documento para que tengan una guía y opción del proceso para mejorar la calidad de agua que entregan al ambiente, teniendo en cuenta la normatividad vigente, y así poder evitar la proliferación de enfermedades en las comunidades o habitantes que se encuentren aguas abajo de los efluentes, donde son vertidas estas aguas, teniendo en cuenta que para que una PTAR sea sostenible tiene que tener poca disponibilidad de recursos, como el espacio, la cantidad de residuos generados, su costo y principalmente que sea beneficioso para la zona de influencia que se está viendo afectada.

El tratamiento planteado anteriormente, es de fácil operación como se observa en la figura número 4 y su costo no es tan elevado, así que los hoteles podrán considerar implementarlo en sus instalaciones, ya que así cumplirían con las condiciones medio ambientales adecuadas y mejorarían las condiciones de saneamiento

básico en los sectores que son afectados por estos residuos.

La importancia del tratamiento de las aguas servidas consiste básicamente en la desinfección y depuración de contaminantes de las aguas que se encuentran llenas de contaminantes, las aguas servidas después de ser tratadas y descontaminadas deben ser devueltas a los efluentes hídricos para que sigan su cauce natural, siempre y cuando estas cuenten con unas condiciones adecuadas, de esta forma no evita la alteración de los ecosistemas, disminuye enfermedades y la contaminación a la biodiversidad preservando la biodiversidad y propiciando una mayor disposición de este recurso para las futuras generaciones.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Aguasresiduales.Info. (24 de enero de 2018). *La actualidad del sector del agua*. Obtenido de <https://www.aguasresiduales.info/revista/noticias/que-es-un-decantador-lamelar-y-para-que-sirve-RDPTt>
- Araya, G. V. (2014). *Las Aguas Servidas Y Su Depuracion En Zonas Rurales: Sitiacion actual y desafios*. Chile: Okey diseño & publicidad Ltda.
- Blook fibras & Normas de colombia*. (2020). Obtenido de <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/procesos-de-aguas-residuales-ptar-definicion-tipos-etapas-del-proceso-conclusiones/#Tipos-de-plantas-de-procesamiento>
- Cuenca, E. N. (2017). *Calidad de aguas: Uso y aprovechamiento*. Malaga, España: ICB, Editoriales.
- Dávila, T. L. (2018). Diagnostico del sistema de tratamiento de aguas residuales del hotel olga lucia en el municipio de Barrancabermeja. *Teinnova*, 1-2.
- Endesa. (2015). *Gestión integral del agua*. Obtenido de <https://www.endesa.com/es/nuestro-compromiso/medioambiente/gestion-integral-agua>
- Ferrer, I. I. (Mayo de 2019). *repositorio.usm.cl*. Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/46583/3560900260859UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guzman, F. N. (8 de junio de 2018). *Diseño Y Operación De Un Reactor De Lecho Movil Aerobio Para Tratamiento De Agua Residual Domestica*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/18000/GarciaNathalia%2CGuti%C3%A9rezDaniela%2C2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Ingenieriaambiental.net*. (2020). Obtenido de <https://ingenieriaambiental.net/etapas-del-tratamiento-de-aguas-residuales/>
- Jumapam. (2020). *Distribucion de agua en el planeta*. Jumapan.
- López, J. R. (Noviembre de 2012). *Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0419_MT.pdf
- Minambiente. (2015). *Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/nyfdecolombia>
- (2016). Obtenido de <https://www.nyfdecolombia.com/plantas/tratamiento-de-aguas-residuales>
- Ocampo, A. M. (2013). *Operacion y mantenimiento d eplantas de tratamiento de agua residual con el proceso de lodos activados*. Jalisco: Arturo Nelson Villareal.
- OMS. (2017). Obtenido de https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/diseases/es/
- Prem, R. A. (2017). *Evaluación Técnica Y Propuesta De Mejora De Los Filtros Percoladores De La Planta De Tratamiento De Aguas Residuales De La Universidad Rafael Landívar*. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/02/09/De-Leon-Ricardo.pdf>
- Rojas, J. A. (2013). *Tratamiento De Aguas Residuales; Teoria Y Principios De Diseño*. Bogota: Reimp.
- Technology, C. W. (10 de Marzo de 2017). Obtenido de

http://www.alapre.org/Downloads/Congresos/Quinto_Congreso/CWT_Como_hacer_una_planta_de_tratamiento_de_aguas_PTAR_eficiente.pdf

Wiki. (2007). *Ingeniería De Aguas Residuales*. WIKI.

Zanuttin, G. (2018). *Comparación De Sistemas De Tratamiento De Efluentes Para Un Hotel En Ambiente Urbano*. Obtenido de <https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/1392/1/Trabajo%20Integrador%20Final%20Zanutt%C3%ADn%2C%20Gisela.pdf>.