

**ESTRATEGIAS PARA LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DEL LABORATORIO DE
CALIDAD DEL INGENIO PICHICHÍ S.A UBICADO EN EL MUNICIPIO DE
GUACARÍ, DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA.**

JHANNIEER ALEJANDRO PABÓN CÁRDENAS

UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA (UCEVA)

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TULUÁ - VALLE DEL CAUCA

2021

**ESTRATEGIAS PARA LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DEL LABORATORIO DE
CALIDAD DEL INGENIO PICHICHÍ S.A UBICADO EN EL MUNICIPIO DE
GUACARÍ, DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA.**

**Documento final de Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero
Ambiental**

JHANNIEER ALEJANDRO PABÓN CÁRDENAS

UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA (UCEVA)

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TULUÁ - VALLE DEL CAUCA

2021

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
2. JUSTIFICACIÓN.....	29
3. OBJETIVOS.....	32
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	32
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	32
4. MARCO REFERENCIAL.....	33
4.1 MARCO TEÓRICO.....	33
4.2 MARCO CONCEPTUAL.....	39
4.3 MARCO LEGAL.....	41
4.4 ESTADO DEL ARTE.....	46
5. METODOLOGÍA.....	55
6 RESULTADOS.....	69
7 CONCLUSIONES.....	84
8. RECOMENDACIONES.....	86
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88

Listado de imágenes

Imagen 1. Ubicación geográfica del Ingenio Pichichí en el departamento del Valle del Cauca.....	17
Imagen 2. Planos de la planta general de laboratorios del ingenio Pichichí S.A.....	20

Listado de tablas

Tabla 1. Puntos críticos identificados en las actividades del laboratorio de Calidad	23
Tabla 2. Normas Generales	41
Tabla 3. Recurso Agua.....	42
Tabla 4. Recurso Aire.....	43
Tabla 5. Residuos Sólidos	44
Tabla 6. Laboratorios.....	45
Tabla 7. Política Nacional	46
Tabla 8. Estado del arte #1.....	46
Tabla 9. Estado del arte #2.....	48
Tabla 10. Estado del arte #3	49
Tabla 11. Estado del arte #4	51
Tabla 12. Estado del arte #5	52
Tabla 13. Estado del arte #6	53
Tabla 14. Formato Revisión Bibliográfica.....	55
Tabla 15. Formato recorrido zona de estudio.....	56
Tabla 16. Formato formulario de entrevista.....	56
Tabla 17. Formato datos proceso.....	57
Tabla 18. Criterios y parámetros de evaluación.....	59
Tabla 19. Matriz de valoración de aspectos e impactos.....	63
Tabla 20. Matriz identificación de requisitos legales.....	65
Tabla 21. Formato programa de Producción más limpia	68
Tabla 22. Recursos Humanos.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 23. Recursos Institucionales.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 24. Recursos financieros	¡Error! Marcador no definido.

AGRADECIMIENTOS

- Para empezar, quiero agradecerle a Dios por tenerme con vida día tras día y guiarme en las buenas y malas situaciones para así luchar por ser una mejor persona, y ayudar y servir a mis semejantes, siempre con mucha fe de que todo lo que nos proponemos lo podemos conseguir con la guía de nuestro creador.
- Quiero agradecer a mi familia por ser un apoyo incondicional durante todo este proceso de formación, a mis padres por su ilimitado apoyo, no solo desde el comenzar de mi carrera universitaria sino también durante toda mi vida. Mi hija y mi compañera de vida por ser esa fuente de inspiración para querer salir adelante en todos los aspectos cotidianos de mi vida y así luchar por el amor y la unidad, al resto de mi familia y demás muchas gracias por todo su apoyo.
- Agradecer a la Unidad Central del Valle del Cauca por brindarme una educación digna y calificada durante todo este proceso de formación como Ingeniero Ambiental, al decano de la Facultad el Ingeniero Iván Darío Aristizábal, a la coordinadora del programa de ingeniería ambiental de la universidad la Ingeniera María José Virviescas, compañeros de estudio y demás docentes. A todo un profundo agradecimiento de corazón por enseñarme todo lo que sé y he podido aplicar.
- Gratitud enorme al Ingenio Pichichí S.A por permitirme desempeñarme como trabajador, a la jefe de aseguramiento de calidad la Ingeniera Diana Marcela Campo por ser mi guía y apoyo durante mi proceso como practicante y luego darme la oportunidad y su confianza en el cargo de analista de laboratorio, y así continuar con mi proceso ya en el ámbito laboral, y por supuesto por su colaboración en la realización de este proyecto de grado como directora del mismo. A mis compañeros de trabajo y demás mil gracias.

GLOSARIO

CRÍTICO: dicho del valor de una variable física, a partir de la cual se produce un cambio brusco en las propiedades de un sistema.

ESTRATEGIAS: Serie de acciones muy meditadas, encaminadas hacia un fin determinado.

GENERACIÓN: hace referencia en originar, producir, suscitar, provocar y ocasionar en algo, dependiendo de la obra o la acción.

IMPACTO: conjunto de posibles efectos positivos o negativos que se dan sobre el medio ambiente generando una modificación del entorno natural como consecuencia de obras u otras actividades.

MITIGAR: reducir la vulnerabilidad, es decir, atenuar los daños potenciales sobre la vida y los bienes causados por un evento geológico, como un sismo o tsunami; hidrológico, como una inundación o sequía; o sanitario.

PROCESO: es un conjunto de actividades que han sido planeadas y que requieren la participación de una cantidad determinada de personas y un consumo de recursos naturales (materiales), todo esto con la finalidad de lograr un objetivo identificado.

PRODUCCIÓN MAS LIMPIA: se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente.

PREVENIR: se refiere a la preparación con la que se busca evitar, de manera anticipada, un riesgo, un evento desfavorable o un acontecimiento dañoso.

DIAGNÓSTICO: es el proceso de reconocimiento, análisis y evaluación de una cosa o situación para determinar sus tendencias, solucionar un problema o remediar un mal.

VALORACIÓN: la valoración puede definirse como un proceso que consiste en calcular el valor o precio que puede tener un bien.

RESUMEN

Las actividades industriales y su impacto en el ambiente, se han convertido en un aspecto de gran importancia en la actualidad, ya que, de manera directa o indirecta, cualquier acción realizada en el desarrollo de estas actividades va a ser reflejada en el comportamiento futuro del medio ambiente y aunque anteriormente algunos procesos resultado de la actividad productiva eran considerados paralelos a las actividades hoy en día los aspectos e impactos generados en este tipo de áreas son cada vez más tenidos en cuenta dentro de las industrias con el fin de realizar procesos con una producción sostenible.. La producción más limpia es un concepto y una herramienta innovadora al ser parte de una solución brindada desde el inicio de los procesos lo cual al día de hoy es bastante inusual, pues generalmente las soluciones a las problemáticas ambientales se dan después de que estas han afectado al entorno. Dentro de las actividades desarrollados en las empresas aquellas que realizan análisis de la calidad de los productos no son vistas como procesos con un impacto ambiental importante, razón por la cual en muchos casos no se diagnostican y tratan las problemáticas. Este documento contó con el objetivo principal de diseñar estrategias para la producción más limpia del laboratorio de calidad del Ingenio Pichichí S.A ubicado en el municipio de Guacarí, Departamento del Valle del Cauca, el cual a pesar de no estar involucrado directamente en los procesos de producción del ingenio es parte indispensable para su funcionamiento, esto por medio de la revisión ambiental inicial (RAI) de las operaciones que se llevan a cabo en el laboratorio de calidad del Ingenio Pichichí S.A., la identificación de oportunidades de Producción más Limpia para el laboratorio de calidad teniendo en cuenta las actividades que generan mayores impactos ambientales identificados en la RAI - revisión ambiental inicial y la estructuración de los programas de Producción más Limpia que permitan la prevención, mitigación y control de los impactos identificados en el laboratorio de calidad del Ingenio Pichichí S.A. Todo lo anterior dio como resultado la formulación de unas estrategias de producción más limpia guiadas hacia la

disminución en la generación de aguas residuales, la generación de residuos sólidos no aprovechables y peligrosos, contaminación del recurso suelo y también la disminución en la presión sobre los recursos en general por el consumo de materiales. A partir de esto se concluyo que la la revisión ambiental inicial – RAI y en general el diagnóstico fue de gran ayuda para la formulación de las estrategias nombradas anteriormente.

ABSTRACT

Industrial activities and their impact on the environment have become an aspect of great importance today, since, directly or indirectly, any action carried out in the development of these activities will be reflected in the future behavior of the environment and although previously some processes resulting from the productive activity were considered parallel to the activities today the aspects and impacts generated in this type of areas are increasingly taken into account within industries in order to carry out processes with sustainable production. Cleaner production is an innovative concept and tool to be part of a solution provided from the beginning of the processes which today is quite unusual, because generally the solutions to environmental problems are given after they have affected the environment. Within the activities developed in companies, those that perform product quality analysis are not seen as processes with a significant environmental impact, which is why in many cases the problems are not diagnosed and treated. This document had the main objective of designing strategies for the cleaner production of the quality laboratory of Ingenio Pichichí S.A located in the municipality of Guacarí, Department of Valle del Cauca, which despite not being directly involved in the production processes of the mill is an indispensable part for its operation, this through the initial environmental review (RAI) of the operations that are carried out in the quality laboratory of Ingenio Pichichí S.A., the identification of opportunities for Cleaner Production for the quality laboratory taking into account the activities that generate greater environmental impacts identified in the RAI - initial environmental review and structuring of the Cleaner Production programs that allow the prevention, mitigation and control of the impacts identified in the quality laboratory of Ingenio Pichichí S.A. All of the above resulted in the formulation of cleaner production strategies guided towards the reduction in the generation of wastewater, the generation of unclaimed and hazardous solid waste,

contamination of the soil resource and also the decrease in pressure on resources in general by the consumption of materials. From this it was concluded that the initial environmental review – RAI and in general the diagnosis was of great help for the formulation of the strategies mentioned above.

INTRODUCCIÓN

Las actividades económicas desarrolladas alrededor del mundo han conllevado a un aumento en el consumo de sus recursos y por consiguiente a un amplio impacto negativo sobre sus recursos naturales como: aire, agua, suelo, además de las problemáticas que se han generado sobre las comunidades por la falta de inclusión y opinión de estas sobre los proyectos que se realizan en áreas cercanas a sus sectores habitacionales.

El deterioro ambiental y los impactos ligados a este no son hoy en día solamente ligados a temas como el cambio climático, sino que también se ha presentado una notoriedad sobre que genera estos cambios, cosas tales como la escasez de recursos, el deterioro y pérdida de los mismos son entre otros temas que actualmente se han convertido en una gran preocupación de los países. Por lo anterior se han buscado herramientas que permitan no solo remediar los impactos negativos sobre el ambiente sino reconocerlos desde el inicio de los procesos productivos para prevenir y disminuir las problemáticas que estos generan.

Las estrategias de producción más limpia han alcanzado reconocimiento a nivel mundial como una estrategia preventiva para la protección del medio ambiente en las empresas. De acuerdo con el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (PNUMA)¹, la Producción Más Limpia (PML) es la aplicación continua a los procesos, productos, y servicios, de una estrategia integrada y preventiva, con el fin de incrementar la eficiencia en todos los campos, y reducir los riesgos sobre los seres humanos y el medio ambiente.

Por todo lo anterior, este proyecto tuvo como objetivo formular estrategias de producción más limpia para el laboratorio de calidad del Ingenio Pichichí S.A, lo cual se logro mediante la identificación de oportunidades para plantear estas

¹Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA. Producción más limpia. [En línea].País Estados Unidos. Disponible en: <http://www.cprac.org/es/sostenible/produccion/mas-limpia>

estrategias dentro del laboratorio a partir de las actividades y los impactos ambientales que se dan como resultado de estas, finalizando se realizó la formulación de los programas de Producción más Limpia para cada una de las problemáticas identificadas, siendo el alcance de este proyecto la formulación de estrategias que pueden llegar a ser aplicadas dentro del laboratorio y teniendo como limitaciones la falta de inclusión de los laboratorios a la hora de identificar las problemáticas, pues estos no son considerados parte importante dentro del proceso productivo de estas industrias.

El desarrollo de este estudio significó un aporte importante para la prevención y disminución de las problemáticas ambientales que se estaban desarrollando en el ingenio, lo que a su vez podrá ser una guía para la aplicación de la RAI y de la formulación de este tipo de estrategias en otros laboratorios.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La producción más limpia es una estrategia que cada vez cobra más fuerza alrededor del mundo, pero en un inicio esta no fue considerada por ser aplicada como una solución al inicio de los procesos y no al final de estos como era común en todas las industrias. El área de análisis y calidad dentro de las industrias es una de las menos analizadas en cuanto a estrategias de mejora pues estas normalmente se aplican a los procesos resultado de la actividad productiva, considerando los aspectos e impactos generados en esta área como paralelos al desarrollo de los procesos.

En Estados Unidos la preocupación por el manejo ambiental de los laboratorios llevó a que en el año 2000 se creara y publicara la Guía para el Manejo Ambiental de los pequeños laboratorios, esta con el fin de ayudarlos a entender la responsabilidad ambiental que estos tienen de implementar programas de manejo ambiental para así prevenir la contaminación y cumplir las regulaciones y requerimientos federales que hay sobre este tema².

En México Vargas *et al*³, expresan que dentro de las universidades se presenta una gran generación de residuos que van desde residuos sólidos de tipo urbano hasta residuos de manejo especial como los que se presentan por parte de los laboratorios, para los cuales se han empezado a generar planes de manejo ambiental con el fin de prevenir, mitigar y corregir los impactos. Estos últimos presentan problemáticas como la falta de lugares de almacenamiento adecuados

² United State Environmental Protection Agency – EPA. Environmental Management Guide for Small Laboratories. Small Business División. [En línea]. 2000. País Estados Unidos. Disponible en: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/100049DH.PDF?Dockey=100049DH.PDF>

³ VARGAS, Oscar; ALVARADO, Erika; LÓPEZ, Carlos & CISNEROS, Vicente. Plan de manejo de residuos sólidos generados en la Universidad Tecnológica de Salamanca. Caso de estudios. [En línea]. 2015. País México. Disponible en: <http://www.reibci.org/publicados/2015/septiembre/1200106.pdf>

antes de su confinamiento final para así evitar los riesgos de exposición y poder cumplir con la normatividad ambiental final.

En Colombia por otra parte Centeno y Pérez⁴, plantean que en el país la situación ambiental actual se ha visto afectada por los diferentes impactos generados por parte de las organizaciones que realizan alguna actividad ya sea industrial, económica o turística. En el caso de los laboratorios esta problemática ha llevado a que este tipo de empresas busquen disminuir, corregir o remover todos los impactos que sus procesos productivos generan mediante la implementación de planes para su adecuado manejo ambiental, además de la creación de sistemas de gestión ambiental y políticas ambientales que sigan los lineamientos ambientales en el país.

En cuanto al Valle del Cauca al igual que en el resto del país los laboratorios también presentan ciertas problemáticas afines, como el inadecuado manejo de los residuos generados, tanto sólidos como peligrosos debido a la falta de un sistema de monitoreo que permita conocer si se están cumpliendo las normatividades legales vigentes aplicables a estas problemáticas y crear estrategias de control, mejora y disminución que permitan la adopción de prácticas de producción más limpia⁵.

El Ingenio Pichichí S.A., se encuentra ubicado en el municipio de Guacarí, departamento del Valle del Cauca, a 70 Km de la ciudad de Santiago de Cali, Colombia.⁶ Este municipio desde hace aproximadamente 60 años ha planteado la agricultura como parte predominante de sus actividades económicas,

⁴ CENTENO, Magda & PÉREZ, Angie. Plan de Manejo Ambiental para la Empresa de Productos de Aseo Laboratorios Brenes LTDA. Trabajo de grado. [En línea]. 2017. País Colombia. Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/7151/CentenoMagdaAlejandra2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

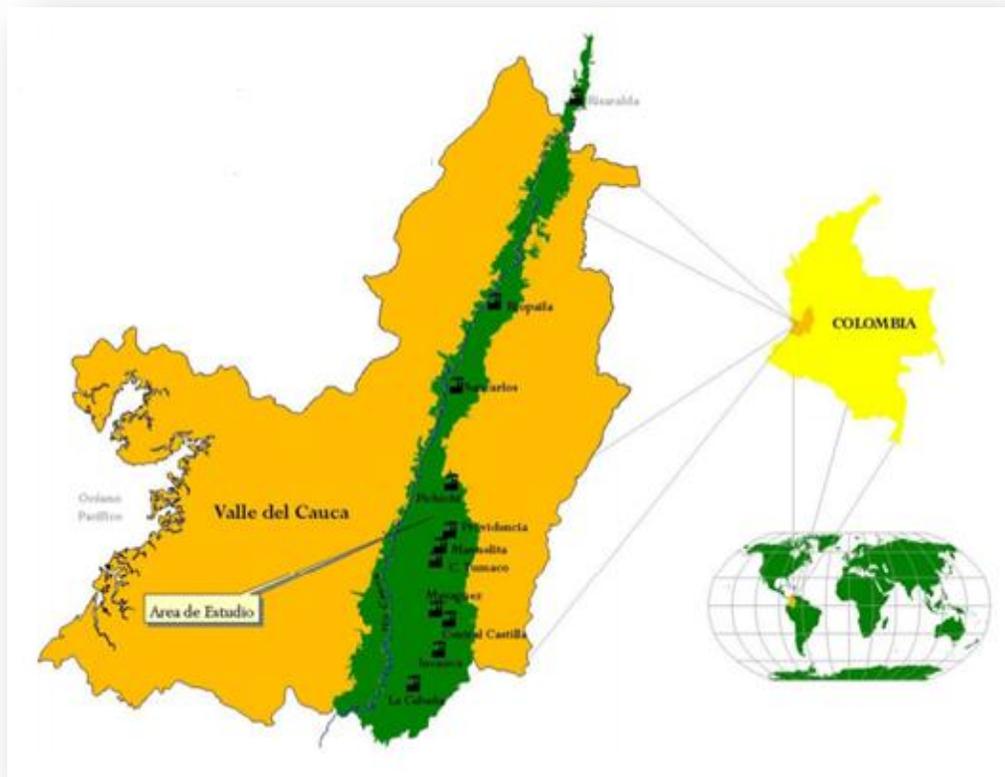
⁵ PEÑA, Sindy. Propuesta del Plan de Manejo Ambiental para el Laboratorio Quimindustriales S.A aplicando estrategias de producción más limpia. [En línea]. 2013. País Colombia. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/5194/1/TIA01578.pdf>

⁶PROCAÑA. Presentación del sector agroindustrial de la caña de azúcar. {En línea}. 2018. {Consultado el 12 de noviembre de 2019} Disponible en: https://www.procana.org/new/images/content/documento_gestion/Presentacion%20del%20sector%20pag%20web%202018.pdf

destacándose principalmente la siembra e industrialización de monocultivos de la caña de azúcar.⁷

La imagen 1 a continuación muestra la ubicación geográfica del Ingenio Pichichí en el departamento del Valle del Cauca.

Imagen 1. Ubicación geográfica del Ingenio Pichichí en el departamento del Valle del Cauca.



Fuente: PROCAÑA. Presentación del sector agroindustrial de la caña de azúcar. {En línea}. 2018. Disponible en:
https://www.procana.org/new/images/content/documento_gestion/Presentacion%20del%20sector%20pag%20web%202018.pdf

⁷ COLOMBIA APRENDE. Guacarí. Problemas ambientales. {En línea}. 2016. {Consultado el 12 de noviembre de 2019} Disponible en: <http://aprende.colombiaaprende.edu.co/es/node/90972>

El Ingenio Pichichí S.A es una empresa agroindustrial dedicada a la fabricación y comercialización de productos derivados de la caña de azúcar con una capacidad de molienda instalada de 4.400 Ton/día⁸.

Debido a la ubicación geográfica del Ingenio más del 50% de sus empleados son de Guacarí, seguido por una cantidad aproximada de 16% de empleados pertenecientes al municipio de Buga y un 12% y 8,9% del municipio de Cerrito y Ginebra respectivamente.⁹ Esto evidencia el impacto positivo que posee sobre su zona de influencia.

Según el Diagnóstico Técnico del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (Municipio de Guacarí, PBOT 2009- 2018.), entre las principales actividades económicas desarrolladas en el municipio que inciden directa o indirecta en la situación ambiental local se encuentra la actividad agrícola que principalmente participa con los monocultivos de la caña de azúcar, llegando a presentar una extensión de 10.234 hectáreas que ha dinamizado un proceso agroindustrial a través del ingenio Pichichí.

El ingenio Pichichí S.A para el control, aseguramiento y mejoramiento de la calidad de sus productos, posee el Laboratorio de Calidad, el cual se encuentra distribuido en diferentes laboratorios donde se realizan los siguientes procesos:

- Análisis fisicoquímicos.
- Control hídrico.
- Cromatografía líquida.
- Microbiología y metrología.
- Muestreos y análisis de procesos.

⁸PROCAÑA. Presentación del sector agroindustrial de la caña de azúcar. {En línea}. 2018. {Consultado el 15 de noviembre de 2019}. Disponible en:

⁹INGENIO PICHICHÍ S.A. Informe de sostenibilidad 2018. {En línea}. 2018. {Consultado el 15 de noviembre de 2019}. Disponible en:

https://www.procana.org/new/images/content/documento_gestion/Presentacion%20del%20sector%20pag%20web%202018.pdf

Además de lo anterior dentro de estos espacios se brindan otro tipo de servicios como lo son muestreo y análisis especiales para diferentes áreas del ingenio, todo lo anterior con la finalidad de identificar diferentes puntos de mejora continúan dentro de los procesos llevados a cabo en la empresa.¹⁰

Otras de las actividades constantes realizadas son el aseguramiento metrológico a todas las básculas ubicadas en los diferentes puntos de la empresa como las que están en la entrada de los camiones, en la fábrica y otros equipos de muestreo y medidores de flujo a través de un programa periódico de mantenimiento preventivo y de calibraciones internas y externas.¹¹

En la siguiente imagen se observan los planos de la planta general de laboratorios del ingenio Pichichí S.A.

¹⁰INGENIO PICHICHÍ S.A. Servicios. Laboratorios. {En línea}. 2019. {Consultado el 20 de noviembre de 2019}. Disponible en: <http://www.ingeniopichichi.com/pichichi/index.html>

¹¹Ibíd. p. 1.

Descripción de las áreas del laboratorio de Calidad del ingenio Pichichí S.A.

- **Área administrativa:** Conformada por 5 oficinas, la sala de juntas, cocineta bodega.
- **Laboratorio central:** Aquí se realiza la mayor parte de las actividades puesto que la mayoría de equipos electrónicos, materiales e insumos se encuentran en esta área, también debido a que es el lugar con mayor espacio en el laboratorio de calidad. En sus alrededores lo conforman:
 - **2 lavadores de ojos:** Es utilizado en caso de presentarse alguna emergencia.
 - **Cabina extractora:** Aquí se preparan reactivos y se realizan muestras con reactivos muy de gran toxicidad
 - **Nevera de muestras HPLC (No frost HACEB):** Aquí se depositan muestras de HPLC (cromatografía de líquidos de alto rendimiento) previamente analizadas en el equipo de HPLC.
 - **Banco de energía alterna:** Equipo utilizado como toma para energía eléctrica alternativa en caso de falta de esta misma dentro del ingenio, cabe destacar que su punto estratégico de base se encuentra en el laboratorio de calidad y por lo tanto muchas áreas dentro del ingenio requerirán de este mismo equipo en caso de faltas de energía eléctrica.
 - **Destilador de agua:** Equipo encargado de suministrar agua destilada al laboratorio para todo tipo de actividades requeridas, este destilador está conformado por:
 - Condensador cilíndrico de volumen de 20,18 L

- Resistencia eléctrica: funcionan a 110 y 220 Voltios
- Tanque de llenado de agua destilada de capacidad de 105,73L
- Entrada de agua para refrigerar Q
- Salida de agua de refrigerada con caudal de 120 L/H
- 2 recipientes para almacenamiento de residuos químicos peligrosos, cada uno de aproximadamente 2 galones.

El laboratorio central de calidad está conformado por 5 mesones los cuales en varios de estos se hallan equipos, muestras e insumos requeridos para determinados procedimientos, cada uno de los mesones cuenta con una losa de capacidad de 64 litros aproximadamente. Cada mesón se subdivide por una pared de 30cm de altura, y en medio de estas subdivisiones se encuentran los depósitos o vertederos para aguas residuales (a parte de los grifos), los mesones también incluyen cajoneras en la parte posterior para guardado de material de vidrio, plástico, aseo, compuestos químicos líquidos y sólidos, reactivos, entre otros. El mesón número 1 es el único que no cuenta con funcionamiento para salida de agua potable y drenaje respectivamente.

De acuerdo a la misión y visión del ingenio la responsabilidad ambiental es un punto fundamental en sus procesos, debido a esto en la actualidad se encuentra certificado bajo la NTC ISO 14001:2015, con el fin de mantener un desempeño ambiental sano que respalde y potencie la imagen de la empresa, demuestre ante la autoridad competente el cumplimiento de la normatividad ambiental legal vigente en el país y su preocupación por el cuidado y mantenimiento de los recursos naturales.

Sin embargo, no todas las áreas de la empresa se han visto beneficiadas con esta norma debido a la falta de concientización del personal, la carencia de programas ambientales específicos para los puntos críticos y la no existencia de estrategias de producción más limpia que permitan el aprovechamiento de los recursos.

Las actividades que se realizan en el laboratorio de calidad, generan diferentes impactos al ambiente, actualmente se pueden identificar diferentes puntos críticos que estructuran la necesidad de propuestas de producción más limpia como se muestra a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Puntos críticos identificados en las actividades del laboratorio de Calidad

Puntos críticos identificados en las actividades del laboratorio de Calidad		
N°	Punto	Evidencia fotográfica
1	El destilador el cual está ubicado en el laboratorio central produce gran impacto al recurso hídrico ya que el agua refrigerada alcanza un caudal de 120 L/h, este se enciende aproximadamente 3 días a la semana durante todo el día. Este proceso genera un caudal de 34.560 L/mes, el cual podría ser recirculado o direccionado para riego o alguna otra actividad permitida, sin embargo, es descargado directamente.	

<p>2</p>	<p>Muestreador JEFFCO, este equipo utiliza sistema de refrigeración, el efluente se vierte directamente en el sifón, provocando afectación en el recurso hídrico al no ser reutilizada, también genera aguas residuales.</p>	
<p>3</p>	<p>En el cuarto caliente se generan altas temperaturas por lo cual se hace necesario usar el extractor de calor, en este cuarto se generan emisiones de gases y ruido provocado por el extractor y por el agitador de tamices.</p>	

<p>4</p>	<p>Equipo SOFNLER utilizado para la separación de grasas y aceites produce emisión de gases nocivos ya que trabaja con reactivo hexano el cual es muy volátil.</p> <p>También genera alta presión sobre el recurso hídrico ya que el equipo funciona diariamente durante dos horas y media aproximadamente.</p>	 A photograph of a laboratory setup for solvent extraction. It features a blue metal tray with a circular opening, supported by a stand. On the tray, there are several glass flasks and a long glass tube. The setup is connected to a network of pipes and hoses, likely for the circulation of a solvent like hexane. The background shows a typical laboratory environment with a sink and other equipment.
<p>5</p>	<p>En el laboratorio de microbiología no existe un rotulado y bolsa adecuada de los residuos peligrosos y residuos biológicos peligrosos principalmente por falta de orientación y concientización del personal del área.</p>	 Two photographs showing improper waste disposal in a laboratory. The top photo shows a black plastic bin filled with crumpled blue and white plastic bags, with a mop and bucket nearby. The bottom photo shows a red plastic bin filled with crumpled white plastic bags, placed next to a grey trash can. This indicates that hazardous and biological waste is being disposed of in regular trash bins instead of being properly labeled and bagged.

<p>6</p>	<p>En el laboratorio central normalmente se encuentran residuos sin clasificación ya que se depositan residuos impregnados de reactivos químicos, azúcares, vidrio roto, residuos comunes, etc.</p>	
<p>7</p>	<p>Para los recipientes de almacenamiento de residuos químicos peligrosos muchos de los trabajadores de laboratorio omiten depositar sus residuos químicos allí, lo cual genera un gran impacto ambiental aumentando la carga orgánica e inorgánica de aguas residuales industriales debido a que son arrojados por el drenaje.</p>	

Fuente: Autor.

A pesar de la certificación de la empresa bajo la NTC ISO 14001:2015, se requieren planes complementarios para la adecuada gestión de los procesos llevados a cabo en sus laboratorios ya que de acuerdo a lo descrito con anterioridad actualmente existen diferentes problemáticas en torno a esta área del Ingenio, en especial problemas relacionados con lo ambientales como las siguientes:

- La presión al recurso hídrico por el manejo inadecuado de los residuos químicos y peligrosos generados de las actividades que se realizan allí y por la falta de estrategias que permitan un aprovechamiento de los recursos, ya que los programas existentes para la disminución en el consumo y la contaminación del agua, no son suficientes para el manejo adecuado del recurso.

- Presión sobre el recurso suelo: por la falta de inclusión de los procesos que se llevan a cabo dentro del laboratorio en los respectivos programas de manejo integral de los residuos sólidos y residuos peligrosos, resultando esto en una falta de control e inadecuado manejo de estos.

También sumado a esto los programas de manejo de residuos sólidos y programa de manejo de residuos líquidos no articulan los puntos críticos identificados en el laboratorio de calidad por lo cual no se realiza su respectivo control y seguimiento, lo que aumenta en gran medida las problemáticas medioambientales que estos generan.

En la parte social se ven problemáticas que afectan en general a las poblaciones como la disminución del recurso hídrico debido a la falta de manejo de algunos residuos peligrosos químicos dentro de los laboratorios lo que ocasiona la disminución de la calidad del agua y el daño total de esta; por la afectación de las características físico químicas y microbiológicas necesarias para este tipo de uso. Además de la alta generación de residuos sólidos que causa presión sobre el recurso suelo y la proliferación de vectores y por consiguiente de enfermedades en las poblaciones aledañas a la empresa.

Económicamente la empresa realiza al igual que otros, pagos por contaminación ya sea por el vertimiento de residuos líquidos a las fuentes hídricas o la gran generación de residuos sólidos y peligrosos lo cual es un aspecto económico negativo que no aporta de manera beneficiosa a la empresa.

Lo anterior se debe en gran parte a que dentro del laboratorio no se realiza la adecuada separación y almacenamiento de los residuos peligrosos generando una contaminación cruzada entre estos y los ordinarios lo que ha aumentado la cantidad de respel que genera la empresa, esta problemática se puede evidenciar en la tabla 1 puntos 5,6 y 7.

Además de las grandes cantidades de dinero invertidas en tratamientos para las diferentes problemáticas como la generación de emisiones mostrada en la tabla 1 puntos 3 y 4, el tratamiento de las aguas residuales que se muestran también en la tabla 1 puntos 1 y 2, las cuales se podrían disminuir si se realiza un adecuado uso de los recursos pues dentro del laboratorio permanecen las llaves abiertas aumentando la cantidad de vertimientos, esto último también es una problemática pues el consumo desmedido de los recursos genera unos costos económicos altos dentro de la empresa.

La organización no ha definido metas claras que apunten a la mejora de estas problemáticas ambientales, sociales y económicas, yendo en contra de su misión y visión actual, la cual corresponde a contribuir responsablemente con la comunidad para un ambiente sano y ser reconocida por su responsabilidad ambiental.

Lo descrito anteriormente refleja la problemática de no contar con estrategias de producción más limpia para el laboratorio de calidad que oriente el control de las actividades y operaciones que generen impactos significativos, ya que la falta de estas, puede provocar el incremento de sus impactos, poniendo en juego la protección ambiental, a su vez el ingenio podría entrar en una etapa crítica al no contar con innovación permanente para mejorar sus actividades y procesos con tecnologías limpias y por ende generar una mala imagen en el mercado teniendo en cuenta que éste es cada vez más competitivo y que las partes interesadas son cada día más exigentes y comprometidas con el cuidado del medio ambiente.

De acuerdo a lo expresado, se puede evidenciar la gran necesidad de contar con estrategias para la producción más limpia del laboratorio de calidad del Ingenio Pichichí S.A, ubicado en el municipio de Guacarí, departamento del Valle del Cauca, logrando el mejoramiento continuo del Ingenio.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con base al planteamiento del problema presentado, se formula la siguiente pregunta problema.

¿Cómo aplicar la producción más limpia en el manejo ambiental del laboratorio de calidad del ingenio Pichichí S.A, ubicado en el municipio de Guacarí, departamento del Valle del Cauca?

2. JUSTIFICACIÓN

Las actividades industriales y su impacto en el ambiente, se han convertido en un aspecto de gran importancia en la actualidad, ya que, de manera directa o indirecta, cualquier acción realizada en el desarrollo de estas actividades va a ser reflejada en el comportamiento futuro del medio ambiente.

Aquellas organizaciones que presentan interés en desarrollar un buen desempeño en cuanto a la parte ambiental lo hacen a causa de las legislaciones creadas año a año y que cada vez son más exigentes, esto por medio del desarrollo de medidas que fomenten la protección ambiental, pero todo lo anterior en la mayoría de los casos esto no es una garantía de que estos requisitos legales y estas políticas se cumplan de manera constante.

El Ingenio Pichichí S.A. desea ser reconocido por su responsabilidad ambiental es por ello que se encuentra certificado bajo la NTC ISO 14001:2015, no obstante, requiere de alternativas que permitan el fortalecimiento de este sistema de gestión ambiental las cuales estén orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de sus actividades.

Entre las alternativas existentes se encuentran las estrategias de producción más limpia; esta temática ha logrado ser reconocida en todo el mundo, como una herramienta para prevenir los impactos antes de que estos sucedan, contribuyendo de esta manera a la protección del medio ambiente dentro de las

organizaciones. De acuerdo con el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (PNUMA), la Producción Más Limpia (PML) consiste en aplicar estrategias integradas de prevención durante el desarrollo de los procesos, productos y servicios, esto con el fin de aumentar la eficiencia en todos los campos, y disminuir los riesgos sobre los seres humanos y el ambiente¹².

El presente proyecto busca formular estrategias para la producción más limpia del laboratorio de calidad del Ingenio Pichichí S.A, ubicado en el municipio de Guacarí, departamento del Valle del Cauca.

Como se nombró con anterioridad en el laboratorio de calidad del ingenio se han identificado problemáticas que representan repercusiones al medio ambiente, tales como: presión del recurso hídrico, manejo inadecuado de los residuos químicos, manejo inadecuado de los residuos peligrosos, generación de ruido, entre otros; estos problemas requieren de soluciones que desde el punto de vista de las estrategias de PML representan nuevas oportunidades para implementar medidas que fomenten el ahorro de recursos, de materias primas y de costos económicos. Oportunidades para que el Ingenio Pichichí S.A pueda fortalecer su responsabilidad ambiental corporativa a través de la formulación de programas de mejoramiento continuo, transformación productiva y disminución de los impactos ambientales que son generados a lo largo de los procesos y actividades en esta zona.

El implementar estrategias de producción más limpia en el laboratorio de calidad del ingenio traerá consigo beneficios en múltiples aspectos tales como:

Beneficios a nivel ambiental:

- Conservación de los recursos naturales.
- Consumo adecuado de los materiales y energía.

¹²MURILLO PEÑA, Sindy Lorena. Propuesta Del Plan De Manejo Ambiental Para El Laboratorio Quimindustriales S.A Aplicando Estrategias De Producción Más Limpia. {En línea}. 2013. {Consultado el 20 de noviembre de 2019}. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/5194/1/TIA01578.pdf>

- Disminución en la cantidad de residuos sólidos y líquidos.
- Disminución en la toxicidad de los residuos sólidos y líquidos.
- Conlleva al cumplimiento de la normativa y regulaciones ambientales vigentes.
- Uso eficiente de los recursos disminuyendo así la generación de residuos, los cuales pueden tener un segundo uso.
- Mejoras en la imagen, por ser amigables con el ambiente.

Beneficios a nivel social y laboral:

- Mejora en la calidad de vida de las poblaciones cercanas a la industria.
- Mejora de la calidad de vida a como resultado de la preservación de los recursos naturales.
- Reducción de la tasa de enfermedades en la población provocada por la contaminación.
- Disminución de la cantidad de accidentes de trabajo, reducción de los riesgos laborales y mejora en el ambiente laboral.
- Prevención y reducción de enfermedades ocupacionales.

Beneficios a nivel económico:

- Aumenta la competitividad de la organización.
- Reducción de costos por consumos de materia prima, de agua y energía.
- Mejora la imagen empresarial.
- Aumentar la eficiencia de los procesos productivos.
- Aumenta la calidad de productos y servicios.
- Aumenta la posibilidad de acceso a nuevos mercados.
- Minimiza las inversiones en sistemas de control al final del proceso

En consecuencia, a lo anterior, es indispensable la realización de este proyecto debido a que a través de estas prácticas se fortalecerá el sistema de gestión ambiental de la empresa y se logrará la concientización por parte de los trabajadores, además coayudará a un desarrollo organizacional eficaz y eficiente.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar estrategias para la producción más limpia del laboratorio de calidad del Ingenio Pichichí S.A ubicado en el municipio de Guacarí, Departamento del Valle del Cauca.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la revisión ambiental inicial (RAI) de las operaciones que se llevan a cabo en el laboratorio de calidad del Ingenio Pichichí S.A.

- Identificar oportunidades de Producción más Limpia para el laboratorio de calidad teniendo en cuenta las actividades que generan mayores impactos ambientales identificados en el (RAI).

- Estructurar programas de Producción más Limpia que permitan la prevención, mitigación y control de los impactos identificados en el laboratorio de calidad del Ingenio Pichichí S.A.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO TEÓRICO

Las actividades económicas que se desarrollan en cada nación traen consigo un aumento en el consumo de sus recursos y con esto también un deterioro de sus recursos naturales como: aire, agua, suelo, qué decir del aspecto social donde la mayoría de ocasiones no se hace partícipe a las comunidades respecto al uso de las áreas próximas a los sectores habitacionales.

El deterioro ambiental y los impactos ligados a este como el cambio climático, los escasos de recursos, entre otras, son temas que actualmente se han convertido en una gran preocupación de los países. Estos se encuentran directamente relacionados con la presencia de diferentes actividades productivas de tipo doméstico, industrial o agrícola, que en el desarrollo de sus actividades presenten como parte finales de estas la generación de residuos¹³.

Para Enríquez¹⁴, los residuos sólidos pueden provenir de diferentes actividades domésticas e industriales, siendo estas últimas las que contribuyen

¹³ RACINES, Adriana. Análisis de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante descomposición aeróbica de residuos industriales en mezcla con residuos pecuarios. {En línea}. Quito, 2018, 91 p. Tesis (Maestría en Cambio Climático y Negociación Ambiental). Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. Área de Estudios Sociales y Globales. {Consultado el 5 de noviembre de 2020}. Disponible en: <http://repositorionew.uasb.edu.ec/handle/10644/6058>

¹⁴ ENRÍQUEZ, Maryeni. Aprovechamiento de residuos industriales para la obtención de clínker. {En línea}. Colombia, 2019. Tesis de investigación, Magister en Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Colombia. {Consultado el 5 de noviembre de 2020}. Disponible

significativamente con la generación de los residuos debido a diferentes factores como la falta de planeación, el desconocimiento de procesos de aprovechamiento y la falta de estudios técnicos que interfieren en el aprovechamiento de estos residuos generados.

Por otra parte, Alvarado¹⁵ expresa que en los últimos años se ha estado intentando mitigar los impactos ambientales como los provenientes de los factores de contaminación generados por los residuos industriales líquidos, ya que el elemento líquido es vital para el cumplimiento de los ciclos de vida, por lo cual se debe evitar la contaminación de las aguas.

En cuanto a las emisiones a la atmósfera Ballester señala que estas están conectadas con el cambio climático y pueden empeorar los efectos generados sobre la salud de las personas por la contaminación del aire, esto no solo de manera directa sino también indirecta resultado del impacto en los fenómenos meteorológicos sobre la salud¹⁶.

En general, se puede decir que la generación de residuos es una de las mayores causantes de deterioro sobre el ambiente, pues estos subproductos son muy variados tanto en su origen (doméstico, agrícola o industrial) como en su tipo (sólido, líquido y gaseoso), lo que permite que también sus ámbitos de afectación y problemáticas sean diversos.

Respecto a las soluciones de las problemáticas generadas por la producción de residuos sólidos, líquidos y emisiones en los últimos años estas se han basado

en:<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/76673/MarveniEnr%20c3%adquez.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

¹⁵ ALVARADO, Flor de María. "El tratamiento de residuos industriales líquidos, una revisión de la literatura. {En línea}. Perú, 2018. Trabajo de investigación, Bachiller en Ingeniería Industrial. Universidad privada del norte. {Consultado el 5 de noviembre de 2020}. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24190/Alvarado%20S%20c3%a1nchez%20Flor%20de%20Mar%20c3%ada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

¹⁶ BALLESTER, Ferran. Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. *Rev. Esp. Salud Publica* [online]. 2005, vol.79, n.2 [citado 2020-11-11], pp.159-175. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=51135-57272005000200005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2173-9110.

principalmente en el uso de las tecnologías “al final del tubo”, las cuales reciben su nombre por ser tecnologías convencionales que se centran generalmente en el tratamiento de los subproductos obtenidos al final de los procesos industriales, lo que las ha convertido menos en una solución viable y más en una problemática económica por los altos gastos adicionales en los que incurren las empresas¹⁷.

Vargas, Trujillo y Torres¹⁸, opinan que las estrategias tradicionales basadas en acciones al final del tubo deben de cambiar ya que estas son de alto costo para las empresas y de igual manera generan efectos nocivos sobre los sistemas naturales, pues solamente se enfocan en tratar los efectos generados en el último eslabón productivo transfiriendo la contaminación de un medio a otro.

De lo anterior se da la importancia en el énfasis no solo de tratamiento basado en acciones al final del proceso, sino también en la creación de herramientas como las políticas ambientales basadas en el crecimiento de la producción, pues a pesar de que el desarrollo económico de los países contribuye al bienestar de la población se debe tener en cuenta que no se debe arriesgar el bienestar de las futuras generaciones al comprometer los recursos naturales.

Acevedo y Severiche¹⁹, establecen la Producción más Limpia como una estrategia empresarial que se enfoca sobre todo en los procesos productivos, productos y servicios cuya finalidad es fortalecer la competitividad empresarial a partir del incentivo de actividades innovadoras, la reducción de costos y de riesgos importantes sobre el ser humano y el ambiente, pero en esencia esta estrategia

¹⁷ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL – ONUDI. Introducción a la producción más limpia. {En línea} {Consultado el 5 de noviembre de 2020}. Disponible en: https://www.unido.org/sites/default/files/2008-06/1-Textbook_0.pdf

¹⁸ VARGAS, Óscar; TRUJILLO, Juan & TORRES, Marco. Análisis de la inclusión de aspectos ambientales en microempresas agroindustriales de la ciudad de Villavicencio, Colombia. *Rev. P+L* [online]. 2017, vol.12, n.1 [cited 2020-11-11], pp.115-123. Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552017000100115&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1909-0455. <http://dx.doi.org/10.22507/pml.v12n1a12>.

¹⁹ ACEVEDO, Rosa; SEVERICHE, Carlos. Evaluación de impactos ambientales en un laboratorio de calidad de aguas. *Rev. P+L* [online]. 2013, vol.8, n.2 [cited 2020-11-11], pp.32-38. Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552013000200004&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1909-0455 .

busca el uso eficiente de energía, agua, e insumos y el aprovechamiento de residuos, integrando beneficios económicos, ambientales y sociales

La Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo Industrial – ONUDI²⁰, define la Producción Más Limpia como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva ligada a los procesos, productos y servicios, que tiene como fin mejorar la eficiencia global y minimizar los riesgos sobre las personas y la naturaleza, esto por medio del ahorro de materias primas y energía, la exclusión de materias primas tóxicas, la disminución de la cantidad de residuos y su toxicidad, además de la minimización de las emisiones como un paso hacia un desarrollo económico más sostenido.

Junto a la anterior el Centro de producción más limpia – CPML, define de igual manera el concepto de producción más limpia, pero adiciona los principios de precaución, prevención e integración, las técnicas para lograr una producción más limpia y los beneficios de esta y los define de la siguiente manera:

El principio de precaución: este no solo incluye la prevención de situaciones legales nocivas, sino que también abarca la seguridad de los trabajadores y de la planta contra problemáticas de salud o daños irreversibles. Este principio apunta a la disminución de agentes antropogénicos en el ambiente, lo que implica principalmente un rediseño sustancial obligatorio del sistema industrial de producción y consumo, que depende hasta ahora de un fuerte procesamiento de materiales.

El principio de prevención: La prevención es igualmente importante, primordialmente en situaciones en las cuales se tiene conocimiento de los daños que se pueden ocasionar sobre un producto o proceso. Este indica la búsqueda de cambios en la cadena de producción y consumo. Todo esto como consecuencia del carácter preventivo de la Producción Más Limpia que requiere que dentro de las soluciones se examine el diseño del producto, la demanda del consumidor, los

²⁰ ONUDI. Op. cit., p. 26

patrones de consumo de materiales, y ciertamente la base material total de su actividad económica.

El principio de integración: este involucra la toma de una visión holística del ciclo de producción, y un método para incluir esta idea en el análisis de ciclo de vida. Un inconveniente de la resolución preventiva es integrar medidas de protección sobre el medio ambiente por medio de fronteras sistémicas. El control que se da sobre los procesos finales frecuentemente se presenta hasta cierto punto en que rigen medidas de procesos integrados para la reducción de contaminantes. Al disminuir la necesidad de emisiones de estas sustancias al medio, las medidas pueden brindar una protección completa sobre la naturaleza.

En cuanto a las diferentes técnicas que existen propone:

- Mejoría en el proceso
- Buenas Prácticas Operativas
- Mantenimiento de equipos
- Reusó y reciclaje
- Variaciones en la materia prima
- Variaciones de tecnología.

Las cuales al ser aplicadas proveen una cantidad de beneficios como el posicionamiento de manera competitivamente en el mercado nacional e internacional, la respuesta a las tendencias internacionales que emergen en cuanto a normas y estándares ambientales, la contribución al cumplimiento de la legislación ambiental vigente y la generación de un consumo y demanda de productos elaborados con enfoque de Producción más Limpia²¹.

Además de lo anterior, el enfoque de producción más limpia es un instrumento importante para mejorar el rendimiento ambiental de las empresas, pues la

²¹ Centro de producción más limpia – CPML. ¿Qué es producción más limpia? {En línea}. País Nicaragua. 2017. {Consultado el 17 de octubre de 2020}. Disponible en: <https://www.pml.org.ni/index.php/produccion-limpia>

aplicación de este ha demostrado ser positiva para la mitigación de daños ambientales, así como también para la parte social y económica de las empresas, por medio del control y disminución en el consumo de materias primas como agua y energía.

Para Cárdenas *et al*²², una buena metodología para la evaluación de la producción más limpia consiste en tres fases principales:

- Una primera fase de reconocimiento en la cual se realiza una revisión de conceptos y de buenas prácticas en la producción o proceso a trabajar, y un reconocimiento de la legislación ambiental que aplica a la actividad económica.
- Una segunda fase de diagnóstico que consiste en una revisión ambiental inicial, el desarrollo de un ecomapa en el cual se visualicen las instalaciones por cada proceso y se identifiquen aquellas que generen más contaminación ambiental, un diagrama de flujo con las entradas y salidas, un análisis de costo -ingreso y por último una descripción del sistema productivo.
- En cuanto a la tercera fase este plantea la formulación de las alternativas, las cuales contienen las opciones que pueden ser implementadas por la empresa para reducir los impactos negativos y mejorar la parte productiva de la misma.

En Colombia la inclusión de esta herramienta también se hizo necesaria y en 1997 después de un amplio proceso de concertación entre diversas entidades públicas como ministerios, institutos de investigación, corporaciones autónomas regionales y entidades privadas la Política Nacional de Producción más Limpia fue aprobada por el Consejo Nacional Ambiental en 1997 y expedido por el Ministerio de Medio

²² CARDENAS *et al*. La producción más limpia en el sector porcino: Una experiencia desde la amazonia ecuatoriana. [En línea]. 2019. País Ecuador. Disponible en: https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1288/html_69

Ambiente de su época como la herramienta para garantizar la protección ambiental, el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad empresarial.

En resumen, la producción más limpia es una estrategia empresarial de carácter ambiental que tiene como principal objetivo el investigar y llegar a la fuente del problema antes que esperar a solucionarlo, ocasionando así impactos positivos tanto ambientales como económicos para las empresas, poblaciones y ambiente.

4.2 MARCO CONCEPTUAL

La industria agrícola y en especial la del monocultivo de caña de azúcar se encuentra conformada por actividades que influyen de manera directa o indirecta sobre el ambiente, las cuales en algunos casos generan impactos ambientales positivos o negativos que a su vez desencadenan beneficios o problemas respectivamente. Estos beneficios o problemas suelen ser los causantes de cambios sociales, ambientales y económicos dentro de las comunidades, trabajadores y empresas.

El deterioro ambiental es una de las problemáticas causadas por las actividades económicas, específicamente por los impactos negativos que esta presenta. Además de esto es el causante de cambios negativos sobre el ambiente, las comunidades, los trabajadores y la empresa, los cuales se dan como resultado de los impactos ambientales negativos generalmente ligados al consumo excesivo de los recursos y el manejo inadecuado de los residuos. La generación de residuos sólidos, líquidos y emisiones durante muchos años se ha tratado de resolver mediante el tratamiento de estos, pero esta solución no ha ayudado a disminuir la problemática, sino que solo ha permitido mitigar parte de sus impactos.

Dentro de la industria de la caña de azúcar, el área de calidad es de gran importancia pues esta garantiza que los productos para el cliente final presenten las características adecuadas. A pesar de esta importancia los laboratorios de

calidad que son los lugares en los cuales se garantizan aquellas características no son tenido en cuenta dentro de los estudios de problemáticas ambientales presentes en este tipo de empresas, siendo estos de gran importancia pues al igual que el resto de las actividades presentan problemáticas por la generación de emisiones, residuos sólidos y peligrosos, aguas residuales, entre otros productos perjudiciales para el ambiente.

Lo anterior ha permitido que la responsabilidad ambiental dentro de las industrias se convierta en una parte fundamental de todos los procesos, pues esta busca mejorar o mantener un desempeño ambiental sano que beneficie o solucione una problemática. Esta responsabilidad ha permitido contribuir no solo al crecimiento responsable, sino que también ha aportado al desarrollo del concepto de producción más limpia.

Actualmente las estrategias de producción más limpia son un instrumento ambiental que permite mejorar el rendimiento ambiental de una empresa gracias a la mitigación de daños ambientales, sociales y económicos esto por medio del control y disminución de consumos de materias primas como el agua y la energía. Estas estrategias tienen como característica principal su aplicación antes de que suceda o se genere la problemática, esto quiere decir que buscan más que mitigar, prevenir y trabajar en el inicio de la problemática para eliminarla.

Por esta razón las estrategias de producción más limpia se dan al realizar, primero el reconocimiento de las prácticas que están siendo llevadas a cabo en la empresa, segundo el diagnóstico y análisis de estas, y tercero la formulación de las alternativas o estrategias para la producción más limpia necesarias, las cuales son primordiales para solucionar y evitar las problemáticas que se vienen presentando como resultado de los impactos ambientales, sociales y económicos de este laboratorio, esto por medio de la reducción, control y optimización del uso de los recursos que entran al proceso.

4.3 MARCO LEGAL

A continuación, en las tablas 2 a 7 se presenta la normatividad legal vigente aplicable para el buen desarrollo de este proyecto.

Tabla 2. Normas Generales

NORMA	DESCRIPCIÓN	EMITIDA POR
Constitución Política de 1991	Se dictan disposiciones sobre los derechos colectivos y el medio ambiente; además el estado es responsable de la protección del medio ambiente y del derecho de las personas de gozar de un ambiente sano y a su vez de responsabilizar a los dueños de las actividades productivas cuando hay afectaciones toxicas o peligrosas al territorio Nacional.	Congreso de Colombia
Ley 23 de 1973	Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones.	Congreso de Colombia
Decreto Ley 2811 de 1974	Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. <u>Compilado por el Decreto 1076 de 2015</u>	Presidente de la República de Colombia
Ley 9 de 1979	Por la cual se expide el Código Sanitario Nacional, establece procedimientos y medidas para la regulación y control de los vertimientos.	Congreso de Colombia
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental –SINA- y se dictan otras disposiciones.	Congreso de Colombia
Ley 1333 de 2009	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.	Congreso de Colombia
Ley 1453 de 2011	Por medio de la cual se reforma el Código Penal, el Código de Procedimiento Penal, el Código de Infancia y Adolescencia, las reglas sobre extinción de dominio y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad. Artículos 33 y 34: Daños en los recursos	Congreso de Colombia

	naturales y Contaminación ambiental.	
Decreto 1076 de 2015	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por medio del cual se compilan todos los Decretos que rigen el sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Presidente de la República de Colombia

Fuente: Autor.

Tabla 3. Recurso Agua

NORMA	DESCRIPCIÓN	ARTÍCULO QUE APLICA	EMITIDA POR
Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua.	Artículos: 5, 15.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Decreto 1541 de 1978	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.	Sección 4 y 5. Vertimiento por uso industrial y reglamentación de vertimientos.	Presidente de la República
Decreto 1594 de 1984	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI –Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.	Artículos: 15, 16, 17, 20.	Presidente de la República
Decreto 3930 de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.	Artículos: 24, 61, 62.	Presidente de la República
Decreto 4728 de 2010	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010.	Artículo: 6.	Presidente de la República

Decreto 2667 de 2012	Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones.	Capítulo III.	Presidente de la República
Decreto 155 de 2004	Sobre tasas por utilización de aguas.	Artículos: 10, 11, 12.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Decreto 3102 de 1997	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.	Artículos: 6, 7.	Presidente de la República
Resolución 1207 de 2014	Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas.	Artículos: 4, 7, 8, 10.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 0330 de 2017	Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.	Artículo: 253.	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
Resolución 0631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.	Capítulo IV.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 1514 de 2012	Términos de referencia para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos.	Artículos: 2, 4.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 1575 de 2007	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.	Artículo: 16.	Ministerio de la Protección Social
Resolución 2115 de 2007	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.	Artículos: 5, 6, 10.	Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Fuente: Autor.

Tabla 4. Recurso Aire

NORMA	DESCRIPCIÓN	ARTÍCULO QUE APLICA	EMITIDA POR
--------------	--------------------	----------------------------	--------------------

Decreto 948 de 1995	Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.	Artículos: 22, 27.	Ministerio Ambiente
Decreto 979 de 2006	Por el cual se modifican los artículos 7,10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995.	Artículos: 1, 3.	Presidente de la República de Colombia
Resolución 1541 de 2013	Por la cual se establecen los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión, el procedimiento para la evaluación de actividades que generan olores ofensivos y se dictan otras disposiciones.	Artículos: 16, 18.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 2087 de 2014	Por la cual se adopta el “Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos”.	Artículo 1.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 2254 de 2017	Por la cual se adopta la norma de calidad del aire y se dicta otras disposiciones.	Artículos: 22, 27.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 909 de 2008	Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.	Capítulos: 1, 2, 3.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Fuente: Autor.

Tabla 5. Residuos Sólidos

NORMA	DESCRIPCIÓN	ARTÍCULO QUE APLICA	EMITIDA POR
Decreto 4741 de 2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.	Artículos: 8, 9 y 10.	Presidente de la República Colombia
Resolución 1140 de 2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras	Artículo 1.	Presidente de la República Colombia

	Disposiciones.		
Resolución 1402 de 2006	Por la cual se desarrolla parcialmente el Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos.	Artículo 4.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Resolución 1362 de 2007	Establece los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27 y 28 del Decreto 4741 de 2005.	Capítulos: I y II. Artículo 11.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Fuente: Autor.

Tabla 6. Laboratorios

NORMA	DESCRIPCIÓN	ARTÍCULO QUE APLICA	EMITIDA POR
Decreto 2323 de 2006	Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 9ª de 1979 en relación con la Red Nacional de Laboratorios y se dictan otras disposiciones.	Artículo 18. Competencias de los integrantes de la Red Nacional de Laboratorios en el nivel municipal. Artículo 19.	Presidente de la República de Colombia
Resolución 1619 de 2015	Por la cual se establece el Sistema de Gestión de la Red Nacional de Laboratorios en los ejes estratégicos de Vigilancia en Salud Pública y de Gestión de Calidad.	Capítulo IV Inspección, vigilancia y control. Artículo 12.	Ministerio de Salud y Protección Social
Resolución 0561 de 2019	Por la cual se establecen los procedimientos de inscripción y verificación de los laboratorios que realicen pruebas para eventos de interés en salud pública y de inspección, vigilancia y control sanitario en la Red Nacional de Laboratorios – REBLA.	Artículos: 2, 4, 5, 6 y 7.	Ministerio de Salud y Protección Social
Resolución 187 de 2006	Por la cual se adopta el Reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaquetado, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación, comercialización, y se establece el Sistema de Control de Productos	Artículo 18.	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

	Agropecuarios Ecológicos.		
--	---------------------------	--	--

Fuente: Autor.

Tabla 7. Política Nacional

NORMA	DESCRIPCIÓN	ARTÍCULO QUE APLICA	EMITIDA POR
Política Nacional de Producción Más Limpia de 1997	Estrategia para fortalecer la gestión ambiental en el sector nacional con el fin de aumentar la productividad y competitividad desde una perspectiva ambiental.	D. Promoción de producción más limpia en los sectores productivos.	Ministerio del Medio Ambiente

Fuente: Autor.

4.4 ESTADO DEL ARTE

A continuación, en las tablas 8 a 13 se presentan las fuentes investigadas para la conformación del estado del arte de este proyecto.

□ INTERNACIONAL

Tabla 8. Estado del arte #1

Titulo		
Gestión ambiental para una producción más limpia en la industria azucarera del departamento de Escuintla.		
Autor	País	Año
Roberto Efraín Barillas Quiroa	Guatemala	2013
Objetivos		
Objetivo General:		
Proponer estrategias de Producción Más Limpia en la industria azucarera del departamento de Escuintla, con enfoque en la sostenibilidad de los recursos.		

Objetivos Específicos:

- Conocer la legislación, planes y programas ambientales que se utilizan, actualmente, en casos donde se aplica la Producción Más Limpia con éxito.
- Analizar las labores aplicadas de Producción Más Limpia en las industrias productoras de azúcar localizadas en el departamento de Escuintla.
- Proponer programas de Producción Más Limpia en aspectos aplicables o como refuerzo a lo ya aplicado.
- Formular posibles indicadores para el monitoreo ambiental a ser gestionados por Las empresas azucareras y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Resumen

Las actividades económicas desarrolladas en cada país tienen como consecuencia una alta demanda de recursos y por consiguiente un alto deterioro de los mismo, afectando de esta manera la parte ambiental pero también social al no tener en cuenta a las comunidades a la hora de usar los recursos cercanos a estos. En la Republica de Guatemala, la normatividad se guía hacia proteger, conservar y manejar el ambiente de manera adecuada, pero esto no es suficiente pues no se presentan programas fuertes para la protección de los recursos. Por esta razón es importante enfatizar en políticas ambientales que estén guiadas hacia el crecimiento de una economía que conserve los recursos para las generaciones futuras. Este proyecto permitió identificar los recursos ambientales que se estaban vulnerando por el desarrollo de las actividades industriales. Esto se realizó a través del análisis de los impactos que se pudieran estar generando sobre los recursos naturales y el planteamiento de estrategias que permitieran el uso adecuado de los recursos, todo en base al modelo de producción más limpia.

Conclusiones

Guatemala es país número cuatro en la exportación de azúcar en el mundo, esto ha convertido a la industria azucarera en una de gran importancia en la nación, siendo beneficiosa en muchos aspectos, pero también presentando impactos sobre los recursos, tales como el aire, el suelo y el agua. Por esto se han derivado políticas por parte de las industrias azucareras que buscan mejorar los impactos negativos, pero estas no han resuelto totalmente las problemáticas.

Así como se expresó en el contenido del proyecto, una estrategia de Producción Más Limpia para las empresas azucareras, puede usarse como una herramienta adecuada para prolongar la vida de los recursos naturales.

En los municipios del Departamento de Escuintla, funcionan ocho ingenios azucareros con sus cultivos de caña, asociándose además con una entidad que se encarga de velar por las condiciones de la actividad, incluyendo la protección del ambiente. Esta entidad presenta políticas para gestionar la protección del ambiente, sin embargo, la aplicación de estas depende de cada ingenio lo que no ha permitido mayor avance y uniformidad de esta en la zona.

Por lo anterior es importante proponer políticas para producir de manera sostenible, pues la observación realizada en el proyecto demostró que no se están aplicando mejoras reales sino pequeñas mejoras que podrían ser adecuadas si se amplían.

Por esto también las estrategias de Producción Más Limpia, deben ser guiadas hacia la eficacia y eficiencia energética, la optimización del uso de agua, la eficiencia en el uso del suelo, la evaluación costo beneficio y evaluación de indicadores.

Tabla 9. Estado del arte #2

Titulo		
PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA FÁBRICA DE PRODUCCIÓN DE LOS LABORATORIOS VET, S.A		
Autor	País	Año
Karen Lucía Jo Chang	Guatemala	2017
Objetivos		
<p>Objetivos generales:</p> <p>Proponer un plan de acción para implementar prácticas de Producción más Limpia en las actividades de producción de la farmacéutica veterinaria.</p> <p>Objetivos Específicos :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Determinar la línea base de consumo de agua, energía eléctrica y materias primas. <input type="checkbox"/> Realizar los balances de consumo de agua, energía eléctrica y materias primas. <input type="checkbox"/> Identificar las actividades que generan mayores impactos ambientales. <input type="checkbox"/> Proponer prácticas de Producción más Limpia y generar indicadores de desempeño ambiental para las propuestas. 		
Resumen		
<p>Este proyecto se desarrolló en la industria farmacéutica Laboratorio Veterinario, donde se aplicó un diagnóstico ambiental, a través del cual se pudieron generar indicadores de desempeño ambiental y una propuesta de plan de acción para la implementación de Producción más Limpia, a aplicar en las actividades y productos, con el fin de mejorar la eficiencia y disminuir los riesgos. Se usó como modelo la Guía Técnica General de Producción más Limpia desarrollada por el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, de Bolivia. Se evaluó cada uno de los procesos de producción de los siguientes productos: jabón para perro, shampoo para perro, desparasitante para perro, desparasitante para ave y antibiótico para ave. En la zona de producción se diagnosticó y se determinaron las líneas principales y balances del consumo de agua, energía eléctrica y materias primas; además se identificaron los procesos que presentan mayor impacto sobre</p>		

el ambiente todo esto con la finalidad de implementar prácticas de producción más limpia. Las opciones de Producción más Limpia para la zona de producción como agrupar mermas tóxicas, controlar los procesos, realizar mantenimiento de mezcladoras, inodoros eficientes, sustituir llaves de los lavamanos, material de empaque, clasificar los residuos sólidos, reutilizar y reciclar en el sitio, reciclar fuera de la planta, controlar las fugas, iluminar por medio de LED y desconectar la maquinaria y equipo, son las recomendadas.

Conclusiones

- Se determinó que el gasto más alto se da por el consumo de agua y energía eléctrica en el área de producción.
- Se pudo identificar en el balance de consumos, que para producir shampoo se necesita mayor cantidad de materias primas, y para la producción del desparasitante de perros se necesita gran cantidad de agua y energía.
- La actividad que genera un impacto ambiental más negativo es la generación de sustancias tóxicas, seguida por el manejo inadecuado de los vertimientos de tipo industrial, el inadecuado manejo de los residuos, y el consumo inadecuado de agua y energía.
- Se desarrolló una propuesta de Producción más Limpia para el uso eficiente de energía y agua, la cual se desarrollará controlando y monitoreando las actividades para producir los productos.

Fuente: Autor

Tabla 10. Estado del arte #3

Titulo		
"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL CESTTA		
Autor	País	Año
SANTIAGO RICARDO PÉREZ REYES	Ecuador	2019
Objetivos		
<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Implementar un sistema de Producción Más Limpia en el Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental CESTTA.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> □ Realizar un diagnóstico e identificación de las operaciones unitarias críticas en los procesos y servicios del laboratorio. □ Plantear opciones de PML a evaluar técnica y económicamente. 		

- Realizar un Plan de acción e implementar las opciones de producción más limpia factibles.
- Implementar disposiciones generales que vayan dirigidas a los usuarios del laboratorio para reducir el impacto ambiental que estos producen.

Resumen

Se logro implementar un sistema de PML en el lugar el cual tuvo como objetivo lograr la reducción de gastos por el consumo de recursos naturales y materias primas. Para esto se usó un modelo, a aplicar en el sitio el cual fue establecido por el PNUMA, y se realiza observando los procesos, realizando entrevistas, revisando planillas, para así poder establecer las zonas en las cuales se debía trabajar en este estudio. Pudiendo realizar la unificación de los conceptos al lado de los Sistemas de Gestión Ambiental, para de esta manera garantizar la mejora del sistema al trabajar con ciclos como que permitan la revisión, planificación, control e implementación. Al terminar de ejecutar el plan se evidenciaron gastos que no eran necesarios de 200 kilovatios de energía eléctrica al mes, 828 litros de agua al día o 16,6 m³ al mes, y, 4 resmas de papel, los cuales pueden ser mejorados en el laboratorio, lo que también contribuirá a su objetivo de liderar a nivel nacional por su excelencia. Por esto la implementación de actividades que mejoren su imagen como un sistema de PML, con personal capacitado, mejor tecnología, bombillos amigables con el ambiente, sanitarios y grifos ahorradores y un manual de buenas prácticas ambientales, la PML es una herramienta eficaz para todo tipo de empresa, al brindar un servicio de optimización en los procesos, con una visión de ahorro e ingresos para la empresa, es ejecutada priorizando las necesidades de la empresa, tomando en cuenta la Vialidad técnica, económica y ambiental.

Conclusiones

La PML es una herramienta eficaz en todas las empresas empresas, pues optimiza las actividades y presenta una visión de ahorro de recursos.

Los resultados expuestos en este documento serán tomados después de la implementación del plan de producción más limpia, pues este permitirá la optimización de los recursos lo cual logrará disminuir significativamente el pago de estos servicios y mejorar la cultura dentro del laboratorio lo que también será una mejora a mostrar a los clientes.

Se realizó la evaluación inicial la cual logro identificar problemáticas ambientales e impactos causados en variadas zonas del laboratorio, definiendo de esta manera que el Plan de PML a implantar puede ser una gran oportunidad de desarrolló.

El balance también indico que el cambio de las griferías por un tipo de tubería de mayor presión podría ahorrar un 50% del agua consumida en el laboratorio.

La implementación del plan de producción más limpia, logrará también la disminución en el consumo de electricidad, ahorrando una suma estimada de 22 dólares mensuales, 264 dólares al año.

Fuente: Autor

Tabla 11. Estado del arte #4

Título		
Uso de nuevas tecnologías para obtener una producción más limpia		
Autor	País	Año
Carolina Barros Irene García	Montevideo, Uruguay	2018
Objetivos		
El objetivo principal de este documento es el uso de la cromatografía de intercambio iónico con el fin de lograr la reducción total de los reactivos químicos usados para la determinación de los diferentes cationes y aniones, además de la disminución de cantidad del agua y muestra utilizada.		
Resumen		
En el laboratorio se realiza la determinación de diferentes iones provenientes de aguas naturales, aguas residuales y suelos. Los analitos analizados son: amonio, calcio, cloruro, magnesio, nitrato, nitrito, sulfato, entre otros. Las técnicas aplicadas para lograr determinarlos son grandes generadoras de residuos que pueden contaminar y afectar la salud de las personas y el ambiente, dentro de los químicos de toxicidad mas alta usados se encuentran el Fenol y el Hidróxido de Amonio, usado para determinar nitratos y magnesio. Determinar los cloruros presentan generación de residuos químicos con trazas de dicromato y cloruro de bario. Por lo anterior, el objetivo principal de este documento es usar la cromatografía de intercambio iónico para disminuir totalmente la generación de los reactivos químicos usados, disminuir el uso de agua potable y muestras. También el uso de esta nueva tecnología permite disminuir el tiempo de análisis y brinda resultados más confiables.		
Resultados		
Se desarrolló y validó la variedad de metodologías para determinar los cationes y aniones por cromatografía iónica, reemplazando las técnicas convencionales. En los resultados obtenidos se presentaron los reactivos que se dejaron de utilizar luego de que quedara en funcionamiento el cromatógrafo. Se entiende que el uso de los reactivos disminuyó a cero.		
Conclusiones		
Se pueden usar nuevas tecnologías con el fin de presentan una PML, eliminando el uso de reactivos químicos tóxicos sin perder la confiabilidad de los resultados. Un laboratorio amigable con el medio ambiente y con las personas que trabajan en él puede presentarse si se realiza inversión en tecnología adecuada.		

Dentro de los desafíos encontrados para el laboratorio se encuentra buscar una medida para reusar el agua generada por el cromatógrafo iónico como desecho.

Fuente: Autor

□ **NACIONAL**

Tabla 12. Estado del arte #5

Título		
La producción más limpia como estrategia ambiental en el marco del desarrollo sostenible		
Autor	País	Año
Henry Fajardo Fonseca	Colombia	2017
Objetivo		
Implementación de la producción mas limpia como estrategia ambiental teniendo en cuenta los objetivos de desarrollo sostenibles a alcanzar para el año 2030.		
Resumen		
<p>Actualmente la temática de contaminación ambiental ha cambiado desde la década de los 80, esto se debe a las políticas que se han introducido sobre el control de esta, la cual ha afectado por igual a personas y empresas. Por esto han aparecido interrogantes para saber que se debe realizar con aquellas actividades productivas generadoras de residuos, como manejar estos residuos. Es de aquí de donde surge la PML siendo esta una herramienta que las empresas deben de implementan durante el desarrollo de sus procesos, para así disminuir los efectos contaminantes de sus residuos, produciendo de esta manera elementos sostenibles que tengan un ciclo de vida mejor.</p>		
Conclusiones		
<p>La producción más limpia - PML como definición y herramienta sostenible a aplicar, necesita que las organizaciones desarrollen una búsqueda de soluciones que puedan prevenir la contaminación y los impactos ambientales que producen, así como también determinar los beneficios que la aplicación de esta herramienta brinda a la empresa.</p> <p>La PML no es una herramienta nueva, pero si necesaria para obtener beneficios que disminuyan el consumo de materias primas, que desarrollen procesos amigables con el ambiente con un ahorro en la energía, el agua, los combustibles y generen ganancias por todo lo anterior.</p> <p>La PML esta totalmente ligada al cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible para el 2030 en relación a los objetivos 6,7, 9,11,12 y 13 respectivamente, los cuales buscan la sostenibilidad y la responsabilidad de todos los sectores, al realizar múltiples esfuerzos para completar lo que para el 2030 se quiere cumplir</p>		

Fuente: Autor

□ REGIONAL

Tabla 13. Estado del arte #6

Titulo		
Propuesta del plan de manejo ambiental para el laboratorio QUIMINDUSTRIALES S.A aplicando estrategias de producción más limpia		
Autor	País	Año
Sindy Lorena Murillo Peña	Colombia, Cali	2013
Objetivos		
<p>Objetivo general</p> <p>Realizar una propuesta de manejo ambiental para el laboratorio QUIMINDUSTRIALES S.A, aplicando estrategias de Producción más Limpia.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> □ Realizar una RAI o diagnóstico ambiental del laboratorio QUIMINDUSTRIALES S.A. □ Identificar oportunidades de Producción más Limpia en el laboratorio QUIMINDUSTRIALES S.A. □ Diseñar un programa de manejo ambiental para las problemáticas ambientales. 		
Resumen		
<p>Este trabajo se desarrolló para diseñar una propuesta del plan de manejo ambiental en el laboratorio QUIMINDUSTRIALES S.A, aplicando estrategias de PML, mediante la identificación del estado actual de la empresa por medio de una RAI (Revisión Ambiental Inicial), y teniendo en cuenta todas las áreas de la empresa esto permitió que se identificaran las oportunidades de PML. Con lo anterior se pasó al diseño de programas para el manejo ambiental de las problemáticas identificadas, este diseño del PMA , es la base para el desarrollo de programas para mitigar y minimizar los impactos ambientales.</p>		
Conclusiones		
<p>Este proyecto permitió realizar una propuesta para el manejo ambiental del laboratorio de la empresa, las cuales consistían en la aplicación de estrategias de producción mas limpia, mediante la identificación del estado actual de toda la empresa.</p> <p>La implementación de las Buenas Prácticas Operativas para lograr usar adecuada y eficientemente los recursos, usar tecnologías más limpias y para manejar adecuadamente</p>		

los residuos fue aplicada.

Para la recolección de residuos peligrosos optar por clasificarlos, envase, embalaje, rotularlos y realizar la disposición con las diferentes empresas encargas de su transporte y disposición final.

Recomendaciones

Adoptar medidas para prevenir y mitigar, organizadas dentro del PMA, permitirá la gestión de los impactos que influyen de manera negativa en el entorno. Considerando también dentro del plan el manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos y peligrosos generados.

Implementar las medidas para prevenir, mitigar, contener, compensar y disminuir los impactos ambientales identificados en el PMA.

Es importante intensificar medidas, para disminuir totalmente aquellos impactos que afecten la salud humana y el ambiente.

Implementar el Programa de Educación Ambiental guiados a la incentivación de una cultura que proteja y conserve los recursos.

Realizar la adopción y puesta en marcha de una política ambiental, que revise continuamente a los procesos de evaluación de las normas de calidad que la actividad le exige para estar en un alto grado de competitividad, es de gran importancia pues permite que se realice una evaluación y mejora continua de los procesos elevando los estándares de calidad.

Fuente: Autor

5. METODOLOGÍA

La metodología para la formulación de las estrategias de producción más limpia se dividió en las siguientes fases:

5.1 FASE 1. Realizar la revisión ambiental inicial (RAI) de las operaciones que se llevan a cabo en el laboratorio de calidad del Ingenio Pichichí S.A.

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron las siguientes actividades:

5.1.1 Revisión Bibliográfica:

En la cual se adquirió una serie de conocimientos, datos primarios y secundarios; nuevos conceptos en relación con las estrategias de producción más limpia, procesos llevados a cabo en los laboratorios y su interacción con el medio ambiente, así como documentación de experiencias pasadas basadas en antecedentes. Para esto se diligenció la tabla 14.

Tabla 14. Formato Revisión Bibliográfica.

Titulo		
Autor	País	Año
Resumen		

Fuente: Autor.

5.1.2 Recorrido de la zona de estudio:

Se realizó el recorrido con el fin de hacer un reconocimiento ocular de la zona de estudio en el cual se observó cómo se desarrollaron los procesos y a partir de esto se identificaron las características principales de sus procesos y actividades. Teniendo en cuenta lo anterior se diligenció la tabla 15.

Tabla 15. Formato recorrido zona de estudio.

Zona	Actividades o procesos	Características principales

Fuente: Autor.

5.1.3 Identificación de la gestión ambiental ya existente – diagnóstico inicial de la zona de estudio:

Se Identificó el estado actual específicamente de la zona de estudio, condiciones, desempeño ambiental, estructura y responsabilidades de la gestión ambiental actual del laboratorio de calidad y demás información necesaria, como lo muestra la tabla 16.

Tabla 16. Formato formulario de entrevista.

FORMULARIO DE ENTREVISTA

¿La zona de estudio se encuentra en buenas condiciones?	
¿Cómo es el desempeño ambiental en la zona?, Descríbalo.	
¿Quién es la persona responsable del área ambiental en la zona?	
¿Qué prácticas ambientales se llevan a cabo en el laboratorio?	

Fuente: Autor.

Lo anterior se realizó por medio de visitas en las cuales también se recolectaron datos sobre el estado actual de los procesos, el consumo de recursos y la generación de residuos, como se muestra a continuación en la tabla 17.

Tabla 17. Formato datos proceso.

Datos proceso			
Proceso	Estado	Consumos	Residuos

Fuente: Autor.

5.1.4 Identificación y evaluación de los aspectos e impactos ambientales asociados a los procesos del laboratorio de calidad del Ingenio: Se determinaron los posibles aspectos e impactos relacionados con las actividades del laboratorio de calidad y se

realizó su respectiva evaluación.

Metodología para la valoración de aspectos e impactos:

Se evaluaron los aspectos e impactos ambientales, utilizando el procedimiento de valoración de aspectos e impactos, versión 02, definido por MINTRABAJO en su proceso de gestión ambiental, con algunas adaptaciones para el desarrollo del objetivo en el Ingenio como se muestra a continuación.

- **Establecer los aspectos ambientales:** Recopilar, organizar, analizar y tabular datos cualitativos y cuantitativos. Establecer los aspectos ambientales de acuerdo a las actividades, productos, servicios y cambios reales o posibles que genere el laboratorio de calidad del ingenio. En la identificación de los aspectos ambientales, fue importante tener en cuenta los recursos naturales que se ven afectados por el desarrollo de las actividades, productos y servicios del laboratorio de calidad del Ingenio, así como los aspectos ambientales que se pudieran controlar directamente.

- **Describir el impacto ambiental asociado a los aspectos ambientales identificados:** se identificaron para cada uno de los aspectos ambientales, los impactos que se pueden generar como consecuencia del desarrollo de las actividades, productos y servicios de los laboratorios. Los impactos ambientales se identificaron con el objetivo principal de detectar las posibles alteraciones que se pueden presentar en el entorno, y que estaban motivados por los cambios bruscos y repentinos de las condiciones propias del área de trabajo.

- **Valorar el Impacto Ambiental** mediante la fórmula establecida:

$$\text{Impacto} = C \cdot (3 \cdot M + 2 \cdot I + F + E)$$

Entre un Aspecto y un Impacto Ambiental existe una relación de causa y efecto, para su valoración se tuvieron en cuenta los siguientes criterios y parámetros.

Para su valoración se tuvieron en cuenta los siguientes criterios y parámetros los cuales se muestran a continuación en la tabla 18.²³

Tabla 18. Criterios y parámetros de evaluación.

CRITERIO	DEFINICIÓN	PARÁMETRO													
Impacto ambiental	Para cada criterio se especifican los parámetros de evaluación cualitativa y cuantitativa de acuerdo a esta tabla. Se obtuvo una calificación para cada impacto por medio de la fórmula:	<p>Positivo Alto: valores mayores o iguales a 15 (≥ 15)</p> <p>Positivo Medio: valores entre 11 y 14.</p> <p>Positivo Bajo: valores entre 7 y 10.</p> <p>Negativo Bajo: valores entre -7 y -10.</p> <p>Negativo Medio: valores entre -11 y -14.</p> <p>Negativo Alto: valores menores o iguales a -15, (≤ -15)</p>													
	<p>Impacto= $C*(3*M+2*I+F+E)$</p> <p>C = Carácter</p> <p>M = Magnitud</p> <p>I = Intensidad</p> <p>F = Frecuencia</p> <p>E = Extensión</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>rango</th> <th>Color</th> <th>rango</th> <th>color</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alto</td> <td>-15, \leq-15</td> <td style="background-color: red;"></td> <td>15\geq15</td> <td style="background-color: #0070C0;"></td> </tr> </tbody> </table>					Calificación	rango	Color	rango	color	Alto	-15, \leq -15		15 \geq 15
Calificación	rango	Color	rango	color											
Alto	-15, \leq -15		15 \geq 15												

²³ Mintrabajo. Disponible en internet en: http://www.mincit.gov.co/loader.php?IServicio=Documentos&IFuncion=verPdf&id=70267&name=matriz_aeia_v2-20140.pdf&prefijo=file

	<p>Los aspectos ambientales significativos fueron aquellos cuyos impactos se catalogaron de media y alta importancia e implica la prioridad de su atención.</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="862 228 1058 359">Medio</td> <td data-bbox="1058 228 1203 359">-11 y -14.</td> <td data-bbox="1203 228 1300 359" style="background-color: orange;"></td> <td data-bbox="1300 228 1419 359">11 y 14</td> <td data-bbox="1419 228 1516 359" style="background-color: lightblue;"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="862 359 1058 495">Bajo</td> <td data-bbox="1058 359 1203 495">-7 y -10.</td> <td data-bbox="1203 359 1300 495" style="background-color: yellow;"></td> <td data-bbox="1300 359 1419 495">7 y 10.</td> <td data-bbox="1419 359 1516 495" style="background-color: lightblue;"></td> </tr> </table>	Medio	-11 y -14.		11 y 14		Bajo	-7 y -10.		7 y 10.	
Medio	-11 y -14.		11 y 14									
Bajo	-7 y -10.		7 y 10.									
Carácter	<p>Efecto que tiene el Impacto Ambiental en el Medio Ambiente.</p>	<p>Positivo: cuando el Impacto Ambiental mejora el componente del medio ambiente en que se presenta. En la ecuación se introduce el símbolo (+1).</p> <p>Negativo: cuando el Impacto Ambiental es perjudicial para el componente del Medio Ambiente en que se presenta. En la ecuación se introduce el símbolo (-1).</p>										
Magnitud	<p>Percepción de la cantidad de residuos, agua residual, ruido, material particulado, u otro contaminante que causa el Impacto Ambiental, medible en unidades de volumen (m³), masa (kg), caudal (l/s).</p>	<p>Importante: cuando el Impacto Ambiental genera un cambio significativo en un componente del medio ambiente. En la ecuación se introduce (3).</p> <p>Considerable: cuando los impactos generados causan un leve cambio en el componente ambiental. En la ecuación se introduce (2).</p> <p>Tolerable: cuando los impactos ambientales generados no generan cambios significativos en un componente ambiental. En la ecuación se introduce (1).</p>										

Intensidad	<p>Agresividad de un impacto ambiental o la capacidad de este, para dañar el Medio Ambiente.</p> <p>Nota: Este criterio responde a la pregunta ¿Qué tan perjudicial para el medio ambiente es el Impacto Ambiental que se está evaluando?</p>	<p>Alta: cuando el impacto ambiental es altamente perjudicial para el medio ambiente y tiene contacto con ecosistemas sensibles (páramos, parques naturales, rondas de río, cuerpos de agua superficial). En la ecuación se introduce (2).</p> <p>Baja: cuando el impacto ambiental es levemente perjudicial para el medio ambiente y tiene contacto con ecosistemas construidos o poco sensibles (ciudades, municipios, sistemas agroforestales). En la ecuación se introduce (1).</p>
Frecuencia	Ocasiones en las que se presenta el impacto ambiental.	<p>Constante: Cuando el Impacto Ambiental se genera todos los días en que se realiza la actividad, se presta el servicio. Se introduce (3) en la ecuación.</p> <p>Frecuente: Cuando el Impacto Ambiental se presenta regularmente durante el desarrollo de la actividad, prestación del servicio. Se introduce (2) en la ecuación.</p> <p>Intermitente: cuando el Impacto Ambiental se presenta rara vez durante el desarrollo de la actividad, la prestación del servicio. Se introduce (1) en la ecuación.</p>
		<p>Regional: cuando el impacto ambiental se manifiesta en la territorial involucrando varios</p>

Extensión	Hace referencia al espacio geográfico en que se manifiesta el Impacto Ambiental.	<p>municipios. Se introduce (3) en la ecuación.</p> <p>Zonal: cuando el impacto ambiental se manifiesta dentro del municipio en una localidad o barrio. Se introduce (2) en la ecuación.</p> <p>Local: cuando el impacto ambiental se manifiesta a nivel de las instalaciones del Ministerio y su entorno inmediato. Se introduce (1) en la ecuación.</p>
-----------	--	---

Fuente: Mintrabajo. Disponible en internet en:
http://www.mincit.gov.co/loader.php?IServicio=Documentos&IFuncion=verPdf&id=70267&name=matriz_aeia_v2-20140.pdf&prefijo=file

En la siguiente tabla 19 se observa la matriz de valoración de aspectos e impactos.

Tabla 19. Matriz de valoración de aspectos e impactos.

ACTIVIDAD/PUNTO EMISIÓN					CRITERIOS						SIGNIFICANCIA
					CARÁCTER DE IMPACTO	MAGNITUD	INTENSIDAD	FRECUENCIA	EXTENSIÓN	TOTAL	
ASPECTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	RECURSO AFECTADO								

Fuente: Autor a partir de Mintrabajo. Disponible en internet: http://www.mincit.gov.co/loader.php?IServicio=Documentos&IFuncion=verPdf&id=70267&name=matriz_aeia_v2-20140.pdf&prefijo=file

5.1.5 Revisión de los requisitos legales aplicables al presente proyecto: A partir de los impactos ambientales encontrados relacionados con las actividades del laboratorio de calidad se realizó la identificación y evaluación de la normatividad ambiental aplicable.

Se realizó mediante la elaboración de una matriz legal en la cual se establecieron las normatividades aplicables a este proceso productivo.

Metodología para la revisión de los requisitos legales aplicables:

- 1. Determinar los requisitos legales aplicables:** A partir de los aspectos e impactos ambientales encontrados se identificó la normatividad ambiental aplicable al laboratorio de calidad del Ingenio Pichichí.
- 2. Evaluar los requisitos legales:** Se evaluó el cumplimiento o falta de este.
- 3. Procesamiento de datos:** A través de la matriz de identificación de requisitos legales.

La tabla 20 a continuación muestra la matriz identificación de requisitos legales.

Tabla 20. Matriz identificación de requisitos legales.

Identificación							Aplicabilidad		Cumplimiento	
Tema	Subtema	Tema ambiental	Norma	Expedida por	Fecha	Temática	Proceso	Área o actividad	Estado	Evidencia

Fuente: Autor.

5.2FASE 2. Identificar oportunidades de Producción más Limpia para el laboratorio de calidad teniendo en cuenta las actividades que generan mayores impactos ambientales identificados en el (RAI).

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron las siguientes actividades:

5.2.1 Revisión de información: Se realizó la revisión de información primaria sobre:

- Consumos.
- Materas primas.
- Practicas operacionales.
- Uso de tecnologías.

5.2.2 Desarrollo del ecomapa: este se realizó teniendo en cuenta la información obtenida en la inspección visual, recorrido y entrevistas realizadas en la etapa anterior.

Además de esto se realizó un croquis de los espacios de las instalaciones lo que permitió visualizar cada proceso y determinar las zonas donde existe la mayor contaminación ambiental ya sea a fuentes hídricas, suelo o atmósfera.

5.2.3 Diagrama de Flujo: para este se cuantificaron todas las entradas y salidas y se compararon con los datos obtenidos a partir de la matriz y del ecomapa desarrollado.

5.2.4 Identificar oportunidades: A partir de los impactos ambientales más significativos que se evidenciaron en la evaluación de los aspectos e impactos, el ecomapa y el diagrama de flujos

determinaron las oportunidades para la aplicación de estrategias de producción más limpia.

5.3 FASE 3. Estructurar programas de Producción más Limpia que permitan la prevención, mitigación y control de los impactos identificados en el laboratorio de calidad del Ingenio Pichichí S.A.

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron las siguientes actividades:

Para la estructuración de los programas de PML se tuvieron en cuenta los resultados de la fase anterior, es decir las oportunidades y propuestas de PML identificadas con base en los impactos ambientales más significativos hallados durante los procesos llevados a cabo en el laboratorio de calidad del ingenio Pichichí.

5.3.1 Definir los programas de Producción más Limpia: En los cuales se describieron las actuaciones a seguir para conseguir los objetivos y metas propuestos, las responsabilidades asignadas, así como los plazos de ejecución.

5.3.2 Definir la asignación de recursos y medios materiales y humanos: Para la consecución de los objetivos y metas propuestos.

5.3.3 Definir plazos y responsabilidades: Cada programa de Producción más Limpia incluyó un plazo con las responsabilidades sobre las actuaciones a llevar a cabo para conseguir los objetivos ambientales propuestos.

La tabla 21 muestra el formato para los programas de producción más limpia.

Tabla 21. Formato programa de Producción más limpia

FORMATO PROGRAMA DE PML					
OBJETIVO	META	ACTIVIDADES	INDICADORES	PLAZO	RESPONSABLE

Fuente: Autor a partir de BAZÁN DÍAZ, Arturo Orlando. CHÁVEZ, Geslin José Bruno. Propuesta de implementación de un sistema de gestión medioambiental según la norma ISO 14001:2015 en un laboratorio de productos farmacéuticos. [En línea]. 2016. Lima, Perú. Disponible en internet: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/4893/1/Bazan_da.pdf

6 RESULTADOS

6.1 Fase 1. Revisión ambiental inicial (RAI).

Para la revisión bibliográfica inicial de proyectos y normatividades se presentan como resultados los datos obtenidos en los numerales 4.3 y 4.4 del presente proyecto.

En cuanto a los parámetros de las aguas residuales vertidas, no se pudieron obtener datos ya que las aguas residuales que salen del laboratorio son conducidas por una tubería en la cual se mezclan con las provenientes de la fábrica, lo que ocasiona que a la salida no se pueda realizar análisis pues no corresponderían realmente a los valores únicamente del laboratorio, por esta razón se realizó un análisis general tomando los datos obtenidos y en base a eso se obtuvieron los resultados presentados de aquí en adelante.

A continuación, en la tabla 22 se presentan los resultados obtenidos en la revisión ambiental inicial – RAI de las operaciones que se llevan a cabo en el laboratorio de calidad del Ingenio Pichichí S.A, esta tabla incluye la zona la actividad realizada para esta zona, las características principales de la actividad realizada, las entradas (consumos) y las salidas (residuos) generados para cada una.

Tabla 22. Resultados recorrido zona de estudio.

Zona	Actividades o procesos	Características principales	Entradas	Salidas
Laboratorio	Toma de muestras de materiales en proceso de elaboración y producto terminado (Azúcar).	Se realiza la toma de muestra de materiales como: jugos, meladuras, mieles, cachaza, masas, azúcar, entre otros, esto cada hora para un correcto seguimiento	Jugos Meladuras Mieles Cachaza Masas Azúcar	Aguas residuales
Laboratorio central	Preparación de diluciones y seguimiento a materiales en proceso y producto terminado producidos en fabrica	Se determinan los grados Brix y Pol en los materiales con relación a estos dos factores se halla la Pureza de dicho material. Para producto terminado como azúcar se determina los siguientes análisis: granulometría, Color de azúcar, humedad, sulfitos, cenizas conductimétricas, entre otros, de acuerdo a la norma y especificaciones del cliente	Jugos Meladuras Mieles Cachaza Masas Azúcar Agua Sustancias químicas	Aguas residuales Residuos sólidos no aprovechables Residuos peligrosos
Elaboración y calderas	Análisis y seguimiento a las calderas y calderín mediante	Se realizan los respectivos análisis fisicoquímicos de pH, conductividad y dureza por hora, teniendo en cuenta que los rangos para pH deben de estar entre 9.1 y 9.6 para evitar inconvenientes. Se determinan una vez por turno análisis como: Alcalinidad, Silicatos, hierros. Secuestrante de Oxígeno, entre otros	Agua Agua de calderas Sustancias químicas	Aguas residuales Residuos peligrosos Residuos sólidos no aprovechables
Molinos y	Análisis fisicoquímicos a	Determinación de Pureza, % Sacarosa y	Agua	Aguas residuales

<p>cuarto de laboratorio de cañas</p>	<p>jugo entrante de caña o jugo desmenuzado respectivamente.</p>	<p>rendimiento de la caña entrante mediante la lectura de los grados Brix y Pol.</p> <p>Cuantificación de análisis fisicoquímicos como pH, Color de jugo, AR´S, Gomas y fosfatos entre otros, el cual nos permite determinar un adecuado seguimiento al jugo de la caña entrante hacia molinos y fábrica.</p>	<p>Jugo entrante de caña Jugo desmenuzado Sustancias químicas</p>	<p>Residuos peligrosos Residuos sólidos no aprovechables</p>
<p>Viviendas de Ingenio Pichichí</p> <p>Sistemas de tratamiento Ingenio Pichichí</p> <p>Cuarto de laboratorio control ambiental e hídrico</p>	<p>Realización de análisis fisicoquímicos para agua potable y residuales de acuerdo a las resoluciones 2115 de 2017 y 0631 de 2015.</p>	<p>Se efectúan análisis como concentración de cloro tres días por semana para dar seguimiento y ratificar que cumpla con dicho parámetro para el consumo humano tanto en el poblado como en fábrica. Además, se realizan el muestreo en acueducto del ingenio para luego efectuar los análisis fisicoquímicos pertinentes en el laboratorio.</p> <p>Realización de estudios físico químicos para las lagunas de tratamiento como pH, Temperatura, D.Q.O, Solidos Totales, Solidos Suspendidos, grasas y aceites entre otros, con base en esto llevar un seguimiento de muestreo y análisis el cual se realizan 3 veces por semana.</p>	<p>Agua potable Agua residual Sustancias químicas</p>	<p>Agua residual Residuos peligrosos Residuos sólidos no aprovechables</p>

Fuente: Autor.

- **Identificación de la gestión ambiental ya existente.**

En cuanto la identificación de la gestión ambiental ya existente, se realizaron las preguntas establecidas anteriormente en el formulario de entrevista a las 10 personas que laboran en el laboratorio, esto por facilidad se realizó en una reunión con todo el personal, por lo cual la totalidad de los resultados obtenidos se presenta a continuación en la tabla 23, ya que estos conceptos se formaron a partir de la opinión de todo el personal, construyendo un solo formulario con la información.

Tabla 23. Formulario de entrevista.

FORMULARIO DE ENTREVISTA	
¿La zona de estudio se encuentra en buenas condiciones?	Se encuentra en muy buenas condiciones para los trabajadores de laboratorio del Ingenio Pichichi S.A
¿Cómo es el desempeño ambiental en la zona?, Descríbalo.	En términos generales es bueno, pero hace falta tomar medidas para reducir ciertos impactos ambientales que afectan el laboratorio.
¿Quién es la persona responsable del área ambiental en la zona?	La persona encargada del área ambiental del laboratorio es el Ingeniero encargado del Área, en este caso la ingeniera Diana Marcela Campo la jefe de laboratorio, también los trabajadores del mismo por su rol de colaboradores tienen el deber de aportar un buen desempeño en preservar los recursos de manera adecuada, evitando y contrarrestando impactos ambientales.
¿Qué prácticas ambientales se llevan a	Las prácticas que se llevan a cabo son: Se depositan los residuos químicos utilizados para determinados procesos de

<p>cabo en el laboratorio?</p>	<p>calidad en las canecas demarcadas y rotuladas para su disposición parcial.</p> <p>Se tiene adecuada rotulación para depósito de papel en las oficinas administrativas del laboratorio.</p> <p>En cada terminación de la jornada de trabajo, los trabajadores de laboratorio llevan consigo la limpieza y aseo del mismo, manteniendo así un ambiente limpio para el turno que recibe, y así sucesivamente.</p>
---------------------------------------	---

Fuente: Autor.

- Identificación y evaluación de los aspectos e impactos ambientales.

A continuación, en la tabla 24 se presentan los resultados obtenidos para la identificación y valoración de los impactos ambientales asociados a los procesos del laboratorio de calidad del Ingenio.

Tabla 24. Matriz de valoración de aspectos e impactos.

ACTIVIDAD	ASPECTO	DESCRIPCIÓN	IMPACTO	RECURSOS AFECTADO	CRITERIOS					TOTAL	SIGNIFICANCIA
					CAR	MAG	INT	FRE	EXT		
Toma de muestras de materiales en proceso de elaboración y producto terminado (Azúcar).	Consumo de agua	Se da durante el lavado de los implementos	Contaminación del recurso hídrico .	Recurso hídrico	-	3	2	3	2	-18	ALTO
	Consumo de recursos	Se da durante la toma de muestras	Presión sobre los recursos	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO
Preparación de diluciones y seguimiento a materiales en proceso y producto terminado producidos en fabrica	Consumo de agua	Se da durante el lavado de los implementos	Generación de aguas residuales	Recurso hídrico	-	3	2	3	2	-18	ALTO
	Generación de emisiones	Se da durante la preparación y uso de los químicos.	Contaminación atmosférica	Recurso aire.	-	2	1	3	2	-13	MEDIO
	Generación de aguas residuales	Se da durante el lavado de los instrumentos.	Contaminación del recurso hídrico .	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO
	Consumo de sustancias químicas	Sa da durante la preparación de las diluciones.	Presión sobre los recursos	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO
	Generación de residuos peligrosos.	Se da como resultado de los insumos químicos usados.	Contaminación del recurso hídrico .	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO

	Derrame de sustancias químicas	Se da durante el uso de las sustancias químicas.	Contaminación de suelo y agua.	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO
Análisis y seguimiento a las calderas y calderín mediante	Consumo de agua	Se da durante el lavado de los implementos	Generación de aguas residuales	Recurso hídrico	-	3	2	3	2	-18	ALTO
	Generación de emisiones	Se da durante la preparación y uso de los químicos.	Contaminación atmosférica	Recurso aire.	-	2	1	3	2	-13	MEDIO
	Generación de aguas residuales	Se da durante el lavado de los instrumentos.	Contaminación del recurso hídrico .	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO
	Consumo de sustancias químicas	Sa da durante la preparación de las diluciones.	Presión sobre los recursos	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO
	Generación de residuos peligrosos.	Se da como resultado de los insumos químicos usados.	Contaminación del recurso hídrico .	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO
	Derrame de sustancias químicas	Se da durante el uso de las sustancias químicas.	Contaminación de suelo y agua.	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO
	Consumo de agua	Se da durante el lavado de los implementos	Generación de aguas residuales	Recurso hídrico	-	3	2	3	2	-18	ALTO

Análisis fisicoquímicos a jugo entrante de caña o jugo desmenuzado respectivamente.	Generación de emisiones	Se da durante la preparación y uso de los químicos.	Contaminación atmosférica	Recurso aire.	-	2	1	3	2	-13	MEDIO
	Generación de aguas residuales	Se da durante el lavado de los instrumentos.	Contaminación del recurso hídrico .	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO
	Consumo de sustancias químicas	Sa da durante la preparación de las diluciones.	Presión sobre los recursos	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO
	Generación de residuos peligrosos.	Se da como resultado de los insumos químicos usados.	Contaminación del recurso hídrico .	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO
	Derrame de sustancias químicas	Se da durante el uso de las sustancias químicas.	Contaminación de suelo y agua.	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO
Realización de análisis fisicoquímicos para agua potable y residuales de	Consumo de agua	Se da durante el lavado de los implementos	Generación de aguas residuales	Recurso hídrico	-	3	2	3	2	-18	ALTO
	Generación de emisiones	Se da durante la preparación y uso de los químicos.	Contaminación atmosférica	Recurso aire.	-	2	1	3	2	-13	MEDIO
	Generación de aguas residuales	Se da durante el lavado de los instrumentos.	Contaminación del recurso hídrico .	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO

acuerdo a las resoluciones 2115 de 2017 y 0631 de 2015.

Consumo de sustancias químicas	Se da durante la preparación de las diluciones.	Presión sobre los recursos	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO
Generación de residuos peligrosos.	Se da como resultado de los insumos químicos usados.	Contaminación del recurso hídrico .	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO
Derrame de sustancias químicas	Se da durante el uso de las sustancias químicas.	Contaminación de suelo y agua.	Recurso hídrico y suelo.	-	3	2	3	2	-18	ALTO

Fuente: Autor a partir de Mintrabajo. Disponible en internet: http://www.mincit.gov.co/loader.php?IServicio=Documentos&IFuncion=verPdf&id=70267&name=matriz_aeia_v2-20140.pdf&prefijo=file

6.2 FASE 2. Identificar oportunidades de Producción más Limpia para el laboratorio de calidad teniendo en cuenta las actividades que generan mayores impactos ambientales identificados en el (RAI).

De manera general y teniendo en cuenta los resultados obtenidos anteriormente a continuación en la tabla 25 se presenta los impactos ambientales identificados para los procesos realizados dentro del laboratorio del ingenio y además de esto se presentan las oportunidades de mejora identificadas a través de este.

Tabla 25. Identificación de oportunidades de producción más limpia.

IMPACTO	RECURSO	SIGNIFICANCIA	OPORTUNIDADES
Generación de aguas residuales	Recurso hídrico	ALTO	Disminuir la cantidad de aguas residuales generadas.
Contaminación atmosférica	Recurso aire.	MEDIO	Mejorar la calidad del aire dentro del laboratorio
Contaminación del recurso hídrico .	Recurso hídrico	ALTO	Disminuir la cantidad de aguas residuales generadas.
Presión sobre los recursos	Recurso hídrico y suelo.	ALTO	Disminuir la cantidad de materiales consumidos.
Contaminación de suelo	Recurso suelo.	ALTO	Disminuir la cantidad de residuos sólidos no aprovechables y peligrosos generados.

6.3 FASE 3. Estructurar programas de Producción más Limpia que permitan la prevención, mitigación y control de los impactos identificados en el laboratorio de calidad del Ingenio Pichichí S.A.

Según los impactos y oportunidades de mejora identificados en el punto anterior, se presentan a continuación en la tabla 26 los programas de producción más limpia establecidos.

Tabla 26. Programas de Producción más limpia

PROGRAMAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA					
Programa N°1. Manejo del recurso hídrico.					
Proyecto N°1. Disminución de aguas residuales.					
OBJETIVO	META	ACTIVIDADES	INDICADORES	PLAZO	RESPONSABLE
Disminuir la cantidad de aguas residuales generadas.	Instalar un sistema de recirculación de aguas de enfriamiento	Instalación de un sistema de recirculación del agua proveniente del sistema de enfriamiento del ingenio, que permita usar nuevamente esta agua, para así cuidar el recurso hídrico.	Número de sistemas de recirculación instalados.	1 año	Área ambiental
	Realizar 4 jornadas de educación ambiental.	Educación ambiental sobre el adecuado manejo de las sustancias químicas sobrantes dentro del laboratorio, pues dentro de este se están disponiendo las aguas sin ningún control al alcantarillado.	Número de jornadas realizadas	1 año	Área ambiental
PRESUPUESTO					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL	
1	Sistema de recirculación de agua caliente Instantánea de W	1.427.000	1	1.427.900	
2	Instalación de la bomba	500.000	1	500.000	
3	Contratación de	600.000	4	2.400.000	

	Profesional				
4	Papelería	60.000	1	60.000	
COSTO TOTAL				4.387.900	
Programa N°2. Manejo del recurso aire.					
Proyecto N°2. Mejoramiento de la calidad del aire.					
Mejorar la calidad del aire dentro del laboratorio	Instalar un sistema de extracción de emisiones	Instalación de un sistema de extracción de emisiones que permita extraer las emisiones producidas durante algunos procesos y que pueden resultar perjudiciales para la salud de los trabajadores.	Numero de sistemas de extracción de emisiones instalados	1 año	Área ambiental
PRESUPUESTO					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL	
1	Cabina de extracción de gases dimensiones Ext:1000 x 800 x 2200 mm	53.005.774	1	53.005.774	
2	Instalación	1.000.000	1	1.000.000	
COSTO TOTAL				54.005.774	
PROGRAMA CUMPLIDO <input type="checkbox"/>					
Programa N°3. Manejo adecuado de los recursos.					

Proyecto N° 3. Mejora en el manejo de recursos.					
Disminuir la cantidad de materiales consumidos.	Realizar 4 jornadas de educación ambiental.	Educación ambiental sobre el adecuado manejo de los recursos dentro del laboratorio, de esta manera se logra la producción más limpia pues desde el inicio de los procesos se busca eliminar las problemáticas ambientales.	Número de jornadas realizadas	1 año	Área ambiental
PRESUPUESTO					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL	
1	Contratación de Profesional	600.000	4	2.400.000	
2	Papelería	60.000	1	60.000	
COSTO TOTAL				2.460.000	
Programa N°5. Manejo adecuado de los residuos.					
Proyecto N° 5. Mejora en el manejo y disposición de los residuos					
Disminuir la cantidad de residuos sólidos no aprovechables y peligrosos generados.	Instalar 2 señalizaciones sobre el manejo y disposición adecuadas de los residuos sólidos no aprovechables. Instalar 2 señalizaciones sobre el manejo y	Instalación de señalización educativa sobre el adecuado manejo y disposición de los residuos sólidos no aprovechables y peligrosos, pues estos se están mezclando lo que aumenta la cantidad de RESPEL generado.	Número de señalizaciones instaladas Número de jornadas realizadas	1 año	Área ambiental

	disposición adecuadas de los residuos peligrosos. Realizar 4 jornadas de educación ambiental.	Educación ambiental sobre el adecuado manejo y disposición de cada uno de los tipos de residuos generados en el laboratorio.			
PRESUPUESTO					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL	
1	Señalización disposición de residuos sólidos no aprovechables.	120.000	2	240.000	
2	Señalización disposición de residuos sólidos peligrosos.	120.000	2	240.000	
3	Contratación de Profesional	600.000	4	2.400.000	
4	Papelería	60.000	1	60.000	
COSTO TOTAL				2.940.000	
<p>Nota: Se realizo y se cumplió con el rotulado del sitio de disposición de residuos mediante la correspondiente señalización, sin embargo hace falta el componente de la educación ambiental a los trabajadores lo cual es fundamental para finiquitar el éxito de este programa.</p>					

Fuente: Autor a partir de BAZÁN DÍAZ, Arturo Orlando. CHÁVEZ, Geslin José Bruno. Propuesta de implementación de un sistema de gestión medioambiental según la norma ISO 14001:2015 en un laboratorio de productos farmacéuticos. [En línea]. 2016. Lima, Perú. Disponible en internet: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/4893/1/Bazan_da

7 CONCLUSIONES

- La revisión ambiental inicial – RAI permitió conocer que dentro de las actividades realizadas en cada una de las zonas se estaban presentando problemáticas ambientales como la generación de aguas residuales, la contaminación del recurso hídrico, la generación de residuos sólidos no aprovechables y peligrosos, contaminación del recurso suelo y también la presión sobre los recursos en general por el consumo de materiales.
- También se pudo identificar que las emisiones por las sustancias químicas usadas dentro del laboratorio eran una problemática importante, por ende durante los últimos meses se empleo y se adapto un extractor de emisiones mediante este proyecto y por supuesto con la decisión por parte de la ingeniera jefe de laboratorio y demás personal. Logrando la adecuada extracción de aire que busca el bienestar y la salud del personal de laboratorio.
- Según los impactos ambientales encontrados durante la revisión ambiental inicial – RAI realizada se plantearon oportunidades de producción más limpia que se encaminaban hacía metas como la reducción en la generación de aguas residuales y residuos pues estas son problemáticas importantes dentro del laboratorio.
- Dentro de las soluciones a las problemáticas se pudo determinar que en el laboratorio se está trabajando para realizar un adecuado manejo de los residuos peligrosos, por esta razón dentro de las estrategias se planteó y se cumplió parte del proyecto guiado hacia la solución de esta problemática como fue la instalación de señalizaciones que incluyó el correcto rotulado de la estación ambiental instalada a las afueras del laboratorio, sin embargo se hace necesario el seguir con el plan de la educación ambiental, con el fin

de generar interés por parte de los trabajadores; En conclusión falta aún por terminar el programa pese a su gran avance .

- Para la generación de aguas residuales se plantearon estrategias guiadas hacia la recirculación y disminución de estas, esto mediante la instalación de un sistema de recirculación y el planteamiento de jornadas de educación que permitan minimizar este tipo de problemáticas desde el inicio, en este caso la generación por parte de los trabajadores.
- Para las estrategias de producción más limpia se plantearon un total de 5 programas y 5 proyectos, cada uno de los cuales presenta actividades para la mejora de cada uno de los impactos establecidos, con lo cual se espera se aporte al proceso de producción más limpia dentro del ingenio.

8. RECOMENDACIONES

- Realizar una revisión semestral de las zonas y procesos llevados a cabo dentro del laboratorio con el fin de actualizar las estrategias de producción más limpia del ingenio pues se pueden presentar cambios que perjudiquen la implementación de las estrategias recomendadas.
- Crear actividades dinámicas dentro de las jornadas de educación ambiental que permitan a los trabajadores conocer la diferencia entre la variedad de residuos que se pueden encontrar dentro del laboratorio y como su mala disposición afecta los objetivos de producción más limpia dentro del ingenio.
- Socializar los lugares y el contenido de las señalizaciones para que estos puedan ser efectivos a la hora de ser usados por los trabajadores del laboratorio, pues de esta manera reconocerían porque es importante aplicar las medidas recomendadas.
- Implementar el sistema de recirculación de aguas provenientes del proceso de enfriamiento, pues estas presentan una buena calidad ya que no están expuestas a contacto directo con ningún material de tipo químico o peligroso que las pueda dejar no aptas para su uso, lo que permitirá la disminución en el consumo del recurso, afectando positivamente los procesos desde un inicio.
- Buscar alternativas de reactivos químicos menos tóxicos, que puedan evitar las problemáticas generadas sobre los trabajadores por la inhalación de los mismos.
- Implementar las jornadas de educación de manera repetitiva pues de la disposición y manejo de estas situaciones por parte de los trabajadores

depende el éxito de la implementación de las estrategias de producción más limpia dentro del laboratorio.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, Rosa; SEVERICHE, Carlos. Evaluación de impactos ambientales en un laboratorio de calidad de aguas. *Rev. P+L* [online]. 2013, vol.8, n.2 [cited 2020-11-11], pp.32-38. Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552013000200004&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1909-0455.
- ALVARADO, Flor de María. “El tratamiento de residuos industriales líquidos, una revisión de la literatura. {En línea}. Perú, 2018. Trabajo de investigación, Bachiller en Ingeniería Industrial. Universidad privada del norte. {Consultado el 5 de noviembre de 2020}. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24190/Alvarado%20S%20a1nchez%20Flor%20de%20Mar%20ada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ASOCAÑA. El sector azucarero en la actualidad. [En línea]. Colombia. [Citado el 02 de febrero de 2017]. Disponible en internet: <http://www.asocana.org/publico/info.aspx?Cid=215>
- BALLESTER, Ferran. Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. *Rev. Esp. Salud Publica* [online]. 2005, vol.79, n.2 [citado 2020-11-11], pp.159-175. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2173-9110.
- BARILLAS QUIROA, Roberto Efraín. Gestión ambiental para una Producción más Limpia en la industria azucarera del departamento de Escuintla. {En línea}. 2013. {Consultado el 10 de febrero de 2020}. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_3597.pdf
- BARROS, Carolina & GARCÍA, Irene. Uso de nuevas tecnologías para obtener una producción más limpia. {En línea}. País Uruguay. 2018. {Consultado el 17 de abril de 2021}. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6061/606164259018/>

- BAZÁN DÍAZ, Arturo Orlando. CHÁVEZ, Geslin José Bruno. Propuesta de implementación de un sistema de gestión medioambiental según la norma ISO 14001:2015 en un laboratorio de productos farmacéuticos. [En línea]. 2016. Lima, Perú. Disponible en internet: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/4893/1/Bazan_da.pdf

- Bello Gómez, Ángela María y Méndez López, Aida Cristina. Principales medidas de Producción más Limpia para el sector chocolatería, confitería y sus materias primas. {En línea}. 2014. {Consultado el 20 de febrero de 2020}. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/44f1/e157ad57ef8b1ca0721d0381636a010524dd.pdf>

- CARDENAS *et al.* La producción mas limpia en el sector porcino: Una experiencia desde la amazonia ecuatoriana. [En línea]. 2019. País Ecuador. Disponible en: https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1288/html_69

- CENTENO, Magda & PÉREZ, Angie. Plan de Manejo Ambiental para la Empresa de Productos de Aseo Laboratorios Brenes LTDA. Trabajo de grado. [En línea]. 2017. País Colombia. Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/7151/CentenoMagdaAlejandra2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Centro de producción más limpia – CPML. ¿Qué es producción más limpia? {En línea}. País Nicaragua. 2017. {Consultado el 17 de octubre de 2020}. Disponible en: <https://www.pml.org.ni/index.php/produccion-limpia>

- ENRÍQUEZ, Maryeni. Aprovechamiento de residuos industriales para la obtención de clínker. {En línea}. Colombia, 2019. Tesis de investigación, Magister en Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Colombia. {Consultado el 5 de noviembre de 2020}. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/76673/MaryeniEnr%c3%adquez.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- FAJARDO, Henry. La producción más limpia como estrategia ambiental en el marco del desarrollo sostenible. {En línea}. País Uruguay. 2018. {Consultado el 17 de abril de 2021}. Disponible en: <http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/395>

- FAO. La agroindustria y el desarrollo económico. [En línea]. 1997 [Citado el 25 de junio de 2017]. Disponible en internet: <http://www.fao.org/docrep/w5800s/w5800s12.htm>

- INGENIO PICHICHÍ S.A. Informe de sostenibilidad 2018. {En línea}. 2018. {Consultado el 15 de noviembre de 2019}. Disponible en: https://www.procana.org/new/images/content/documento_gestion/Presentacion%20del%20sector%20pag%20web%202018.pdf

- INGENIO PICHICHÍ S.A. Servicios. Laboratorios. {En línea}. 2019. {Consultado el 20 de noviembre de 2019}. Disponible en: <http://www.ingeniopichichi.com/pichichi/index.html>

- JO CHANG, Karen Lucía. Propuesta para la implementación de Producción más Limpia en la fábrica de producción de los laboratorios VET, S.A. Campus central Guatemala de la asunción. . {En línea}. 2.017. {Consultado el 10 de febrero de 2020}. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/06/15/Jo-Karen.pdf>

- MILLAN GARCIA, Nixon Andrés. Formulación de una estrategia para la mejora del desempeño ambiental de la embotelladora BCGR SAS, Chía – Cundinamarca. {En línea}. 2.018. {Consultado el 20 de febrero de 2020}. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/15886/Documento%20Final%20NIXON%20ANDRES%20MILLAN%20GARCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible “Hacia una cultura de consumo sostenible y transformación productiva. {En línea}. 2.010. {Consultado el 20 de febrero de 2020}. Disponible en: http://produccionmaslimpia.org/documentos/otros/polit_nal_produccion_consumo_sostenible%202010.pdf

- MURILLO PEÑA, Sindy Lorena. Propuesta del plan de manejo ambiental para el laboratorio Quimindustriales S.A aplicando estrategias de Producción más Limpia. {En línea}. 2013. {Consultado el 20 de noviembre

de 2019}. Disponible en:
<https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/5194/1/TIA01578.pdf>

- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL. ONUDI – Manual de Producción más Limpia. . {En línea}. {Consultado el 10 de febrero de 2020}. Disponible en: https://www.unido.org/sites/default/files/2008-06/1-Textbook_0.pdf
- PÉREZ, Santiago .Implementación de un sistema de producción más limpia en el centro de servicios técnicos y transferencia tecnológica ambiental cestta. {En línea}. País Ecuador. 2019. {Consultado el 17 de abril de 2021}. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/10797>
- PEÑA, Sindy. Propuesta del Plan de Manejo Ambiental para el Laboratorio Quimindustriales S.A aplicando estrategias de producción más limpia. [En línea]. 2013. País Colombia. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/5194/1/TIA01578.pdf>
- PNUMA - Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Producción más limpia. [En línea]. País Estados Unidos. Disponible en: <http://www.cprac.org/es/sostenible/produccion/mas-limpia>
- PROCAÑA. Presentación del sector agroindustrial de la caña de azúcar. {En línea}. 2018. {Consultado el 15 de noviembre de 2019}. Disponible en: https://www.procana.org/new/images/content/documento_gestion/Presentacion%20del%20sector%20pag%20web%202018.pdf
- RACINES, Adriana. Análisis de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante descomposición aeróbica de residuos industriales en mezcla con residuos pecuarios. {En línea}. Quito, 2018, 91 p. Tesis (Maestría en Cambio Climático y Negociación Ambiental). Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. Área de Estudios Sociales y Globales. {Consultado el 5 de noviembre de 2020}. Disponible en: <http://repositorionew.uasb.edu.ec/handle/10644/6058>

- RODRÍGUEZ NARANJO, Hugo. Propuesta de una metodología de Producción más Limpia en la división de pulpas y congelados de la cooperativa nacional de productores de sal en Limonal de Abangares. {En línea}. 2.017. {Consultado el 20 de febrero de 2020}. Disponible en: <https://www.repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/13807/PMLCOONAPROSAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- TABIO SILVA, Yina Paola. Formulación de estrategias de Producción más Limpia, en la industria farmacéutica. {En línea}. 2.017. {Consultado el 20 de febrero de 2020}. Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7817/1/SilvaTabioYinaPaola2017>

- United State Environmental Protection Agency – EPA. Environmental Management Guide for Small Laboratories. Small Business División. [En línea]. 2000. País Estados Unidos. Disponible en: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/100049DH.PDF?Dockkey=100049DH.PDF>

- VARGAS, Óscar; TRUJILLO, Juan & TORRES, Marco. Análisis de la inclusión de aspectos ambientales en microempresas agroindustriales de la ciudad de Villavicencio, Colombia. *Rev. P+L* [online]. 2017, vol.12, n.1 [cited 2020-11-11], pp.115-123. Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552017000100115&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1909-0455. <http://dx.doi.org/10.22507/pml.v12n1a12>.

- VARGAS, Oscar; ALVARADO, Erika; LÓPEZ, Carlos & CISNEROS, Vicente. Plan de manejo de residuos sólidos generados en la Universidad Tecnológica de Salamanca. Caso de estudios. [En línea]. 2015. País México. Disponible en: <http://www.reibci.org/publicados/2015/septiembre/1200106.pdf>