

[DOI:](#)

# EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA UNIDAD PRODUCTIVA DE APRENDIZAJE DE LOS RECURSOS NATURALES DEL CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA AGROPECUARIA

## ENVIRONMENTAL EVALUATION OF THE PRODUCTIVE LEARNING UNIT OF NATURAL RESOURCES OF THE AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY CENTER

*Luis Alberto Cruz Páez*<sup>1</sup>

*Fabio Orlando Cruz Páez*<sup>2</sup>

### Resumen

En el Centro de Biotecnología Agropecuaria (CBA) del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), ubicado en el kilómetro 7 de la finca vía Mosquera, y que cuenta con unidades productivas de aprendizaje abiertas a la comunidad académica, científica y empresarial, en las que se identifica la importancia de gestionar una unidad productiva de evaluación ambiental inicial de los recursos naturales como eje piloto de liderazgo en gestión ambiental, debido al desconocimiento por parte de los aprendices en formación de la gestión e implementación de acciones y normativas ambientales para el desarrollo de

1 Especialista en Gestión Ambiental, Fundación Universitaria del Área Andina, Licenciado en Ciencias Naturales con énfasis en medio ambiente, Universidad del Tolima, Instructor SENA, lacruzp@sena.edu.co, Colombia, Investigador Grupo CIBA CBA SENA. Líder semillero de investigación Gestión ambiental y desarrollo sostenible. Director proyecto de investigación. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4424-2605>

2 Magíster en Administración de Organizaciones, UNAD, Colombia, Administrador de Empresas Agropecuarias, USTA, Docente investigador UDEC, focruz@ucundinamarca.edu.co, Investigador Grupo CIBA CBA SENA, fcruzp@misena.edu.co, Colombia, Colombia. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7834-2762>

**Palabras clave:**  
*diagnóstico ambiental,*  
*investigación*  
*ambiental, impacto*  
*ambiental,*  
*mitigación del riesgo,*  
*riesgo ambiental,*  
*sostenibilidad*  
*ambiental.*

procesos productivos y actividades transversales en entornos abiertos de aprendizaje en unidades de producción agropecuaria.

Este artículo de investigación se realizó evaluando y valorando los procesos productivos con énfasis ambiental y los impactos generados en la unidad productiva de recursos naturales del SENA CBA. El enfoque es cualitativo con un diseño no experimental y de campo, con un alcance descriptivo de las variables teóricas: impacto ambiental, sostenibilidad ambiental y unidad de producción. El método utilizado fue la observación de campo. Los datos fueron recolectados con un cuestionario aplicado por el líder de la unidad productiva para identificar y analizar los procesos ambientales y de producción, destacando las oportunidades de mejora para planificar estratégicamente. Se aplicaron listas de verificación y se elaboraron matrices de evaluación de impacto ambiental con base en el modelo matricial de Leopold, identificando así el impacto ambiental cualitativo y cuantitativo, clasificando los productos en sólidos, líquidos, gaseosos y otros, finalmente se identificaron los peligros y se clasificaron en fuente, situación y acción para fortalecer estratégicamente el impacto ambiental de la unidad productiva.

## Abstract

**Key words:**  
*environmental*  
*diagnosis;*  
*environmental*  
*research;*  
*environmental impact;*  
*risk mitigation;*  
*environmental risk;*  
*environmental*  
*sustainability.*

At the Centro de Biotecnología Agropecuaria - C.B.A. of the Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, located at kilometer 7 via Mosquera, the farm has productive open learning units for the academic, scientific and business community, in which the importance of managing an initial environmental assessment of the productive unit of natural resources as the main axis of leadership in environmental management. Lack of knowledge on the part of apprentices in training regarding the management and implementation of environmental actions and regulations for the development of production processes and transversal activities in open learning environments of agricultural production units. This research article was carried out appreciating and evaluating the production processes with environmental emphasis and the impacts that are generated in the productive unit of natural resources of the SENA Centro de Biotecnología Agropecuaria - CBA. The approach is qualitative with non-experimental and

field design, With a descriptive scope of the theoretical variables: environmental, sustainable, sustainable and productive impact unit, the method used was the field observation. The data was collected with a questionnaire applied by the leader of the productive unit to identify and analyze environmental processes and productive that show improved opportunities for strategic planning, checklists were applied and matrices were developed for environmental impact assessment based on the Leopold matrix model and thus identify the qualitative and quantitative environmental impact by classifying the products into solids, liquids, soda and others , final The hazards were identified and classified In the origin, the situation and act to strategically strengthen the environmental impact of the productive unit.

## Introducción

En el SENA, particularmente en el CBA de Mosquera, existe una unidad productiva de recursos naturales, que es un ambiente de aprendizaje abierto donde los aprendices de especialidades ambientales y agrícolas, como el control ambiental, sistemas de gestión ambiental, recursos naturales y gestión de empresas agropecuarias, encuentran el lugar ideal para verificar de manera práctica el comportamiento del medioambiente en relación con diversos aspectos que influyen en la sostenibilidad y sustentabilidad del territorio.

Con el apoyo de aprendices de la Tecnología de gestión ambiental, se realizó una evaluación de los impactos ambientales de los tres procesos fundamentales gestionados por la Unidad de Recursos Naturales: vivero, compostera y caldos microbianos, lo que permitió determinar la viabilidad y las posibles mejoras en los procesos de producción realizados en la unidad. Se observó la infraestructura y los procesos ambientales dentro de cada uno de ellos con el fin de establecer parámetros de impacto ambiental para obtener la mitigación, reparación o compensación de los procesos, facilitando el trabajo interno y mejorando la productividad.

Así, el problema de investigación se planteó en ¿cómo influye la implementación de un sistema de gestión ambiental en la unidad productiva de recursos naturales de la CBA? El objetivo de la investigación fue evaluar los impactos de un sistema de gestión ambiental en la unidad de producción, buscando mejorar los procesos, minimizando los impactos generados y fortaleciendo el cumplimiento de los requisitos normativos para un desarrollo sostenible y sustentable.

## Diagnóstico ambiental

En las instituciones de educación superior como el Centro SENA de Mosquera, Colombia, se evidencia, como lo afirma la Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education (AASHE, 2015, citado en Celaya et al., 2017), que desde la década de los noventa se han diseñado e implementado iniciativas de diagnóstico y evaluación para promover el mejoramiento del desempeño ambiental en las instituciones. Por lo tanto, el desarrollo organizacional que se da con la investigación en el área ambiental promovida desde los contextos regionales a partir del impacto social con las capacidades de la institución de educación superior facilita los procesos a partir de los recursos propios y las fuentes de financiación oficiales para el desarrollo ambiental (Celaya et al., 2017).

Así, el diagnóstico ambiental permite identificar patrones estructurales que facilitan la determinación de un perfil ambiental adherido a los planes de las entidades para asumir los problemas que condicionan el ámbito normativo ambiental estudiado y evaluado (Jaramillo, 2018).

## Investigación ambiental

La investigación ambiental ha sido concebida desde la década de 1970, según Ausubel, Víctor y Wernick (1996, citados en Jaramillo, 2018), con el objetivo de investigar, monitorear, establecer y cumplir normas que garanticen la protección de los recursos naturales. Así, posteriormente, nació la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y la Ley de Política Ambiental Nacional (NEPA)

en Estados Unidos, que originó los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) dados para ser un instrumento nacional que promueve la mitigación de los impactos ambientales (Morgan, 2012, citado en Jaramillo, 2018). En este sentido, la investigación medioambiental en relación con la obtención de tasas impositivas por contaminación se refiere a que las empresas pueden obtener grandes incentivos gubernamentales para invertir en investigación y desarrollo ambiental (Ouchidaa y Goto, 2016).

Desde la década de 1990 se han desarrollado iniciativas para facilitar el diagnóstico, la evaluación y la promoción de mejoras en el desempeño de la investigación y el impacto ambiental en diversas instituciones de educación superior (AASHE, 2015, citado en Celaya et al., 2017), lo que facilita la gestión de los estudios en los entornos de aprendizaje.

## Impacto ambiental

La evaluación del impacto ambiental es una representación de la interacción entre la comunidad y el entorno, por lo que se considera de vital importancia realizar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA). La fase de evaluación del impacto ambiental debe, básicamente, describir el proyecto en detalle, caracterizar una situación e identificar y evaluar los impactos que se prevén son negativos y positivos, con el fin de generar acciones para mitigar y gestionar la compensación de los impactos negativos junto con un resumen de ello (Sousa et al., 2020).

Los impactos ambientales en la implementación de las unidades productivas se pueden fortalecer si se tiene claro que “el ambiente comprende dos medios: medio natural y medio humano. El medio natural se forma a partir de procesos naturales sin la intervención humana” (Ferrandis, 2006, citado en Viloría et al., 2018, p. 125), de igual manera, la comunidad en general y aquella que está inmersa en el desarrollo de actividades productivas deben intervenir asertivamente y para ello “el medio humano considera las estructuras, condiciones sociales, económicas y políticas” (Conesa, 2010, citado en Viloría et al., 2018, pp. 125-126).

Es de gran importancia gestionar los sistemas de gestión ambiental después del EIA, ya que esto sirve para promover el desarrollo sostenible y sustentable al establecer una interacción entre el ecosistema y sus recursos con los seres humanos y cómo se gestionan los recursos disponibles, por lo que se afirma que:

**La evaluación de impacto ambiental (EIA) debe de considerar en su proceso el análisis de diversos aspectos biofísicos (la degradación de ecosistemas, la pérdida de especies, el cambio en la resiliencia, etc.), y antropogénicos (en relación con la vulnerabilidad social, la reversibilidad de impactos y las consecuencias económicas, entre otros) (Perevochtchikova, 2013, p. 1).**

Así, para gestionar un sistema de impacto ambiental se puede evidenciar que, según Arregui (2006):

**Una Evaluación de Impacto Ambiental, EIA, es un instrumento de gestión que permite que las políticas ambientales puedan ser cumplidas y, más aún, que ellas se incorporen tempranamente en el proceso de desarrollo y de toma de decisiones. Por ende, evalúa y permite corregir las acciones humanas y evitar, mitigar o compensar sus eventuales impactos ambientales negativos, actuando de manera preventiva en el proceso de gestión (p. 8).**

## Riesgo ambiental

El riesgo es un efecto de la incertidumbre, que implica potenciales efectos negativos y positivos que en las empresas se conocen en el diagnóstico así: amenazas/negativas y oportunidades/positivas. (Nueva ISO 14001:2015, 2018). El riesgo es la base de los efectos que perturban a una comunidad y lo que la rodea en el contexto local, regional, territorial. El riesgo en sí mismo es la posibilidad de que se produzcan daños, pérdidas o efectos indeseables en los sistemas creados por los individuos, la sociedad o sus bienes, como consecuencia del impacto de eventos o fenómenos que perturban el entorno (CENAPRED, 2006, citado en Rosete et al., 2013, p. 12). Básicamente, el reconocimiento de los riesgos más significativos facilita el diseño y la priorización de estrategias que ayuden a prevenir y minimizar los riesgos a partir de

la toma de decisiones asertivas (MINAM, 2009).

La evaluación de los riesgos ambientales implica que la sociedad que está en riesgo ambiental evalúe los comportamientos ambientales que generan impactos ecotóxicos sobre las plantas, las algas, los invertebrados y los peces (Dang, 2022), lo que genera riesgos en el medioambiente que las entidades públicas o privadas deben ayudar a mitigar.

## Mitigación del riesgo

La mitigación del riesgo en las unidades ambientales de las organizaciones públicas y privadas debe favorecer el desarrollo de la organización y, a su vez, el beneficio del medioambiente y su entorno. Según Pujaico y colaboradores (2015), la mitigación tiene como objetivo proporcionar de manera efectiva y continua beneficios de gran alcance en eventos inesperados, gracias a la formación asertiva de las personas con respecto a los fenómenos naturales y sicionaturales.

En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) y el Ministerio de Educación Nacional (MEN) crearon la Política Nacional de Educación Ambiental a través de la Ley 1549 de 2012 (Congreso de la República de Colombia, 2012, citado en Ordóñez et al., 2018), para proceder normativamente a la mitigación asertiva del riesgo, así como a la gestión y ejecución de actividades que fortalezcan la educación ambiental para el desarrollo en los territorios.

Los profesionales del área ambiental y de la sanidad en general necesitan obtener conocimientos relacionados con la gestión asertiva de los residuos y los bienes de producción sostenibles, y es de gran importancia hacerlo desde un enfoque interdisciplinario para explorar diferentes escenarios (Álvarez et al., 2021). Así, la necesidad de formar a las personas en entornos de aprendizaje abiertos facilita el desarrollo de competencias mucho más beneficiosas para los futuros profesionales del sector medioambiental y sanitario con el fin de contribuir a la sostenibilidad ambiental.

## Sostenibilidad ambiental

El desarrollo sostenible está directamente relacionado con los impactos ambientales que se generan en el territorio y si se asegura una buena gestión que pueda ser replicada a nivel local, tenderá a tener impactos en el ámbito regional y nacional, de esta manera se asegura el desarrollo sostenible a través de actividades en el territorio desde la sociedad. Según el PNUD (2019), para lograr el crecimiento económico y el desarrollo sostenible es necesario reducir la huella ecológica a través de un cambio en los métodos utilizados en la producción y el consumo de bienes y recursos, ya que la agricultura es el principal consumidor de agua en el mundo y el riego representa actualmente el 70% del agua dulce disponible para el consumo humano.

La expansión de la agricultura y la ganadería intensivas se ha establecido principalmente en las zonas de escasez de agua. El agua se contamina con los excrementos del ganado directamente a través de la escorrentía, la infiltración y la percolación profunda en

las granjas, e indirectamente a través de la escorrentía y los flujos superficiales de las zonas de pastoreo y las tierras de cultivo (EPA, 2006, citado en Pinos et al., 2012).

Es así como en las unidades productivas, el desarrollo sostenible es de vital importancia para el territorio en términos de productividad, competitividad y comparabilidad en función de los recursos disponibles en el entorno y la forma en que se utilizan e interrelacionan con la sostenibilidad en el medioambiente. Por ello, el PNUD (2022) afirma que:

**La gestión eficiente de los recursos naturales compartidos y la forma en que se eliminan los desechos tóxicos y los contaminantes son vitales para lograr este objetivo. Igualmente es vital importante solicitar a las empresas y a los consumidores realizar procesos de reciclaje y reducción de desechos, y gestionar acciones que permitan la sostenibilidad de los países en desarrollo (p. 1).**

Para incrementar paso a paso el desarrollo rural sostenible y sustentable, se debe apreciar que la promoción del desarrollo sostenible puede, con el tiempo, minimizar los impactos del cambio climático, la desigualdad en las comunidades y los recursos disponibles como el agua. Cruz y colaboradores (2019) afirman que el SENA fomenta la generación de impactos ambientales, sociales, económicos y productivos en contextos locales y regionales mediante el apoyo a unidades productivas.

El propósito del impacto de una unidad productiva es generar cambios organizacionales para las empresas que

allí nacen o ayudar a gestionar a partir del conocimiento adquirido para la generación de espacios más sostenibles, a partir del trabajo que se da con las acciones de las personas en las diferentes áreas. Básicamente, lo que se busca es que donde la sostenibilidad depende más de factores internos en las entidades que externos, siendo igualmente más un fenómeno informal que dentro de la formalidad empresarial, debe quedar claro que la sostenibilidad se adquiere y refuerza a favor del ahorro de costes desde la estructuración interna que apoya las acciones que generan cultura organizacional sostenible (Polanco et al., 2016). Lo anterior, con el fin de gestionar el conocimiento en los cambios organizacionales a partir de la adecuada cultura sostenible en las unidades productivas o empresas tanto del sector público como del privado.

## Materiales y métodos

La investigación desde la que se concibió este artículo se diseñó desde un enfoque cualitativo con un diseño no experimental y de campo (Cruz, 2020). Las variables investigadas fueron el diagnóstico ambiental, la investigación ambiental, el impacto ambiental, la mitigación de riesgos, el riesgo ambiental, la sostenibilidad ambiental, que se llevó a cabo mediante un cuestionario aplicado por el instructor líder de recursos naturales y el método de observación de la unidad con listas de chequeo y matrices de evaluación del sistema de gestión ambiental.

El enfoque de la investigación es cualitativo. Como lo plantea Hernández y colaboradores (2014), estas investigaciones no se planifican detalladamente y se vinculan con el contexto del entorno que se estudia en el proceso de investigación, por lo que el proyecto nace

a partir del planteamiento del problema fortificado en el diagnóstico, el trabajo de campo y las transformaciones que se dan en este. Y el alcance es descriptivo, ya que Hernández y colaboradores (2014) afirman que estas investigaciones buscan ser específicas en propiedades, características de los individuos, procesos y cualquier fenómeno sujeto a análisis.

## Metodología

Para la elaboración de este documento se han utilizado múltiples mecanismos de verificación de los impactos y procesos ambientales, que se describen a continuación:

Tabla 1. *Modelo de evaluación ambiental ambiente de recursos naturales del CBA.*

| Elemento  | Medida  |
|---|---|
| Fase 1. Diagnóstico<br>Paso 1. Diagnóstico                              | Se realizó un diagnóstico mediante el método de la observación para reconocer la unidad productiva de recursos naturales y hacer una primera identificación de los procesos productivos que se gestionan, a diferencia de otras unidades productivas del CBA.   |
| Fase 1. Diagnóstico<br>Paso 2. Elaboración plano unidad productiva      | Una vez se reconoció la Unidad de Recursos Naturales, la primera actividad realizada fue la identificación de entradas y salidas, la cual se puede apreciar en la Tabla 2.  |
| Fase 1. Diagnóstico<br>Paso 3. Elaboración y aplicación cuestionario    | El instructor líder de la unidad productiva aplicó el cuestionario de 43 preguntas donde se buscaba el conocimiento específico del estado de la infraestructura y compromiso ambiental en los procesos productivos, logrando identificar los procesos y actividades realizadas, analizándolos y evidenciando las oportunidades de mejora.   |
| Fase 1. Diagnóstico<br>Paso 4. Diseño y aplicación de listas de chequeo | Se procedió a diseñar y aplicar listas de chequeo, que se presentan de manera individual por los tres procesos productivos: viveros, compostera y caldos microbianos, donde se evidencia el cumplimiento de actividades y las observaciones correspondientes.   |
| Fase 1. Diagnóstico<br>Paso 5. Construcción de matrices de Leopold      | En las matrices de Leopold se identificó la afectación de cada aspecto dando una calificación cualitativa y cuantitativa en un rango de 1 a 3 (donde 1 es bajo, 2 es medio y 3 es alto), para la calificación cuantitativa y una calificación aceptable, inaceptable y crítica para la calificación cualitativa, teniendo en cuenta la frecuencia y la magnitud para poder realizar los diagramas de red correspondientes a cada actividad calificada como inaceptables y críticas donde se estudiaron cada uno en específico y se realizó la caracterización.  |
| Fase 1. Diagnóstico<br>Paso 6. Elaboración de diagramas                 | El primer diagrama muestra el alistamiento de los EPP y las afectaciones por la no realización (ver figura 1), en el segundo diagrama se aprecia el control de emisiones y los problemas ambientales de la no ejecución (ver figura 2), en el tercer diagrama se evidencia el diligenciamiento de formatos y resultados (ver figura 3), el cuarto diagrama muestra el control de los caldos microbianos y el grado de afectación ambiental y los problemas productivos de la no ejecución del proceso (ver figura 4) y el quinto diagrama evidencia el alistamiento del espacio para los caldos microbianos que genera un impacto importante dado que no se ejecuta (ver figura 5). |

| Elemento  | Medida  |
|---|---|
| <p>Fase 2.</p> <p>Paso 7. Evaluación</p> <p>Matriz de evaluación de impacto ambiental</p> | <p>La información se muestra en la matriz de evaluación de impacto ambiental donde clasificaron las actividades por los productos finales en sólidos, líquidos, gaseosos y otros para resultados sin impacto ambiental, pero de gran importancia dentro de los procesos productivos.</p>  |
| <p>Fase 2.</p> <p>Paso 8. Evaluación</p> <p>Identificación de procesos y actividades</p>  | <p>Se indicó cada proceso al que pertenece cada actividad, el responsable y el número de personas encargadas, se identificaron los peligros clasificándolos en fuente, situación y acto, en los cuales se informa el incidente potencial que puede producir, la medida control se informará si existe alguna para la actividad, la evaluación de riesgos se dio a conocer mediante calificación cuantitativa, la cual se formuló de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una apreciación baja se evidencia cuando la ocurrencia del incidente puede ocurrir en un año o nunca se ha presentado.</li> <li>• Media cuando el incidente se ha presentado entre 2 a 11 veces en un año.</li> <li>• Alta cuando la ocurrencia de dicho incidente se ha presentado 12 o más veces en un año y así, en el mismo orden, se da una calificación cuantitativa de 3 para la baja, 5 para la media y 9 para la alta.</li> </ul> <p>Se indicó si existe una evaluación del riesgo informando la existencia o no de la misma, si es cualitativa o cuantitativa y el nivel del riesgo dado en bajo, importante o crítico, finalmente se dieron recomendaciones para las actividades con un nivel de riesgo de medio o alto y un nivel de riesgo importante o crítico.</p> |

Fuente: Elaboración propia.

### 3. Resultados y discusión

#### **Fase 1: Diagnóstico**

La Unidad de Recursos Naturales del CBA aprecia y fomenta la mejora del bienestar de la comunidad educativa para generar conciencia ambiental en las personas a través de las actividades que se implementan en la unidad productiva, como la propagación del material vegetal, la minimización del uso

de productos químicos y la reutilización del material vegetal de desecho generado por el CBA. Así, mejorar el sistema de gestión ambiental a partir de la tecnificación en algunos de los procesos de preparación de sustratos, con el fin de fortalecer el desarrollo de actividades que brinden sostenibilidad y sustentabilidad en el medioambiente, iniciando como eje piloto en la Unidad de Recursos Naturales y poder replicarlo en todas las unidades productivas del CBA de Mosquera.

Tabla 2. *Entradas y salidas Unidad de Recursos Naturales.*

|                  | Entradas          | Cantidad | Salidas                                    | Cantidad |
|------------------|-------------------|----------|--|----------|
| Líquidos         | Reservorio        | 1        | Llaves                                     | 3        |
|                  | Planta de agua    | 1        | -  | -        |
| Residuos sólidos | Material vegetal  | 1        | Puntos ecológicos                          | 2        |
| Emisiones        | Insumos primarios | -        | Producto terminado de abonos y compostajes | -        |

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: se establece que, para la Unidad de Recursos Naturales del CBA de Mosquera, las entradas de tipo líquido dependen de la suministrada por el reservorio, sin opción o entrada secundaria. Se determina que las tres salidas son aptas para el tamaño de la unidad, presenta entradas de recursos sólidos únicamente del material verde generado por otras unidades del CBA, en cuestión de

residuos de la poda o embellecimiento. No presenta insumos químicos o artificiales siendo netamente una unidad de carácter ambiental, obteniendo productos internos 100% naturales y en cuanto a salidas de emisiones presenta cuatro establecidas por los procesos de los caldos y camas de compostaje dentro de la unidad.

## Listas de chequeo aplicadas en la Unidad de Recursos Naturales

Tabla 3. *Cumplimiento ambiental actividades proceso de vivero.*

| CUMPLIMIENTO AMBIENTAL ACTIVIDADES DE PROCESO EN LA UNIDAD DE RECURSOS NATURALES |                               |   |    |    |  |  |   |
|--|-------------------------------|---|----|----|--|--|---|
|  | SUBPROCESO                    | ACTIVIDADES                                   | SI | NO | OBSERVACIÓN  |  |   |
| PROCESO  | Propagación                   | Preparado de sustrato para las bolsas         | SI | NO | Se realiza asertivamente   |  |   |
|  |                               | Llenado de bolsas de acuerdo a requerimientos |    |    | Se realiza asertivamente   |  |   |
|  |                               | Propagación asexual y/o trasplante            |    |    | Se realiza asertivamente   |  |   |
|  | Mantenimiento                 | Labores culturales                            |    |    | Se realiza asertivamente   |  |   |
|  |                               | Fertilización                                 |    |    | Se realiza asertivamente   |  |   |
|  |                               | MIPE  |    |    | No se usan pesticidas y se debe diseñar el plan de manejo y gestionar la ejecución |  |   |
|  | Reforestación                 | Realizar actividades de reforestación y       |    |    |  |  | Se realiza asertivamente  |
|  |                               | Comercialización                              |    |    |  |  | Se realiza asertivamente  |
|  | Inventario y comercialización | Diligenciamiento de formatos                  |    |    |  |  | Se deben diseñar formatos y estandarizarlos con el fin de realizar un impacto productivo con base en trazabilidades |

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: se recomienda llevar registros de trazabilidad de los procesos que se gestionan en la unidad productiva para potencializar el desarrollo de prácticas ambientales en pro de mejorar la sostenibilidad y sustentabilidad desde los procesos y procedimientos que se planean, gestionan y ejecutan en la Unidad de Recursos Naturales del CBA.

Tabla 4. *Cumplimiento ambiental actividades proceso de compostera.*

| CUMPLIMIENTO AMBIENTAL ACTIVIDADES DE PROCESO EN LA UNIDAD DE RECURSOS NATURALES |  |    |  |   |
|--|--|----|--|---|
| PROCESO  | ACTIVIDADES                            | SÍ | NO   | OBSERVACIÓN   |
|  | Alistamiento de EPP                    |    |  | Se recomienda realizar un plan de capacitación continuo e implementación diaria de EPP.   |
|  | Recolección de material vegetal        |    |  | Si se efectúa la recolección y se recomienda realizar la disposición de este material en espacios destinados con base en la planta o <i>layout</i> de la unidad para la maximización de los procesos de elaboración de sustratos. |
|  | Preparación o alistamiento de insumos  |    |  | Se realiza, pero no se recomienda desarrollarlos con los EPP en su totalidad.   |
|  | Alistamiento de terreno                |    |  | Se ve la necesidad de mejorar la ubicación de las composteras para la mitigación de la generación de olores en el entorno de ambientes de instrucción teórica.  |
|  | Alistamiento de equipos y herramientas |    |  | Actualizar el formato de préstamo de herramientas con base en la ISO 9001:2015 y 14001.   |
|  | Diligenciamiento de formatos           |    |  | Se recomienda realizar el proceso todos los días por cada actividad que se ejecute en la unidad productiva.   |
|  | Elaboración del compost                |    |  |   |
|  | Volteo de la compostera                |    |  | Se recomienda llevar el control documentado para cumplir a cabalidad los tiempos de la actividad.   |
|  | Almacenamiento del compost terminado   |    |  | Se recomienda gestionar una alianza con la unidad productiva de agricultura para el almacenamiento del sustrato.  |
| Control de emisiones   |  |    | Se recomienda elaborar y aplicar microorganismos eficientes. |   |

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: en los procesos productivos de la unidad, se encontró que la mayoría de ellos y las actividades establecidas dentro de los mismos son acordes y cumplen con los parámetros mínimos requeridos. Algunas de ellas, como la implementación de los EPP, deben ser mejoradas para la calidad y la seguridad dentro de los procesos y actividades de la unidad; estas actividades deben ser acompañadas por el diligenciamiento de formatos que llevan a cabo el proceso de aseguramiento y evaluación ambiental en cada proceso de

producción, ayudando a organizar cada actividad, mitigando y estableciendo mejores procesos de producción ambiental. También se plantea la reubicación de algunos procesos de compostaje, que actualmente tienen un impacto negativo por su proximidad al aula de clase del ambiente de aprendizaje de recursos naturales. Para mitigar estas emisiones, se recomienda la implementación de microorganismos eficientes, como proceso de valor añadido permitido y establecido bajo los parámetros de cumplimiento legal.

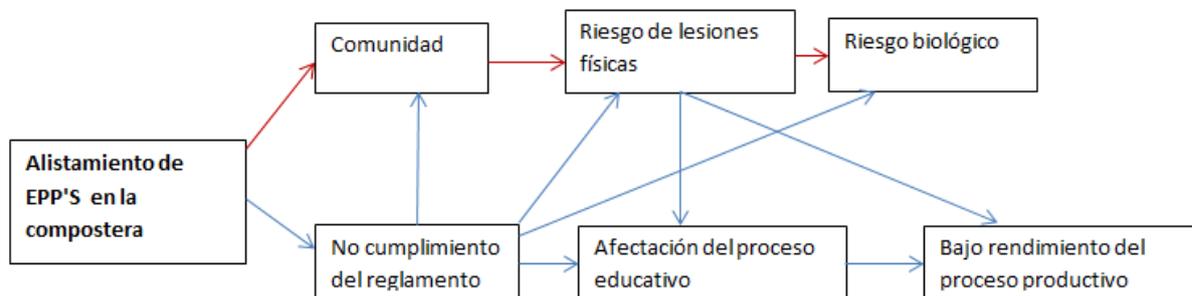
Tabla 5. *Cumplimiento ambiental actividades proceso de caldos microbianos.*

| CUMPLIMIENTO AMBIENTAL ACTIVIDADES DE PROCESO EN LA UNIDAD DE RECURSOS NATURALES |  |       |  |   |
|--|--|-------|--|---|
|  | ACTIVIDADES                              | SÍ NO |  | OBSERVACIÓN   |
|  |  |       |  |   |
| PROCESO  | Diligenciamiento de formatos             |       |  | Se recomienda diseñar e implementar el formato con base en la ISO 9001:2015 y 14001.                    |
|  | Recolección de material vegetal y animal |       |  | Si se hace la recolección, pero no se cuenta con un lugar adecuado para el almacenamiento del material. |
|  | Alistamiento de EPP                      |       |  | No se realiza este proceso.   |
|  | Alistamiento o preparación de insumos    |       |  | Se realiza asertivamente.   |
|  | Verificación de zona de almacenaje       |       |  | Se realiza asertivamente.   |
|  | Control periódico del caldo microbiano   |       |  | Se realiza el proceso, pero no se registra en ningún formato.   |
|  | Control de emisiones                     |       |  | No se realiza este proceso.   |

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: con base en el cumplimiento ambiental de las actividades, se recomienda establecer las observaciones generadas en la tabla 4 para cada una de ellas, mitigando y mejorando ambientalmente los procesos productivos, siendo más eficientes en la parte productiva de cada proceso, aumentando la economía y la oportunidad de crecimiento y mejora continua dentro de la unidad, siempre establecidos y ejecutados bajo las normas vigentes que se ajustan a cada proceso.

Figura 1. *Diagrama de red EPP.*



Fuente: Elaboración propia.

## Alistamiento de EPP

Dentro de los procesos estudiados y llevados a cabo en la Unidad de Recursos Naturales, se encontraron algunas deficiencias. Una de ellas es el no alistamiento de EPP, que afecta directamente a la comunidad y puede provocar lesiones dérmicas, oculares y respiratorias, principalmente por los riesgos

biológicos derivados de los procesos que se tratan. Del mismo modo, el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación puede verse afectado, ya que se reflejaría en el bajo rendimiento académico de los aprendices y de la unidad productiva, en caso de que un accidente provoque una lesión que pueda llevar a la incapacidad o posible pérdida de la función de alguna parte del cuerpo que pueda afectar a los procesos que se desarrollan en la unidad de productiva.

Figura 2. *Caracterización EPP*

Directo: ya que presenta una afectación de primer grado en las actividades a los individuos por la manipulación de elementos biológicos.

Continuo: las actividades son diarias dentro de la unidad, haciendo que la no implementación de EPP's presente riesgos constantes.

Sinérgico: presenta afectación a un solo individuo en primer grado, siendo aquel que realice la actividad.

Permanente: puede cambiar a través de medidas de control capacitaciones y controles.

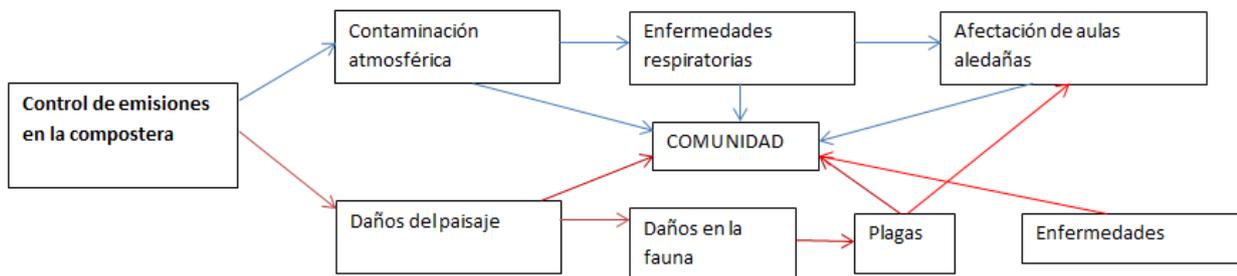
Periódico: se ejecuta en cada actividad realizada en la unidad productiva.

Reversible: ya que es una actividad diaria y de conciencia al aprendiz y trabajador de campo, se puede mejorar la implementación de EPP's a diario cambiando y mitigando el impacto generado.

Irrecuperable: las lesiones o impactos suministrados anteriormente en la falla de implementación de EPP's no se pueden eliminar o mitigar, se procede a mejorar a futuro.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3. *Diagrama de red control de emisiones*



Fuente: Elaboración propia.

## Control de emisiones

El control se verificó en dos procesos específicos de la Unidad de Recursos Naturales: 1) el proceso de elaboración de sustratos o abonos compostados y 2) el proceso de elaboración de caldos microbianos, los cuales generan contaminación del aire por olores ofensivos que pueden producir enfermedades respiratorias y afectar los ambientes de aprendizaje del CBA cercanos a la unidad productiva y que deben ser controlados en pro de la sustentabilidad y sostenibilidad en las áreas rurales y periurbanas, en las cuales los procesos pueden ser replicados por los egresados que forman aprendices con habilidades inherentes al medioambiente y al sector agrícola.

Figura 4. *Caracterización control de emisiones*

**Directo:** presenta impacto a la atmosfera directa y exactamente la troposfera capa en la cual se encuentra el aire que se respira afectando a la comunidad y seres vivos que interrelacionan con ella.

**Continua:** es de flujo continuo ya que la emisión de gas se presenta a diario por ser un proceso biológico de degradación de materia orgánica.

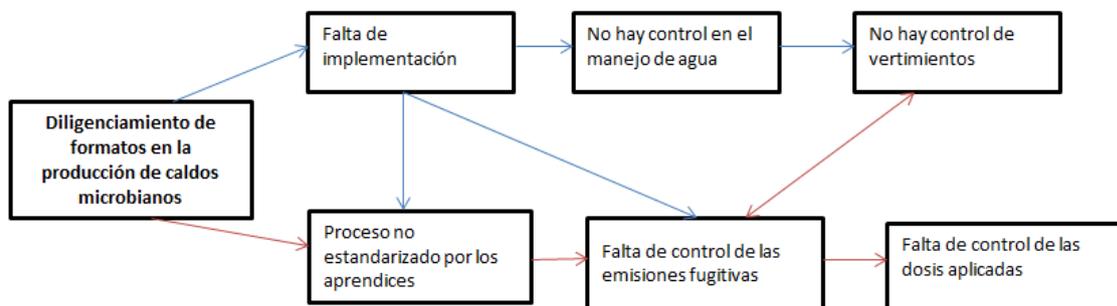
**Permanente:** la emisión es permanente junto al olor que presenta, ya que al manejar un buen control sobre la actividad se podría bajar la continuidad del mismo.

**Irregular:** presenta irregularidad en la emisión de olores, ya que estos, aunque presenten emisiones, los olores solo destacan en labores de volteo entre otros de manipulación o cuando el clima hace algún cambio en la atmósfera.

**Irreversible:** mientras se presenten los composteros la emisión de gases van a estar, aunque no presentan un daño significativo de momento a la atmosfera la generación de gases puede llegar a ser acumulables en lugares de poca aireación.

**Recuperable:** las emisiones siempre son recuperables desde el factor tiempo a largo plazo, pero se puede presentar una buena aireación o localización de un nuevo espacio para presentar una recuperación de malos olores en la calidad del aire según su intensidad, resolución 1541 del 2013.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. *Diagrama de red caldos microbianos*

Fuente: Elaboración propia.

## Actividad diligenciamiento de formatos en el proceso de caldos microbianos

En la Unidad de Recursos Naturales se deben diseñar e implementar formatos para el control de los procesos que se ejecutan, y así optimizar el control del agua utilizada y los vertimientos, idealmente estandarizarlos en protocolos y darlos a conocer a la comunidad del SENA, de igual manera con el control de las emisiones, llevando registros de la cantidad de caldos que se usan en el CBA.

Figura 6. *Caracterización caldos microbianos*

**Directo:** genera un impacto directo a la atmosfera interrumpiendo la calidad del aire, generando olores ofensivos a la comunidad aledaña.

**Discontinuo:** ya que esta actividad se genera en pocas actividades en un lapso periódico regular, los olores emitidos son esporádicos, pero altamente ofensivos.

**Permanente:** esta actividad genera olores de forma permanente que pueden ser nivelados con buena aireación o control de la misma actividad.

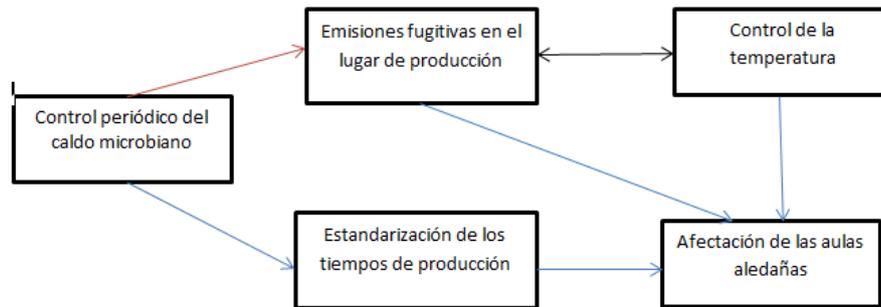
**Irregular:** los caldos son actividades esporádicas y su implementación varía según el uso que se requiere.

**Reversible:** son procesos que con un buen control y monitoreo la presencia de malos olores y la buena práctica en el desarrollo de los mismos pueden llegar a ser eficaces ambientales en un 100%.

**Recuperable:** toda actividad de insumos orgánicos puede llegar a ser recuperables con un buen manejo, control y monitoreo, así recuperando producto y factores ambientales.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. *Diagrama de red control periódico caldo microbiano*



Fuente: Elaboración propia.

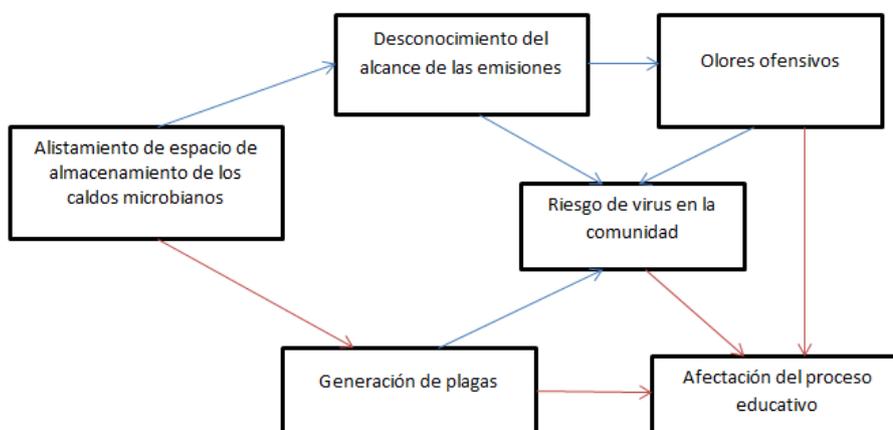
## Actividad diligenciamiento de formatos en el proceso de caldos microbianos

Se debe diseñar e implementar formatos para el control de las emisiones, igualmente para el control de la temperatura de los caldos y adecuar un lugar para el respectivo almacenamiento, lo cual permitirá el control y mejorar los tiempos que tarda la producción y mitigar los olores que afectan los ambientes de aprendizaje del entorno.

Figura 8. *Caracterización control caldos microbianos*

- Indirecto: el control y monitoreo de la actividad no presenta impacto directo en el ambiente más si en el producto.
- Continua: dentro del estudio la falta de monitoreo y preparación es continua, falta a la implementación de registros y cronogramas.
- Acumulativa: la falta de control puede presentar grandes impactos como acumulación de gases y presencia de malos olores.
- Irregular: la actividad presenta irregularidad en el monitoreo y control, falla en establecer un cronograma.
- Reversible: estableciendo manuales o formatos de registro de actividades.
- Recuperable: llevando un ejercicio continuo de las actividades dentro de un cronograma.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. *Diagrama de red almacenamiento de caldos microbianos*

Fuente: Elaboración propia.

## Actividad alistamiento del espacio para los caldos microbianos

Se sugiere realizar un diagnóstico de espacios en la unidad de agricultura del CBA para realizar una alianza entre las dos unidades y asegurar un lugar adecuado para el almacenamiento de los caldos y, por ende, el control de las emisiones de los olores ofensivos, ya que estos pueden generar plagas y afectan los procesos educativos.

Figura 10. *Caracterización espacio caldos microbianos*

**Directo:** genera impactos ambientales de emisiones y paisajísticos cerca a las comunidades.

**Continuo:** los impactos visuales y de emisiones siempre están presentes dentro del entorno donde se realice el proceso.

**Acumulativo:** si no se presenta un control pueden llegar a ser acumulativos generando impactos visuales o paisajísticos más altos.

**Irreversible:** ya que el daño visual se ha generado y las emisiones se encuentran en el aire afectando su calidad.

**Recuperable:** desde que se implementen nuevas zonas y espacios para la ejecución de la actividad.

Fuente: Elaboración propia.

## Fase 2. Evaluación

En el proceso de investigación realizado en la Unidad de Recursos Naturales, se evidenció que la gran mayoría de los impactos reconocidos en los procesos desarrollados en la unidad son favorables, además se hicieron recomendaciones con miras a fortalecer las actividades, de las cuales se identificaron las siguientes:

- En el proceso de vivero la actividad de MIPE al momento de realizar las visitas se identificó que no se usan productos químicos dentro del proceso de fumigación, dado que por el tipo de material vegetal usado tiene una alta resistencia a enfermedades y la afectación ambiental es baja, lo cual promueve el desarrollo sostenible y sustentable desde la Unidad de Recursos Naturales.

- En el proceso de abonos compostados en la actividad de volteo de la compostera se generan olores ofensivos a la atmósfera y los responsables de realizar esta actividad normalmente no usan o no tienen EPP, lo cual debe ser fortalecido con capacitación e implementación de los procesos asertivamente según normatividad vigente.

- En el proceso de abonos compostados en la actividad de control de emisiones se apreció que esta actividad es de vital importancia para todos los procesos y cuenta con un criterio moderado, con una frecuencia nula, lo cual debe ser mejorado en la unidad productiva para potenciar el desarrollo sostenible y sustentable en el medioambiente del CBA del SENA.

- El proceso de caldos microbianos en la actividad de control periódico de estos se califica con un criterio moderado por los olores que expide al momento de efectuar esta labor y que afecta a la comunidad que toma instrucción cerca al proceso.

- En todos los procesos se evidenció la falta de implementación o creación de formatos de control, ya que se apreciaron y evaluaron con un criterio moderado y con una frecuencia nula, finalmente sin tener evidencia de la afectación que ocasiona al medioambiente, lo cual minimiza la potencialización del desarrollo sostenible y sustentable en la unidad productiva.

- En el proceso de caldos microbianos en la actividad de verificación de zona de almacenaje se apreció que cuenta con un criterio moderado dado que la frecuencia es nula y la afectación ambiental es importante.

- Finalmente, en todos los procesos no se realiza el alistamiento y uso de EPP, lo cual se refleja en una importancia moderada y esto afecta significativamente a la comunidad del CBA.

## Conclusiones

Los impactos ambientales en la unidad son principalmente positivos y pueden ser mejorados para que la Unidad de Recursos Naturales sea un ejemplo para replicar en todas las unidades productivas del CBA y en los demás centros agropecuarios del SENA en el ámbito nacional y en las unidades productivas asesoradas y fortalecidas por el SENA.

Es de vital importancia crear formatos de control y producción de la Unidad de Recursos Naturales para incidir en el reconocimiento del impacto ambiental con el desarrollo sostenible y sustentable, fortaleciendo las habilidades y destrezas tanto de los aprendices del CBA como de los visitantes interesados en impactar el medioambiente de los sitios del territorio del que provienen. El diagnóstico de los procesos de producción en la Unidad de Recursos Naturales se ajusta a las normas medioambientales vigentes en los procesos de vivero, compostera y caldo microbiano.

Para un mejor estudio de la unidad, se separaron los procesos y se asignaron las actividades dentro de cada uno, con el fin de identificar todas las oportunidades de mejora ambiental de la unidad y de cada uno de los procesos productivos. La evaluación de la importancia de los formatos de control de calidad para el cumplimiento de las normas ISO 14001, 9001:2015 y la Resolución 1541 de 2013 muestra que deben ser diseñados e implementados en la unidad productiva de recursos naturales del CBA.

Se sugiere crear manuales de procedimientos estandarizados para cada uno de los procesos identificados en este documento, para una mejor inducción o explicación al personal que realiza cada una de las actividades en la unidad. Así mismo, se sugiere generar un plan

de capacitación y un plan de mejoramiento para el entorno de aprendizaje abierto, con el fin de fortalecer el desarrollo sostenible y sustentable, el cual puede ser potenciado a través de los aprendices que son o serán líderes que impactarán en el medioambiente en el ámbito local, regional, nacional e internacional.

### Agradecimientos

**Agradecemos la recolección de datos a Andrés Fernando Pizarro, tecnólogo en Sistemas de Gestión Ambiental, asistente del grupo de investigación Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible, SENA, y por su participación del proyecto de investigación realizado con los recursos humanos y de infraestructura del Centro de Biotecnología Agropecuaria del SENA en el proyecto de investigación *Evaluación del impacto ambiental en la unidad productiva recursos naturales del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Centro de Biotecnología Agropecuaria (CBA).***

## Referencias

- Arregui Gallegos, O. (2006). Sostenibilidad y estudios de impacto ambiental, Revista Virtual Universidad Católica del Norte, núm. 18, mayo-agosto, 2006, Fundación Universitaria Católica del Norte, Medellín, Colombia, ISSN: 0124-5821, recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1942/194220466007.pdf>
- Álvarez-García, C., López-Medina, I. M., Sanz-Martos, S. y Álvarez-Nieto, C. (2021). Salud planetaria: educación para una atención sanitaria sostenible. *Educación Médica*, 22(6) 352-357. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2021.08.001>.
- Celaya Lozano, A., Luque Agraz, D., García Hernández, J., Amozurrutia de María y Campos, J., Preciado Rodríguez, J., Laborín Álvarez, J., & Cabanillas López, R. (2017). Evaluación de la producción científica de sustentabilidad ambiental en un centro público de investigación (CPI) del Conacyt (1982-2012). *Revista De La Educación Superior*, 46(182), 89-112. <https://doi.org/10.1016/j.resu.2017.04.002>
- Cruz Páez, F., Mera Rodríguez, C., & Lechuga Cardozo, J. (2019). Evaluación de estrategias de emprendimiento sostenible e innovación implementadas en las unidades productivas del SENA, Centro Industrial y Desarrollo Empresarial de Soacha-Cundinamarca-Colombia. *Tendencias*, 20(1), 183-202. <https://doi.org/10.22267/rtend.192001.113>
- Cruz Páez, L.A. (2020). Aprovechamiento de las aguas grises y su impacto de vulnerabilidad en la implementación de un hogar. *Procesos De Investigación Con Mirada Translocal*. <https://doi.org/10.36436/9789585273030>
- Dang, F., Wang, Q., Huang, Y., Wang, Y. y Xing, B. (2022). Key knowledge gaps for One Health approach to mitigate nanoplastic risks. *Eco-Environment & Health* 1(1), 11-22. <https://doi.org/10.1016/j.eehl.2022.02.001>.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista L. P. (2014). Metodología de la investigación sexta edición por McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. ISBN: 978-1-4562-2396-0
- Ministerio del Ambiente – MINAM. (2009). Guía de evaluación de riesgos ambientales. [https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/guia\\_riesgos\\_ambientales.pdf](https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/guia_riesgos_ambientales.pdf)
- Jaramillo, M. J. (2018). Diagnóstico de la aplicación de la evaluación ambiental estratégica en Colombia. [Tesis de pregrado]. Universidad <https://bit.ly/3AYWjDk>
- Nueva ISO 14001:2015. (2018). Riesgo ambiental y análisis de los riesgos según la ISO 14001 2015. <https://www.nueva-iso-14001.com/2018/04/riesgo-ambiental-segun-la-iso-14001-2015/>
- Ordóñez-Díaz, M., Montes-Arias, L. y Garzón-Cortes, G. (2018). Importancia de la educación ambiental en la gestión de riesgos socio-naturales en cinco países de América Latina y el Caribe. *Revista Electrónica Educare*, 22(1), 1-19. <https://doi.org/10.15359/ree.22-1.17>
- Ouchidaa, Y. y Goto, D. (2016). Environmental research joint ventures and time-consistent emission tax: Endogenous choice of R&D formation. *Economic Modelling*, 5, 179-188. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.01.025>

- Perevochtchikova M. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales, *Revista Gestión y política pública*, versión impresa ISSN 1405-1079, Gest. polít. pública vol.22 no.2 México ene. 2013, recuperado de <https://bit.ly/3RnA1k9>
- Pinos-Rodríguez, J.M. García López, J. C. Peña Avelino, L. Y. Rendón Huerta, J. A. González-González, C. y Tristán-Patiño F. (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Agrociencia* vol.46 no.4 México may./jun. 2012. <https://bit.ly/3csqcCU>
- Polanco, J., Ramírez, F. y Orozco, M. (2016). Incidencia de estándares internacionales en la sostenibilidad corporativa: una perspectiva de la alta dirección. *Estudios Gerenciales*. 32(139) 181-192, <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.05.002>.
- PNUD, (2022), Objetivos de desarrollo sostenible objetivo 12: producción y consumo responsable, recuperado de <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals#produccion-consumo-responsables>
- Pujaico, J., y Páez de González, L y Chacón, R. M. (2015). Manual educativo de prevención y mitigación ante posibles escenarios de riesgo sionatural. *Multiciencias*, 15 (2), 219-225. [Fecha de Consulta 12 de Octubre de 2021]. ISSN: 1317-2255. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90443048012>
- Rosete Vergés, F.A., Enríquez Hernández, G., Aguirre von Wobeser, E. (2013). El componente del riesgo en el Ordenamiento Ecológico del Territorio: el caso del Ordenamiento Ecológico Regional y Marino del Golfo de México y Mar Caribe. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 80,7-20, <https://doi.org/10.14350/rig.36393>.
- Sousa, P., Gomes, D. and Formigo, N. (2020). Ecosystem services in environmental impact assessment. *Energy Reports* 6 466–471. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.09.009>
- Viloria Villegas M. I., Cadavid, L. y A. G., (2018), Metodología para evaluación de impacto ambiental de proyectos de infraestructura en Colombia, *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina / ISSN 0124-8170 / Vol. 28 / No. 2 / pp. 121-156 / 2018*, recuperado de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/2941/2896>