

## Impactos ambientales generados en la producción de café pergamino seco

Viviana Ardila Rivero<sup>1</sup>

Universidad LIBRE, Colombia, viviana-ardila@unilibre.edu.co

ISSN: 2590-6704

### RESUMEN

En Colombia, el café ha sido un importante factor de desarrollo económico y social, además, es reconocido por su delicioso sabor, cuerpo y aroma. En los últimos años el sector cafetero ha incrementado en extensión por consiguiente su producción, lo cual implica la generación de diversos impactos ambientales en la cadena de producción de café pergamino seco, la cual incluye los procesos que se desarrollan en la finca, desde la semilla hasta la cosecha y el beneficio del grano como: germinación, almacigo, siembra, mantenimiento, beneficio y secado; en las cuales se generan diferentes aspectos ambientales que son susceptibles de generar impactos al medio ambiente los cuales es importante identificar con el fin de definir diferentes prácticas ambientales, que permitan reducir estos efectos negativos sobre los recursos naturales. Método: el objetivo de este trabajo consistió en realizar una revisión sistemática de diferente literatura donde se haya evaluado los diferentes impactos ocasionados por los sistemas de producción de café sobre los diferentes componentes agua, suelo, fauna, flora y aire a nivel mundial, nacional, regional y local. Resultados: Los resultados indican que dentro de los procesos de producción de café pergamino seco que generan mayores impactos ambientales se encuentran en el proceso de mantenimiento por el uso de insumos como plaguicidas y herbicidas, y en el proceso del beneficio de café que incluye el despulpado y lavado del café debido a los subproductos generados mucilago y pulpa.

**Palabras Clave:** Producción, café, impactos ambientales, germinación, almacigo, herbicidas, plaguicidas, erosión, beneficio, subproductos, flora, fauna, secado.

### ABSTRACT

In Colombia, coffee has been an important factor in economic and social development, and is also recognized for its delicious flavor, body, and aroma. The coffee sector has increased in extension consequently its production, which implies the generation of various environmental impacts in the dry parchment coffee production chain, which includes the processes that take place on the farm, from the seed to the harvest and the benefit of the grain such as: germination, seedling, planting, maintenance, benefit and drying; in which different environmental aspects are generated that are likely to generate impacts on the environment, which it is important to identify in order to define different environmental practices, which allow reducing these negative effects on natural resources. The objective of this work was to carry out a systematic review of different literature where the different impacts caused by coffee production systems on the different components water, soil, fauna, flora and air at a national, regional and specific level in the municipality of Socorro. The results indicate that within the dry parchment coffee production processes that generate the greatest environmental impacts are in the maintenance process due to the use of inputs such as pesticides and herbicides, and in the coffee benefit process that includes pulping and washing of coffee due to the by-products generated mucilage and pulp.

**Keywords:** Production, coffee, environmental impacts, germination, seedling, herbicides, pesticides, erosion, benefit, by-products, flora, fauna, drying.

### 1. INTRODUCCIÓN

La producción de café en Colombia ha sido catalogada en el mundo como una de las mejores, debido a que el café que se produce en el campo Colombiano presenta excelentes características en su sabor, aroma y textura, además, el sector cafetero es de vital importancia debido a que es la actividad económica de innumerables familias que llevan el sustento a su hogar gracias a este producto, recientemente se ha presentado un aumento significativo de la producción de café y cada día más crece el interés en la implementación de este cultivo que aporta beneficios económicos de muchos hogares, pero, es importante considerar que al incrementar esta actividad aumenta la generación de impactos ambientales, por tanto la importancia de identificar y controlar las diferentes actividades que pueden ocasionar afectación a uno o todos los componentes del medio ambiente.

Por lo anterior, diferentes estudios han evidenciado que en el proceso productivo de café se han identificado acciones susceptibles de generar impactos ambientales sobre los diferentes componentes y elementos del medio ambiente, principalmente sobre los recursos agua y suelo; por eso el aumento en la importancia de que el gobierno, las autoridades ambientales de control, y otras entidades de apoyo, exijan la adopción de una planificación y gestión ambiental en el sector cafetero que permita un uso responsable de los recursos naturales. A continuación, se puede observar la representación de un sistema de producción de café con sus respectivos componentes entradas, procesos y salidas y como interactúan entre ellos. Analizando lo que ocurre en las fincas cafeteras, para el caso de las entradas corresponde a insumos, mano de obra y uso de recursos; los procesos hacen referencia a las actividades que se desarrollan como siembra, fertilización, control de enfermedades y arvenses y beneficio; finalmente se encuentran las salidas que para este caso es el café pergamino seco. Sin embargo, al considerar el componente ambiental se generan salidas como residuos y emisiones.



Esquema del sistema de producción de café (Tomado de Duque et al., 2005).

De acuerdo a lo anterior, el desarrollo de la caficultura contempla diversas etapas, desde la semilla hasta el beneficio y secado del grano; las cuales contemplan la generación de impactos en términos ambientales, los cuales es importante identificar con el fin de optimizar los procesos de planificación y establecer diferentes medidas de manejo ambiental, aunar los criterios de control y seguimiento entre caficultores, autoridades y entidades de apoyo, fortaleciendo la gestión ambiental que permitan la conservación de los recursos naturales en el sector cafetero.

Por lo anterior, a continuación, se exponen las diferentes etapas en un sistema general de producción del café, con los aspectos susceptibles a producir impacto. Para empezar, en la etapa de instalación del cultivo (germinador) se emplea fungicida en la desinfección del sustrato (arena) lo cual trae un impacto ambiental sobre el recurso suelo debido a la solución que es empleada (agua + fungicida) la cual si se infiltra podría causar la contaminación del suelo, aunque ocasionalmente este impacto es poco analizado y considerado, seguidamente, se encuentra la etapa de almácigo la cual implica el uso de nematicidas, herbicidas y fertilizantes causando

contaminación del suelo y agua, además del uso de bolsas plásticas (polietileno) donde se siembra la plántula; en cuanto a la etapa de siembra se realizan las acciones de ahoyado lo que en efecto podría ocasionar erosión ; una vez establecido el cultivo se encuentra la etapa de mantenimiento o sostenimiento en la cual comprende el manejo de arvenses generando aspectos ambientales como realizar prácticas inadecuadas en el momento de la deshierba dejando el suelo desprotegido, remover radicalmente el suelo en terrenos con pendientes fuertes ocasionado erosión, asimismo la etapa de nutrición comprende el uso de abonos químicos ocasionando disminución de la fertilidad del suelo y dependencia por el empleo de fertilizantes químicos y contaminación de fuentes hídricas; por otra parte se encuentra el control fitosanitario empleando agroquímicos, insecticidas y fungicidas ocasionando contaminación del recurso agua y contaminación con residuos sólidos (envases de agroquímicos) por su inadecuado manejo y disposición final , otra etapa importante a considerar en la producción del café es la renovación lo cual implica que el suelo quede descubierto siendo susceptible a generar erosión, posteriormente, se encuentra la etapa del beneficio del café en la cual, si se realiza un inadecuado manejo y disposición de los subproductos (mucilago y pulpa) puede ocasionar la contaminación del componente agua y del suelo; por último, se encuentra la etapa del secado del grano donde se obtiene el café pergamino seco; donde un uso inapropiado y no calibración de las máquinas de secado (silos) pueden ocasionar contaminación del recurso aire por las emisiones atmosféricas de estas fuentes fijas.

Por lo anterior, la actividad cafetera en Colombia ha sido de vital importancia para el crecimiento económico, generación de empleo y el sustento familiar, sin embargo, esto trae consigo la generación de impactos ambientales negativos.

Para el caso de Colombia, actualmente la entidad responsable de apoyar los procesos de planificación y seguimiento del cultivo del café está a cargo de la Federación Nacional de

Cafeteros a través del servicio de extensión que busca favorecer la preservación de los diferentes ecosistemas en las zonas cafeteras y la adaptación y mitigación al cambio climático con el apoyo de organismos internacionales con el fin de promover la sostenibilidad del cultivo de café, además, otras entidades vinculadas al sector cafetero como ECOM, cuyo propósito es fomentar y apoyar la actividad cafetera motivando al cuidado y preservación del medio ambiente; además, se encuentran los programas Rainforest Alliance, CAFÉ practices, FLO , los cuales motivan a los caficultores a realizar prácticas adecuadas en la producción de café disminuyendo los impactos negativos al medio ambiente, brindando una certificación a los predios cafeteros.

Por lo anterior, frente a la pregunta de cuáles acciones desarrolladas en la obtención de café pergamino seco son susceptibles de producir impactos adversos al medio ambiente, se plantea la conveniencia de revisar de forma objetiva y sistemática con el fin de indagar los resultados de estudios empíricos desarrollados en el mundo, en Colombia, en Santander y el municipio del Socorro, y realizar un análisis de los diferentes factores del tema. Además, de comparar que se ha investigado al respecto, que aspectos se han considerado y que medidas se han implementado para reducirlos.

## 2. MARCO REFERENCIAL

### MÉTODO

El presente trabajo, comprende una revisión sistemática cualitativa, donde se indaga, recolecta, analiza e interpreta información de diferentes estudios realizados con el objetivo de identificar los impactos ambientales de mayor importancia y evaluación en la producción de café pergamino seco generados en cada uno de los procesos mencionados anteriormente, desde la germinación de la semilla hasta el beneficio y secado del grano.

En términos generales se seleccionaron y valoraron diferentes estudios primarios como

unidades de análisis teniendo en cuenta ciertas particularidades como resumen, justificación, objetivos, criterios de elegibilidad, fuentes de información, estrategia de búsqueda, proceso de selección de los estudios, extracción de datos, entre otros. En términos generales este estudio se realizó siguiendo las siguientes etapas:

- Etapa 1. Pregunta de investigación
- Etapa 2. Criterios de elegibilidad
- Etapa 3. Estrategia de búsqueda
- Etapa 4. Selección de los estudios
- Etapa 5. Extracción de datos y síntesis

### **Pregunta de investigación**

En primer lugar, de acuerdo con el contenido y el título del presente trabajo, se expuso la siguiente pregunta: ¿Qué resultados se encuentran documentados en la Literatura con respecto a la evaluación de los impactos ambientales negativos generados en las actividades o procesos de producción de café pergamino seco-CPS?

### **Criterios de elegibilidad**

La muestra contemplo estudios publicados potencialmente relevantes a nivel mundial, nacional, en el departamento de Santander y en el municipio del Socorro, por lo cual, a continuación, se indican los criterios de elección: Estudios aportados por instituciones educativas, estudios empíricos, cuantitativos o cualitativos, en el idioma español, publicados en los últimos quince años (2007 a 2022). Los artículos fueron relativos a la identificación de los impactos ambientales en todas las etapas de producción del grano desde la semilla hasta la obtención del café pergamino seco, incluyendo germinación, almacigo, siembra, mantenimiento, beneficio y secado. Además, se tuvieron en cuenta artículos donde se ha considerado únicamente una etapa del proceso de producción.

De la misma manera, se propusieron como criterios de excepción: artículos fuera del periodo de tiempo determinado.

Posteriormente, los datos más relevantes de cada publicación fueron extraídos y se realizó un

análisis mediante un cuadro resumen en una base de datos en Excel.

### **Estrategia de búsqueda**

Se realizó una búsqueda entre el mes de octubre y noviembre de 2022, empleando las bases de datos Scopus, Google Académico, Scielo, Dialnet, Scielo donde se realizó la búsqueda de artículos potencialmente relevantes y relacionados al tema empleando palabras clave como: Producción, café, impactos ambientales, Germinación, Almacigo, herbicidas, plaguicidas, erosión, Beneficio, subproductos, flora, fauna, secado. Además, se utilizaron los límites de tiempo 2007-2022.

### **Selección de los estudios**

En primera medida, los estudios se recolectaron tomando como referencia un orden Nacional, regional y local. Se tuvo en cuenta información aportada por estudios realizados en instituciones educativas como la Universidad Libre, estudios de desarrollo científico proporcionados por el Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFÉ). Posteriormente, se realizó una revisión de los títulos y resúmenes de cada estudio. Para terminar, se adelantó la revisión sistemática de los estudios teniendo en cuenta la definición de los criterios de inclusión y exclusión con el fin de realizar la selección de manera uniforme.

### **Extracción de datos y síntesis**

Una vez seleccionadas las publicaciones, se procedió a leer e interpretar su contenido, la información fue extraída metódicamente, para la revisión, interpretación y resumen de la información se empleó una tabla incluyendo los siguientes campos: fuente, objetivo, etapa del cultivo de café analizados (germinador, almacigo, siembra, mantenimiento, beneficio y secado), componentes analizados, aspectos ambientales, impactos ambientales, medidas de manejo y por último se realizó un análisis de los resultados obtenidos en cada publicación.

#### 4. RESULTADOS

De acuerdo con la literatura encontrada Global, Nacional, regional y local, una parte de los estudios están centrados en los impactos

ambientales generados por los subproductos (mucilago y pulpa) obtenidos en la etapa del beneficio del café en las actividades de despulpado, lavado del fruto y fermentación, debido a la alta carga contaminante que contienen, por tanto, la importancia en términos ambientales de este proceso que generalmente causan la contaminación de los recursos agua y suelo, por otra parte, en el proceso de siembra se consideran diferentes aspectos ambientales relevantes como es el uso de fertilizantes nitrogenados y el uso de plaguicidas y herbicidas, por otra parte, se encuentran una de las actividades que favorecen la pérdida de fauna como es la deforestación y el monocultivo sin sombra, para lo cual diferentes autores coinciden

que los sistemas de producción cafetera se deben establecer bajo sombra de manera que se permita el refugio de diferentes especies de fauna, otros aspectos ambientales poco considerados en los estudios son el consumo de energía y combustibles en el proceso de beneficio y secado del café los cuales aportan a las emisiones atmosféricas. La mayor parte de los estudios coinciden que los impactos de mayor importancia se centran en el beneficio del café y en el proceso de fertilización, control de arvenses, plagas y enfermedades.

Por lo anterior, a continuación, se presenta un cuadro resumen de los diferentes estudios que se han desarrollado con respecto a los procesos de siembra, y beneficio; donde se resalta los diferentes aspectos e impactos ambientales identificados, los componentes del medio afectados y las medidas de manejo correspondientes que se han aplicado para estos casos.

Tabla 1. Resumen Impactos Ambientales generados en la producción de café, proceso de siembra

Fuente	Componentes analizados	Aspectos ambientales	Impactos Ambientales	Manejo
(Sánchez et al., 2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Suelo</li> <li>▪ Biodiversidad (flora y fauna)</li> <li>▪ Paisaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Cultivo sin sombra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Degradación de la cobertura vegetal</li> <li>▪Reducción de materia orgánica del suelo</li> <li>▪Reducción del número de especies animales y vegetales nativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Sistema agroforestales</li> <li>▪Cultivos bajo sombra</li> </ul>
(Guhl, 2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Paisaje</li> <li>▪Biodiversidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Baja diversidad de especies de sombrero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Alteración del hábitat de muchos organismos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Cultivos bajo sombra</li> </ul>
(CASTILLO, s. f.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Salud humana</li> <li>▪Ecosistema</li> <li>▪ Agua</li> <li>▪Suelo</li> <li>▪Aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uso de ciproconazol (usado para el control de roya)</li> <li>▪Uso de fertilizantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Deterioro de los recursos naturales</li> <li>▪Eutrofización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Manejo biológico</li> <li>▪ Uso de abonos orgánicos</li> </ul>
(Macip-Ríos et al., 2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Flora</li> <li>▪Fauna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siembra de cafetales bajo sombra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Conservación y desarrollo de hábitat de anfibios y reptiles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Cafetales de sombra diversificados</li> <li>▪Presencia de Hojarasca</li> </ul>

Fuente	Componentes analizados	Aspectos ambientales	Impactos Ambientales	Manejo
(Camacho et al., 2018)	Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fertilización nitrogenada</li> <li>▪ Uso de combustibles fósiles</li> <li>▪ Control fitosanitario</li> <li>▪ Consumo de energía</li> <li>▪ Fijación o remoción de Carbono</li> </ul>	Gases de efecto invernadero	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aplicación de dosis apropiada de fertilizante</li> <li>▪ Pago por servicios ambientales</li> </ul>

Tabla 2. Resumen Impactos Ambientales generados en la producción de café, proceso de beneficio

Fuente	Etapas del cultivo de café analizados	Componentes analizados	Aspectos ambientales	Impactos Ambientales	Manejo
(Ayala López, 2021)	Beneficio del café	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Salud Pública</li> <li>▪ Suelo</li> <li>▪ Componente biótico (flora y fauna)</li> <li>▪ Agua</li> </ul>	Generación del mucilago y pulpa del café	Contaminación del agua.	Compostaje
(Verdugo Ojeda, 2020)	Beneficio del café (subproductos mucilago, café)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agua</li> <li>▪ Suelo</li> </ul>	Subproductos: pulpa y mucilago,	El 20% realiza una disposición inadecuada de estos subproductos.	Compostaje
(Chaparro & Buenahora, 2013)	Beneficio del café	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agua</li> <li>▪ Suelo</li> </ul>	Generación de subproductos	Contaminación del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Compostaje</li> <li>▪ Empleo de la tecnología Becolsub</li> </ul>
(Gómez-Anaya et al., 2017)	Beneficio del café	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agua</li> <li>▪ Flora y fauna acuática</li> <li>▪ Vegetación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uso de pesticidas</li> <li>▪ Generación de aguas residuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eutrofización</li> <li>▪ Cambios en los ensamblajes de algas</li> </ul>	No disponible
(Valencia & Franco, s. f.)	Beneficio del café	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agua</li> <li>▪ Suelo</li> </ul>	Generación de mucilago y pulpa	Contaminación del agua	Biocombustibles (Bioetanol, biogás)
(Torres Mejía, 2020)	Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agua</li> <li>▪ Aire</li> <li>▪ Fauna</li> <li>▪ Flora</li> </ul>	Generación de mucilago y pulpa	Contaminación del agua	Producción de bioetanol (cafenol)
(Leyva Valencia &	Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Suelo</li> <li>▪ Agua</li> <li>▪ Aire</li> </ul>	Generación de subproductos	Contaminación de suelo, aguas subterráneas y superficiales	Compostaje

Fuente	Etapas del cultivo de café analizadas	Componentes analizados	Aspectos ambientales	Impactos Ambientales	Manejo
--------	---------------------------------------	------------------------	----------------------	----------------------	--------

Livias Ostos, 2019)

Tabla 3. Resumen Impactos Ambientales generados en la producción de café, proceso de siembra y beneficio

Fuente	Etapas del cultivo de café analizadas	Componentes analizados	Aspectos ambientales	Impactos Ambientales	Manejo
(Clavijo Ortiz, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Almacigo</li> <li>▪ Siembra (trazado y ahoyado)</li> <li>▪ Mantenimiento (Nutrición, Renovación, Manejo de plagas y enfermedades)</li> <li>▪ Beneficio</li> <li>▪ Secado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agua</li> <li>▪ Aire</li> <li>▪ Suelo</li> <li>▪ Flora y fauna</li> <li>▪ Aspectos humanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generación de residuos sólidos (pulpa) y líquidos (mucilago)</li> <li>▪ consumo de agua,.</li> <li>▪ Nutrición del cultivo: uso de fertilizantes químicos</li> <li>▪ Almacigo: uso de bolsas plásticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contaminación del agua</li> <li>▪ Agotamiento de los recursos naturales</li> <li>▪ Contaminación del agua y suelo</li> <li>▪ Agotamiento de los recursos naturales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Compostaje</li> <li>▪ Uso tecnología Becolsub</li> </ul>
(Salazar Echeverry, 2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Siembra</li> <li>▪ Mantenimiento</li> <li>▪ Beneficio</li> <li>▪ Secado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Suelo</li> <li>▪ Flora</li> <li>▪ Fauna</li> <li>▪ Aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alto consumo de agua en el proceso de beneficio del café</li> <li>▪ Generación de subproductos mucilago y pulpa</li> <li>▪ Quema y deforestación</li> <li>▪ Uso de agroquímicos para manejo de plagas y enfermedades</li> <li>▪ Uso de fertilizantes</li> <li>▪ Consumo de energía</li> <li>▪ Emisiones atmosféricas por empleo de secado mecánico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agotamiento de los recursos naturales</li> <li>▪ Contaminación del agua</li> <li>▪ Disminución de la conservación del suelo</li> <li>▪ Afectación de la calidad del aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No disponible</li> </ul>
	Beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agua</li> <li>▪ Suelo</li> <li>▪ Aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cultivo sin sombra</li> <li>▪ Uso de agroquímicos</li> <li>▪ Consumo elevado de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Afectación de la salud humana</li> <li>▪ Alteración de la calidad del suelo</li> <li>▪ Alteración de la calidad del agua (Aumento considerable en la demanda biológica de oxígeno, la carga de sólidos totales, incremento de la temperatura del agua)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cultivo bajo sombra</li> <li>▪ Control biológico</li> </ul>
(Sotto Rodriguez et al., 2020)					

Impactos ambientales generados en la producción de café pergamino seco

Fuente	Etapas del cultivo de café analizadas	Componentes analizados	Aspectos ambientales	Impactos Ambientales	Manejo
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de malos olores por aguas mieles.</li> </ul>	
(Wilches Cifuentes, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Germinador</li> <li>• Almacigo</li> <li>• Siembra</li> <li>• Mantenimiento</li> <li>• Beneficio</li> <li>• Transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire</li> <li>• Suelo</li> <li>• Agua</li> <li>• Salud humana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de agua en los procesos de siembra y beneficio</li> <li>• Uso de agroquímicos para fertilización y control fitosanitario en la siembra y mantenimiento</li> <li>• Inadecuada disposición de residuos sólidos</li> <li>• Consumo de combustible usado en los equipos de poda, automotores y transporte</li> <li>• Generación de vertimientos de aguas residuales</li> <li>• Emisiones de CO<sub>2</sub> por el consumo de energía eléctrica en el proceso de beneficio</li> <li>• Quema de residuos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación del agua</li> <li>• Agotamiento de los recursos naturales</li> <li>• Contaminación del agua y suelo</li> <li>• Agotamiento de los recursos naturales.</li> </ul>	
(Díaz et al., s. f.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siembra</li> <li>• Beneficio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua</li> <li>• Suelo</li> <li>• Salud humana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deforestación</li> <li>• Monocultivo</li> <li>• Uso de pesticidas y fertilizantes</li> <li>• Generación de subproductos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de biodiversidad</li> <li>• Afectación de la salud humana</li> <li>• Erosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema agroforestales</li> <li>• Beneficio ecológico</li> <li>• Recirculación del agua en el propio beneficio</li> <li>• Control legal por la Autoridad</li> </ul>
(Torres Mejía, 2011)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beneficio</li> <li>• Siembra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua</li> <li>• Aire</li> <li>• Fauna</li> <li>• Flora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de mucilago y pulpa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación de los recursos naturales</li> <li>• Calentamiento global</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de bioetanol (cafenol)</li> <li>• Biogás</li> <li>• Bioabono</li> <li>• Sistemas agroforestales para captura de</li> </ul>



Fuente	Etapas del cultivo de café analizadas	Componentes analizados	Aspectos ambientales	Impactos Ambientales	Manejo
					carbono en cafetales
(Trujillo, s. f.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Beneficio</li> <li>▪Siembra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Recurso hídrico</li> <li>▪Aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Generación de residuos</li> <li>▪Uso de agroquímicos</li> <li>▪Deforestación</li> <li>▪Monocultivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Afectación calidad del agua</li> <li>▪Afectación de la salud humana</li> <li>▪Afectación calidad del aire</li> <li>▪Erosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Tratamiento de aguas</li> <li>▪Aplicación normativas</li> <li>▪ Sistemas agroforestales</li> </ul>

En el estudio realizado por Clavijo, (2018), se analizaron diferentes procesos para la producción de café como: almácigo, siembra (trazado y ahoyado), mantenimiento (incluye nutrición, manejo y control de plagas y enfermedades y renovación del cultivo por el método zoca), la etapa del beneficio de café la cual es la más significativa y por último el secado del grano. Encontrándose que los impactos ambientales presentados en los procesos de producción de café con mayor significancia se evidencian durante el beneficio del café cuando se emplea el beneficio tradicional debido al aumento en la generación de volúmenes de aguas residual, causando la contaminación de fuentes hídricas. Otro aspecto ambiental importante encontrado en este estudio, es el uso de fertilizantes químicos para el mantenimiento del cultivo y el uso de plaguicidas para el control fitosanitario los cuales afectan los diferentes ecosistemas.

Por otra parte, en el estudio se consideraron los componentes aire, agua, suelo, procesos, flora, fauna y aspectos humanos, los cuales se ven afectados por la actividad cafetera. Dado lo anterior este estudio comprendió todas las etapas de producción de café excepto la etapa de germinación donde generalmente se emplean fungicidas para la desinfección del sustrato.

Verdugo (2020) realizó un estudio en el que se evidencia que, en el sistema de producción

cafetero, con respecto al destino de los subproductos generados en el proceso de beneficio, el 80% realizan un adecuado tratamiento y aprovechamiento de estos residuos, principalmente a través del proceso de compostaje y el 20% realiza una disposición inadecuada de estos subproductos arrojándolos directamente al suelo o a las fuentes hídricas.

Ayala resalta como principal aspecto ambiental la generación del mucilago y pupa del café en la etapa del beneficio del café (despulpado, lavado y fermentación), generando impacto negativo como la contaminación del agua.

Con respecto a la fase de beneficio húmedo del café, Chaparro et al, realizaron un estudio, obteniendo como resultado que el 54,2% emplean la tecnología Becolsub, y el 45,8% restante aún maneja el beneficio tradicional, generando con esto aumento en el volumen de agua residual y por consiguiente la contaminación del recurso hídrico, causando un impacto crítico al ecosistema. Por otra parte, La pulpa del café es aprovechada en el 83,3% de las fincas como compostaje para posteriormente ser incorporado en sus cultivos, a diferencia del otro 16,7% de los caficultores que no reutiliza la pulpa disponiéndola directamente al suelo sin tratamiento previo.

Rojas (2012) menciona que un sistema intensivo de producción de café (monocultivo sin sombra), el cual emplea mayor cantidad de recursos y agroquímicos, causa un impacto directo a los ecosistemas, porque degrada gradualmente la vegetación y en consecuencia decrece la cantidad de especies de fauna y flora nativas del área de siembra. Por tal razón, es recomendable establecer un sistema bajo sombra con diferentes especies forestales y otro tipo de cultivos intercalados favoreciendo el cuidado de la biodiversidad.

Guhl (2009) generaliza que cuando un sistema productivo de café presenta menor diversidad de especies de sombrero, esto puede afectar significativamente la disminución de biodiversidad, impactando muchos organismos por la pérdida de condiciones de un hábitat favorable. Cuando desaparece la sombra, se irrumpe el hábitat y, por consiguiente, muchos de los organismos característicos del lugar se agotan. Por tal motivo, la mayoría de los caficultores a través del tiempo conservan la práctica de establecer diferentes variedades de sombra (guamo, carbonero, búcaro entre otros) lo cual no solo favorece el cultivo, sino que además estaría protegiendo el recurso fauna y suelo; además en algunos casos los agricultores emplean diferentes métodos para la siembra de otros cultivos como plátano, yuca, maíz, cítricos de manera simultánea con el cultivo de café, convirtiendo en un sistema agroforestal favorable para el medio ambiente.

Zapata (2019) identifica como impactos la alteración directa en los recursos aire, agua y suelo, cuando se emplea plaguicidas uno de ellos conocido como ciproconazol (usado para el control de roya), la cual es una sustancia con potencial de acumulación, presenta características de toxicidad en peces, crustáceos, anfibios, aves, insectos, lombrices de tierra y algas, por otra parte, el incremento de nutrientes en el agua generados cuando se usan fertilizantes comerciales, además, ocasiona afectación de la calidad del agua por el efecto conocido como eutrofización; estas determinantes permiten deducir que las etapas de siembra y cosecha, son las que generan los impactos de mayor importancia en la salud humana y presión sobre los recursos aire y suelo.

Salazar (2009) comprendido un diagnóstico de los diferentes aspectos en la producción de café que pueden ocasionar impactos ambientales, como la quema y deforestación que pueden afectar la conservación del suelo y el ecosistema terrestre, el manejo de plagas y enfermedades debido al uso de productos químicos, el consumo de agua en la etapa de beneficio del café, el manejo de los subproductos como el mucilago y pulpa, se identificó el tipo de secado debido a las emisiones atmosféricas que pueden generar los gases de combustión cuando se emplea secado mecánico. Para lo cual, se obtuvo como resultados un alto impacto en el uso irracional del agua y el manejo de aguas residuales; otros aspectos como cuidado de flora y la fauna; empleo de agroquímicos en la nutrición y control fitosanitario; prácticas de conservación de suelos; uso de fertilizantes; manejo de residuos y ahorro de energía fueron clasificados como impacto medio, pero, por otra parte, se destacan impactos de carácter positivo como realizar actividades para la protección de suelos tales como siembra a través de la pendiente, no quemar residuos, establecimiento de coberturas nobles, entre otros; por otra parte, se encuentra el uso de fuentes de energía alternativas como energía solar para el secado del grano o empleo de cisco a cambio de combustibles fósiles para el funcionamiento de equipos de secado.

Fernández, identifico los principales impactos negativos en los procesos de implementación del cultivo de café, por una parte, se identificó que los caficultores del sector no emplean el cultivo bajo sombra afectando los diferentes ecosistemas, por otra parte, el uso de agroquímicos genera consecuencias a la salud humana, así como afectación a los índices de calidad del suelo y del recurso hídrico y finalmente un alto consumo de agua, usado en el despulpado, lavado y fermentación del grano, generando un aumento significativo en diferentes parámetros de calidad del agua debido al incremento de la carga contaminante como: demanda biológica de oxígeno, sólidos totales, temperatura y generación de olores ofensivos.

Los impactos ambientales que produce en el sector cafetero, según Wilches (2014), están relacionados al consumo de agua en las etapas de siembra (riego) y beneficio (despulpado del fruto), el uso de agroquímicos para la fertilización, prevención y control de plagas y enfermedades en la siembra y sostenimiento del cultivo, la indebida disposición y quema de residuos sólidos generados (bolsas para almacigo, envases de plaguicidas y herbicidas), el uso de combustible en equipos (guadañas, podadoras entre otras), la generación de descargas contaminantes por residuos líquidos en el proceso de beneficio, la energía eléctrica empleada en los procesos de beneficio y secado; .Por tal motivo, los procesos que generan un alto impacto ambiental pertenecen a: siembra, mantenimiento o sostenimiento del cultivo y beneficio, otro proceso adicional que reporta resultados es el transporte que, a pesar de ser un proceso complementario de la cadena productiva, es considerado importante debido al consumo de combustibles por su aporte a la huella de carbono.

Polo (2013) sugiere que uno de los más relevantes impactos negativos es el uso de agroquímicos, dada las composiciones y propiedades físicas y químicas que presentan la mayoría de estos productos, intolerables con el medio ambiente, estas sustancias interactúan influyendo su dinámica en el ambiente generando un problema en el equilibrio ecológico y por consiguiente un impacto paulatino significativo, sobre el recurso suelo, agua, debido a los vertimientos líquidos contaminantes, afectando la flora y fauna; y en el aire, por emisiones atmosféricas. Además de la afectación a la salud humana cuando no se tienen las adecuadas medidas de protección personal.

Un resultado de investigación del centro Nacional de Investigaciones del Café (CENICAFE), que evalúa el aprovechamiento del mucilago para la obtención de etanol, debido a que este, contiene grandes propiedades como alto contenido en azúcares, del cual se han realizado experimentos por fermentación del mismo. Este estudio representa, una alternativa de aprovechamiento de

este subproducto contribuyendo a la disminución del impacto ambiental.

Torres, menciona mediante un modelo que contempla una alternativa de manejo y aprovechamiento de los subproductos del café (mucilago, pulpa, pergamino) proporcionando un valor agregado a través de la generación de energía limpia, como bioetanol, biogás, energía de combustión, Bioabono a través de compostaje, y la valoración de fijación de carbono en cafetales; debido a que en la actualidad las fincas que desarrollan la actividad cafetera y que cuentan con un sello de certificación ambiental no contemplan estrategias como la producción de energía empleando los subproductos de café. Por tal razón es de vital importancia que los caficultores conozcan, reciban apoyo por parte de entidades e implementen diferentes estrategias para el manejo de estos residuos que permitan reducir la presión sobre los recursos naturales.

La mayoría de productores no realizan un tratamiento adecuado a los subproductos generados en el beneficio del café y estos terminan afectando los diferentes componentes del medio ambiente, estos subproductos pueden ser utilizados de manera que se les dé un valor agregado; una alternativa de aprovechamiento de estos residuos es la producción de bioetanol (cafetanol) a partir del mucilago, miel y la pulpa del café, los cuales por su composición y sus características brindarían una gran oportunidad de incrementar el potencial nacional en la producción de cafetanol con un valor de 11.301.773,3 Galus/año, por otra parte, la pulpa puede ser empleada para la obtención de biogás, para este caso, se estaría hablando de que sería posible obtener 243,31 TJ/año de biogás, el cual puede ser utilizado en las fincas cafeteras y finalmente a través del proceso de compostaje se sacaría el último provecho brindando utilidad a la pulpa sobrante, logrando Bioabono para lo cual se podrían generar aproximadamente 157700 Toneladas. Lo cual representa una oportunidad de sustituir los abonos químicos en la producción, permitiendo disminuir costos de producción y la huella de carbono.

De este modo, Torres dice, sería de gran utilidad aprovechar la energía que contienen los subproductos del café, para lo cual, representaría la energía equivalente a 300.718,37 TEP (2.166.856,3 barriles de petróleo) de energía primaria, lo cual permitirá reducir las importaciones y el uso de combustibles fósiles, por consiguiente, se disminuirían las emisiones de CO<sub>2</sub> causante del calentamiento global, contribuyendo a que el sector cafetero sea sostenible.

De igual manera Torres considera que con respecto a la fijación de emisiones de carbono de los cafetales se ha evidenciado que en Honduras presentemente los cultivos de café han absorbido 22.393.615 toneladas de carbono como evaluación inicial, de igual manera estos cultivos capturan 1.808.301 Ton. C/ha-año, lo que podría contemplarse la posibilidad de que sea vendido en el mercado de servicios ambientales a otros países, siendo una estrategia para que sea un sector que propone objetivos de conservación. Con respecto a esta idea, Colombia representaría una gran oferta de servicios ambientales y podría contemplarse esta posibilidad por la gran cantidad de plantaciones de café presentes en el país actualmente.

### DISCUSIÓN

Considerando los estudios revisados, se puede deducir que los diferentes procesos en la producción del café son susceptibles de generar impactos significativos al medio ambiente, puesto que se encuentran diferentes aspectos ambientales como consumo de agua, consumo de energía, generación de residuos sólidos y aguas residuales, empleo de insumos contaminantes, incrementando la posibilidad de afectación de los recursos naturales agua, suelo, flora y fauna.

Considerando la literatura revisada, la etapa del beneficio húmedo del café, en su fase de despulpado y lavado es el proceso con mayor caso de estudios alcanzando un 30%, debido al alto impacto que ocasiona los subproductos generados caracterizados por su alta carga contaminante los cuales contaminan fuentes de agua y el suelo.

La mayor parte de los estudios han planteado en el proceso de beneficio húmedo de café aprovechamiento de residuos (compostaje) y estrategias tecnológicas para la disminución de la contaminación del agua, de manera que se reduzcan los impactos en esta etapa. Sin embargo, se referencian pocos estudios donde se hayan evaluado otras alternativas de aprovechamiento como la obtención de Bioetanol (Cafenol) a partir del mucilago y la pulpa del café permitiendo reducir las emisiones atmosféricas por el uso de combustibles fósiles.

Es importante considerar, que al no adoptar métodos tecnológicos ambientalistas y prácticas adecuadas se incrementa la posibilidad de generar impactos ambientales negativos, haciendo del sector cafetero un problema serio de contaminación, sin embargo, en la actualidad se ha brindado mayor importancia al cuidado del medio ambiente, optimizando el uso de los recursos en cada una de las actividades de producción de café, creando y aplicando técnicas ambientales que preserven el medio ambiente sin dejar de lado una buena producción, por lo que diferentes trabajos han buscado que los caficultores sean conscientes de implementar prácticas de desarrollo sostenible, y así poder minimizar los impactos adversos a los recursos naturales.

Por otra parte, hay que considerar que los caficultores deben adquirir un compromiso de desarrollar esta actividad con responsabilidad ambiental, con el apoyo de las diferentes entidades como ECOM, Rainforest Alliance, CAFÉ practices, FLO y/o Cooperativismo rural entre otras, con el fin de generar prácticas amigables con el ambiente buscando que el sector cafetero sea sostenible, disminuyendo la generación de impactos negativos.

Por otra parte, debido a que se han evidenciado pocas iniciativas y pocos resultados de investigación con respecto a otros impactos ambientales, analizando el caso en particular del impacto ocasionado por el uso de bolsas de polietileno para lo almácigos de café, las cuales

generalmente se convierten en un problema de residuos; sería importante indagar otras alternativas para su reemplazo empleando materiales biodegradables apoyándose en estudios realizados, brindando mayor importancia a este impacto ambiental.

De igual manera, otro caso en particular es la captura de carbono en las plantaciones de café, para lo cual sería conveniente realizar estudios donde se evalué la captura de emisiones de Carbono, aplicando ideas innovadoras que traerían beneficios a las comunidades cafeteras y aportarían un impacto positivo para el cuidado del medio ambiente.

### 5. CONCLUSIONES

Los aspectos ambientales identificados en cada uno de los estudios revisados representan oportunidades de mejora para el sector caficultor a nivel global y en Colombia, debido a que no existe una diferencia marcada entre los sistemas de producción en casos de estudio se podría generalizar, por eso, esta revisión proporciona un marco de referencia que ayuda a comprender cuales son los aspectos e impactos ambientales más significativos de la producción cafetera, y las diferentes medidas de manejo que se han implementado para reducirlos.

Basado en la presente revisión sistemática se deduce que los procesos en el sistema de producción de café que generan mayor impacto ambiental corresponden a: siembra, mantenimiento del cultivo y beneficio.

Analizando los impactos negativos en el componente ambiental generados por la producción de café, de acuerdo a lo manifestado anteriormente, se puede evidenciar que con respecto a los subproductos mucilago y pulpa generados en el proceso del beneficio del café, todavía no se realiza un aprovechamiento eficaz, generalmente son usados como fuentes de obtención de abono orgánico, sin embargo aunque ya se tienen estudios que pueden ser fuente para la obtención de biocombustibles no se encontraron muchos casos donde se haya implementado esta alternativa.

Se puede decir que los sistemas de producción de café también pueden aportar un impacto positivo

al medio ambiente mediante la implementación de sistemas agroforestales, proporcionando un hábitat favorable para las distintas especies de fauna específicas de cada lugar.

### 6. BIBLIOGRAFÍA

- Ayala López, L. C. (2021). Impacto ambiental generado por los cultivos de café de la finca santa rosa de El Socorro Santander.
- Camacho, W. A., Hernández, J. J. A., Herrera, N. M. R., Becerra, A. M. R., Suarez, H. J. P., Andrade, J. V., Cano, M. A. V., Cortes, Y. P. M., & Chavez, J. F. C. (2018). Determinación de la huella de carbono en el sistema de producción de café pergamino seco, de cuatro municipios del sur del departamento del Huila (Colombia). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(2), 109-120.
- CASTILLO, I. E. C. V. (s. f.). Evaluación de la sostenibilidad de la cadena de suministro agroindustrial de café en dos Municipios del Oriente de Cundinamarca.
- Chaparro, S. X. D., & Buenahora, E. R. V. (2013). Identificación del manejo de subproductos del beneficio del café en las fincas localizadas en la parte alta de la microcuenca La Sancoeta, Vereda Alto de Reinas, Socorro-Santander. *El Centauro*, 5(8), 19-30.
- Clavijo Ortiz, K. L. (2018). Evaluación de los impactos ambientales generados en los procesos de producción del café en las fincas campo alegre, el clavelito y mi tesoro de la vereda alto de reinas y el triunfo de la vereda la culebra del municipio del Socorro Santander. <http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/19999>.
- Díaz, D. N. P., Ramos, R. M. C., Leila, D., Abreu, R. C., & Gutiérrez, J. Á. V. (s. f.). Título: Impacto ambiental en el cultivo y procesamiento del café y su repercusión social. 22.

- Gómez-Anaya, J. A., Novelo-Gutiérrez, R., & Astudillo-Aldana, M. R. (2017). Efecto de las descargas domésticas y de beneficio de café sobre la calidad del agua y la diversidad de larvas de Odonata (Insecta) en un arroyo de bosque mesófilo de montaña en Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(2), 372-380.  
<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.03.004>
- Guhl, A. (2009). Café, bosques y certificación agrícola en Aratoca, Santander. *Revista de estudios sociales*, 32, 114-125.
- Leyva Valencia, F. A., & Livias Ostos, M. (2019). Estrategia para minimizar el impacto ambiental del cultivo de café (*Coffea arabica* L, var. Catimor) mediante el análisis de su ciclo de vida – Huánuco 2019. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50988>
- Macip-Ríos, R., López-Alcaide, S., & Muñoz-Alonso, A. (2013). Abundancia, uso de hábitat, microhábitat y hora de actividad de *Ameiva undulata* (Squamata: Teiidae) en un paisaje fragmentado del Soconusco chiapaneco. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(2), 622-629.  
<https://doi.org/10.7550/rmb.31752>
- Polo Murgueitio, Y. M. (2013). Análisis de factibilidad técnica, ambiental y financiera para la producción y comercialización de café sostenible por el grupo asociativo Robles del Macizo-corregimiento de Bruselas (municipio de Pitalito, Huila).
- Salazar Echeverry, H. M. (2013). Diagnóstico de la sostenibilidad ambiental de la producción de café en Colombia. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/1084>
- Sánchez, Á. R., Ulloa, K. H., & Marques, R. A. (2012). El impacto de la producción de café sobre la biodiversidad, la transformación del paisaje y las especies exóticas invasoras. *Ambiente y Desarrollo*, 16(30), 93-104.
- Sotto Rodríguez, K. D., Vargas Marín, L. A., & Fernández Cortés, Y. (2020). Impactos ambientales de la producción del café, y el aprovechamiento sustentable de los residuos generados.
- Torres Mejía, F. (2011). Modelo de Manejo y Proceso de los subproductos de la Industria Cafetalera de Honduras para la producción de Energía Renovable Management and Process Model of the by-products of the Coffee Industry of Honduras for the production of Renewable Energy. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12178.58563>
- Torres Mejía, F. (2020). Evaluación del Potencial Energético de los Desechos Generados en el Procesamiento del Café en Honduras. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10629.37602>.
- Trujillo, E. Y. U. (s. f.). IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROCESO DE BENEFICIO HÚMEDO DEL CAFÉ EN LA VEREDA DE TRES ESQUINAS - HUILA - COLOMBIA.
- Valencia, N. R., & Franco, D. A. Z. (s. f.). LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ: FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE.
- Verdugo Ojeda, Y. (2020). Manejo de los subproductos del beneficio de café en diez fincas de la vereda alto de reinas, el socorro-Santander.
- Wilches Cifuentes, M. (2014). Aplicación de análisis del ciclo de vida en la cadena agrícola del café para la generación de lineamientos de ventaja competitiva. Estudio de caso. instname:Universidad Piloto de Colombia. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/741>