



**ESTABLECIMIENTO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO
POTENCIAL DEL RESIDUO DE LA CEREZA DEL CAFÉ
GENERADO EN LA VEREDA “EL DIAMANTE” (CUNDINAMARCA)
COMO BIOCOMPOSITO, A PARTIR DE UNA REVISIÓN
SISTEMÁTICA**

1901-083

**Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, 2020**

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.



**ESTABLECIMIENTO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO
POTENCIAL DEL RESIDUO DE LA CEREZA DEL CAFÉ
GENERADO EN LA VEREDA “EL DIAMANTE” (CUNDINAMARCA)
COMO BIOCOMPOSITO, A PARTIR DE UNA REVISIÓN
SISTEMÁTICA**

Juan José Castro Mora

**Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental**

**Director:
Wilmar Alirio Botello Suárez**

**Línea de Investigación:
Gestión para el desarrollo urbano y rural para el mejoramiento de la calidad de
vida**

**Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, Colombia
2020**

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

Dedicatoria

*A Dios y mi madre por el apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de la carrera,
a mis docentes por las gratas experiencias de aprendizaje y finalmente a mis
compañeros, por enseñarme a desenvolverme en la vida.*

Agradecimientos

Agradezco infinitamente a la comunidad del municipio de (Venecia-Cundinamarca) por su colaboración, bondad y acogimiento para el desarrollo del proyecto. A mi director “Wilmar Alirio Botello Suárez” por su guía y paciencia para el desarrollo del mismo. Y por último a mi amiga “Nury Ángel Susa” por el apoyo incondicional y contacto con la vereda “El Diamante”.

Tabla de Contenido

<i>Resumen</i>	9
<i>Abstract</i>	9
<i>1. Introducción</i>	11
<i>2. Planteamiento del problema</i>	12
2.1 Pregunta problema	13
<i>3. Justificación</i>	14
<i>4. Objetivos</i>	15
4.1 Objetivos General	15
4.2 Objetivos Específicos	16
<i>5. Marco de Referencia</i>	16
5.1 Antecedentes	16
5.2 Marco conceptual	20
5.2.1 Biocomposito.....	20
5.2.2 Materiales sostenibles	21
5.2.3 Subproductos de café	22
5.3 Marco teórico	22
5.3.1 La investigación sistemática.....	22
5.3.1.1. Metodología de la revisión sistemática	23
5.3.2 El café	26
5.3.3 Sostenibilidad	31
5.3.4 Química verde	32
5.4 Marco normativo	34
5.5 Marco geográfico	36
5.5.1 Demografía.....	37
5.5.2 Análisis del clima	37
5.5.3 Factores y Efectos de contaminación en Venecia	38
5.5.4 Recolección de residuos	38
5.5.5 Economía.....	39
5.5.6 Vereda “El Diamante”	39

5.6	<i>Marco institucional</i>	40
5.6.1	Car Cundinamarca	40
5.6.2	Cealdes: Centro de Alternativa al Desarrollo.....	40
5.6.3	Alcaldía de Venecia oficina de servicio públicos.....	41
6.	<i>Metodología</i>	41
6.1	<i>Enfoque</i>	41
6.2	<i>Alcance</i>	42
6.3	<i>Diseño de la investigación</i>	42
6.4	<i>Fases de la investigación</i>	42
6.4.1	Fase de Diagnóstico	42
6.4.2	Fase de recolección de documentos, análisis y validación	43
6.4.3	Fase de evaluación y presentación de los resultados	44
7.	<i>Resultados</i>	44
7.1	<i>Resultados del objetivo específico 1.</i>	44
7.1.1	Descripción del área de estudio y visita técnica.....	44
7.1.2	Aplicación de encuestas	45
7.1.3	Proceso de cultivo del café en la vereda “El Diamante” y generación residuos 56	
7.1.4	Descripción de problemáticas asociadas al estado de las viviendas en la vereda “El Diamante”	57
7.2	<i>Resultados del objetivo específico 2.</i>	59
7.2.1	Búsqueda de información.....	59
7.2.2	Selección de protocolos	64
7.3	<i>Resultados del objetivo específico 3.</i>	67
7.3.1	Selección del protocolo unificado y química verde del proceso	67
8.	<i>Conclusiones</i>	77
9.	<i>Recomendaciones</i>	78
10.	<i>Bibliografía</i>	79
11.	<i>ANEXOS</i>	87
	Anexo 1. Árbol de problemas	87
	Anexo 2. Formato de la encuesta	88
	Anexo 3. Formato de entrevista	94

Tabla de Figuras

Figura 1 Clasificación de polímeros biodegradables.	21
Figura 2 Proceso de elaboración de una revisión sistemática	23
Figura 3 Ejemplo de evaluación del riesgo de sesgo de los artículos incluidos en una revisión.	25
Figura 4 Morfología de la planta de café.	27
Figura 5 Proceso productivo del café.....	31
Figura 6 Ubicación de la vereda el Diamante- Venecia.....	37
Figura 7 Metodología objetivo 1. Diagnosticar la generación y manejo del residuo de cáscara de la cereza del café en la vereda el Diamante	43
Figura 8 Metodología del objetivo 2. Analizar por medio de una revisión sistemática alternativas de aprovechamiento de cáscara de la cereza de café para la obtención de biocomposito.....	44
Figura 9 Elemento tipo Likert: Código de color, escala numérica y categoría. Herramienta de análisis basada en los principios de la Química Verde.	45
Figura 10 Metodología del objetivo 3. Evaluar a partir de los principios de la química verde el proceso de elaboración de un biocomposito basado en los residuos de la cereza del café.	46
Figura 11 Vereda El Diamante y las zonas cultivadas con café.	44
Figura 12 Mapa de la Vereda el Diamante y coordenadas de la Finca Los Ángeles. Relación de la cercanía de la vereda con el pueblo de Venecia.	45
Figura 13 Edad de los habitantes de la vereda El Diamante	46
Figura 14 Tipo de vivienda.....	46
Figura 15 Tiempo de permanencia en la vivienda.	46
Figura 16 Actividad principal realizada por los habitantes de la vereda	47
Figura 17 Eliminación de desechos sólidos (bolsas, frascos, entre otros)	47
Figura 18 Residuos orgánicos producidos tras la cosecha	47
Figura 19 Identificación de materiales de construcción de las viviendas	48
Figura 20 Identificación de materiales de construcción del techo.....	48
Figura. 21 Residuos de la cereza del café en el proceso de beneficio, Vereda el Diamante.....	55
Figura. 22 Procesos en el cultivo del café y sus residuos.	56
Figura 23 Software de Zotero para el almacenamiento y organización de la información sobre el aprovechamiento de los residuos de la cereza del café.	60
Figura 24 Protocolo para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café.....	66
Figura 25 Escala numérica tipo Likert para la evaluación de protocolo para la elaboración de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café.....	68
Figura 26 Protocolo para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café evaluado bajo los principios de la química verde	72
Figura 27 Evaluación total del protocolo para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café.	73

Figura 28 Estrella verde obtenida para el proceso de obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café evaluado bajo los principios de la química verde.	76
---	----

Tabla de tablas

Tabla 1 Construcción de pregunta PICO.....	14
Tabla 2 Pregunta PICO	24
Tabla 3 Corte longitudinal de la cereza de café y su composición.....	27
Tabla 4 Factores y efectos de la contaminación del agua en Venecia Cundinamarca.....	38
Tabla 5 Fórmulas para interpretación de los resultados de la evaluación bajo los principios de la química verde y la estrella verde	45
Tabla 6 Porcentaje y su equivalencia de acercamiento verde	46
Tabla 7 Matriz de variables	47
Tabla 8 Triangulación de los resultados de la entrevista a caficultor de la vereda El Diamante para conocer los procesos de cultivo, beneficio y comercialización del café	49
Tabla 9 Viviendas de la vereda El Diamante	57
Tabla 10 Investigaciones seleccionadas con su nivel indexación y categoría.....	60
Tabla 11 Categorización para consolidar el protocolo para elaborar el biocomposito.....	65
Tabla 12 Justificación de la evaluación del protocolo para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café.....	69
Tabla 13 Evaluación a través de los índices verdes al protocolo para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café.....	73
Tabla 14 Promedio de los puntajes a los principios evaluados en el protocolo para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café.	74
Tabla 15 Porcentaje de cumplimiento del proceso para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café determinado bajo los principios de la química verde.....	74
Tabla 16 Parámetros para la construcción de Estrella verde.....	76

Resumen

La vereda “El Diamante” (Venecia, Cundinamarca), se dedica principalmente a la producción de café, que genera residuos y subproductos, considerados una fuente de contaminación ambiental y un riesgo sanitario para la población. Este estudio tuvo como objetivo establecer, a partir de una revisión sistemática, una alternativa para el aprovechamiento de los residuos de la cereza del café generados en la vereda “El Diamante”. Dicha alternativa fue evaluada considerando los principios de la química verde. Para ello, se realizó una visita diagnóstica a la vereda, identificando la inadecuada disposición de los residuos sólidos como abono, sin ningún proceso de tecnificación, generado la acidificación del suelo. También, se evidencio la precariedad de las viviendas del sector. Con base en esto, se desarrolló la revisión sistémica de literatura científica, para establecer un protocolo del uso potencial del residuo de la cereza del café. Se desplegó una metodología con enfoque mixto, un alcance exploratorio y diseño documental, dividida en tres fases: diagnóstico, análisis de documentos y evaluación. Que permitió elaborar un protocolo integrado para la obtención del biocomposito, identificando su potencial uso como refuerzos de hormigón. Tras evaluar el protocolo, se obtuvo con escala Likert “muy buen acercamiento verde” y con la estrella verde 80% de acercamiento a lo verde. Según la evaluación, es posible realizar un mejor aprovechamiento de los residuos de café por parte de la comunidad, y una de las alternativas potenciales es el biocomposito para refuerzos de hormigón que cumple con la mayoría de los postulados de la química verde.

Palabras claves: Cascara de café, Biocomposito, Química verde, Revisión sistemática

Abstract

The village of "El Diamante" (Venice, Cundinamarca), is mainly dedicated to coffee production, which generates waste and by-products, considered a source of environmental pollution and a health risk for the population. The objective of this study was to establish, based on a systematic review, an alternative for the use of coffee cherry waste generated in the "El Diamante" trail. This alternative was evaluated considering the principles of green chemistry. A diagnostic visit was made to the coffee plantation, identifying the inadequate disposal of solid waste as fertilizer, without any technical process, which generated soil acidification. Also, the precariousness of the housing in the sector was evident. Based on this, a systemic review of scientific literature was developed, to establish a protocol for the potential use of coffee cherry waste. A methodology with a mixed approach, exploratory scope and documentary design was deployed, divided into three phases: diagnosis, document analysis and evaluation. This allowed the development of an integrated protocol for obtaining the biocomposite, identifying its potential use as concrete reinforcement. After evaluating the protocol, it was obtained with Likert scale "very good green approach" and with the green star 80% of approach to the green. According to the

evaluation, it is possible to make better use of the coffee waste by the community, and one of the potential alternatives is the biocomposite for concrete reinforcements that complies with most of the green chemistry postulates.

Keywords: Coffe husk, Biocomposite, Green chemistry, Systematic review

1. Introducción

Según la Organización Internacional de café (ICO), en el 2018 la producción de café en los países exportadores fue 168,09 millones de sacos de 60 kilogramos (Organización internacional del café, 2018). En Colombia, según el informe de la Federación Nacional de Cafeteros, la cosecha de café para el 2019 llegó a 14,8 millones de sacos (Federación nacional de cafeteros de Colombia, 2019). La producción de café genera una gran variedad de residuos y subproductos. En Colombia, uno de los principales productores a nivel mundial, se estima que por cada 600 mil Toneladas de café verde producido, se generan aproximadamente 375 mil Toneladas de residuos, los cuales constituyen un potencial riesgo ambiental y sanitario, en caso de no ser tratados o estabilizados apropiadamente (Federación nacional de cafeteros de Colombia, 2019). En Cundinamarca se da una producción de más de 400 mil sacos de 60 kilos de café verde, Por eso, Cundinamarca ocupa el octavo lugar en la producción nacional de café (Gobernación de Cundinamarca, 2015).

La vereda “El Diamante” que está ubicada en el municipio de Venecia – Cundinamarca, sus sistemas productivos se dan principalmente en minifundios (Despacho Municipal de Venecia, 2016), tiene como actividad económica principal la agricultura de café y banano. Alrededor del 28% de territorio de la vereda presenta cultivos de café en los que se evidencia poco aprovechamiento de los residuos agrícolas producto de la cosecha y beneficio del café. Se estima que en esta zona, la producción de un kilo de café equivale al 20% del total del café en cereza, y el 75% corresponde a subproductos orgánicos, conformados por residuos sólidos y agua residual. Los residuos sólidos generalmente se disponen como biomasa de manera inadecuada (Abril & Navarro, 2012), produciendo abono sin tecnificación, lo que provoca, según Román, Martínez, & Pantoja (2013) la acidificación del suelo.

Es importante mencionar que los trabajos realizados y publicados de la vereda “El Diamante” son escasos y no se registra información bibliográfica sobre el aprovechamiento de los residuos del café. El biocomposito, es un material constituido de polímeros naturales/biofibras y derivados del petróleo no biodegradables (PP, PE) o polímeros biodegradables (PLA, PHA). Los biocompositos derivados de la fibra vegetal (natural/biofibras) y cultivo/plástico biodegradable (biopolímero/bioplástico) son probables para ser más ecológicos y dichos compuestos se denominan como compuestos verdes (John, M., & Thomas, S., 2008).

En los antecedentes base para el desarrollo de la investigación se encontró que, las investigaciones relacionadas con la revisión sistemática muestran una estrategia metodológica común. Si bien la revisión sistemática está relacionada directamente con el campo de la salud, es posible encontrar otros temas relacionados con las ciencias que ha realizado este tipo de investigaciones, aunque son escasas. Por otro lado, las investigaciones en torno al aprovechamiento del café o de los residuos, aunque no son abundantes si son innovadoras; este campo se ha venido explorando en los últimos años y es posible encontrar, no solo para Colombia, investigaciones que mitiguen el impacto generado por los residuos de café y aporten a la sostenibilidad del ambiente.

En relación con la evaluación de los procesos, la química verde bajo sus principios genera estrategias como la estrella verde, que permite establecer el impacto de procesos llevados a cabo en diferentes adelantados.

En el presente estudio se tomó la revisión sistemática como estrategia para elaborar un protocolo que contribuya de manera social y ambiental a la comunidad, puesto que el café tiene una composición rica en carbohidratos, proteínas, aceites y compuestos antioxidantes relevantes para la industria que no son explotados (Charis M. Galanakis, 2017), y al proponerse un biocomposito con potencial aplicación a la construcción sostenible aportaría al plan de desarrollo, en uno de sus programas denominado *Venecia vive con dignidad* que de acuerdo con el Despacho Municipal de Venecia (2016) tiene como objetivo mejorar la calidad de viviendas.

En este sentido, esta investigación se desarrolló bajo el enfoque mixto, dado que el proyecto se caracterizó por la triangulación de información con datos cuantitativos y cualitativos en aras de una mayor validez; como los obtenidos a través de la entrevista y encuestas. Además, se usaron datos y resultados cuantitativos y cualitativos para contrarrestar las debilidades del protocolo, examinar los procesos de forma holística bajo los principios de la química verde. El alcance fue exploratorio ya que se obtuvo información sobre la posibilidad de elaborar un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café. Para el desarrollo de la investigación se estableció un diseño documental, El desarrollo del proyecto de investigación se dividió en 3 fases i) fase de diagnóstico, la cual permitió la construcción y validación de cada una de las actividades dentro de las fases de manera estructurada y lógica. ii) Fase de recolección de documentos, análisis y validación y iii) Fase de evaluación y presentación de los resultados.

Como resultado se obtuvo el diagnóstico a la vereda “El Diamante” (Venecia - Cundinamarca) donde se estableció el tipo de residuos más abundante de la zona y poco aprovechado, además, conocer las características de las viviendas, que requieren mejoras, lo que permitió encaminar la búsqueda en un biocomposito de cemento a partir de los residuos de la cereza de café. El segundo resultado importante fue la obtención de un protocolo a partir de la revisión sistemática y en general la aplicación de su metodología, como la elaboración de pregunta PICO, los métodos de búsqueda y las bases de datos seleccionadas que permitió obtener 21 investigaciones, las cuales se organizaron y categorizaron, a través del software Zotero y matriz en Excel, para obtener 4 investigaciones claves.

Finalmente se evaluó el protocolo para la elaboración de un biocomposito basado en los residuos de la cereza del café a partir de los principios de la química verde. El presente estudio constituye un aporte al estudio de las estrategias encaminadas a optimizar el uso de residuos derivados del procesamiento del café, como materias primas para la elaboración de materiales sostenibles, útiles para la solución de problemáticas de la región, específicamente de zonas productoras, particularmente de la vereda “El Diamante” (Venecia - Cundinamarca).

2. Planteamiento del problema

La producción de café genera una gran cantidad de residuos y subproductos. Se estima que por cada 10 millones de sacos de 60 kilos de café verde que se producen en Colombia,

la pulpa y el mucílago obedece al margen de 373 mil toneladas (Botero, 2016), siendo este un subproducto de baja calidad económica para el productor y que se considera un desecho.

En la vereda “El Diamante” alrededor del 28% del territorio presenta cultivos en los que se evidencia que los residuos agrícolas producto de la cosecha y beneficio del café no están siendo aprovechados sosteniblemente. Se estima que en esta zona, la producción de un kilo de café equivale al 20% del total del café en cereza, y el 75% corresponde a subproductos orgánicos, conformados por residuos sólidos y agua residual. Los residuos sólidos generalmente se disponen como biomasa de manera inadecuada (Abril & Navarro, 2012), produciendo abono sin tecnificación, lo que provoca según Román, Martínez, & Pantoja (2013) la acidificación del suelo, con aumento de la demanda bioquímica de oxígeno en cuerpos de agua por encima de 2 500 mg/L, disminución del pH y presencia de sólidos en suspensión que neutralizan la iluminación solar (Beyra et al., 2015). Esto genera impactos como la erosión, la contaminación atmosférica, acumulación de residuos sólidos, corrientes de agua sin ningún tratamiento, aumento de la carga de sólidos totales, generación de olores y cambios en los componentes químicos del agua (Trujillo, 2016).

La falta de estrategias en educación ambiental relacionadas con la cosecha y beneficio del café (Farfán, 2007), se ha observado de dos maneras principalmente: Por un lado, los productores de café no llevan a cabo procesos en los que se haya estimado la química verde, lo que los hace poco sostenibles; y por el otro, al revisar los planes para la implementación del Plan de Gestión Integral de residuos sólidos (PGIRS) (Consorcio PGIRS Cundinamarca, 2016) se puede afirmar que no se estipulan protocolos o estrategias para el aprovechamiento de residuos.

Es por esto, que el uso inadecuado de los residuos de la cereza del café impide su aprovechamiento y por tanto, el probable mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la zona, teniendo en cuenta que se evidenció en la vereda El Diamante viviendas con necesidad de mejora, que pueden mejorarse con el potencial uso de los residuos de café. Basado en estas problemáticas, el reto que se propuso este proyecto desde la ingeniería ambiental es dar un aporte a la construcción de una sociedad verdaderamente sostenible (Miyatake, 1996), que reconozca su responsabilidad sobre el deterioro del ambiente y que emprenda acciones reales como la construcción sostenible y el aprovechamiento de residuos agrícolas que hacen parte de la cotidianidad de los habitantes de la vereda “El Diamante” (Ver anexo 1).

2.1 Pregunta problema

¿Qué lineamientos debe seguir un protocolo para la evaluación del potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El Diamante” como biocomposito a partir de una revisión sistemática?

Tabla 1 Construcción de pregunta PICO

P	Población	Habitantes de la vereda el Diamante (Venecia-Cundinamarca) que cuentan con pocas alternativas para el aprovechamiento de los residuos de la cereza del café.
I	Intervención	Protocolo para la obtención de biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café.
C	Comparador	Evaluación de protocolo basada en los principios de la química verde.
O	Outcome (desenlace)	Establecer el impacto de biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café.

Fuente: (Beltrán, 2005) Elaboración: Autor 2020.

3. Justificación

Los subproductos derivados del procesamiento de los frutos y granos de café pueden considerarse como potenciales ingredientes funcionales para la industria, pues estos tienen una composición rica en carbohidratos, proteínas, aceites y compuestos antioxidantes, relevantes para diversas aplicaciones en el sector energético, farmacéutico, alimenticio, ambiental y de ingeniería entre otros (Charis M. Galanakis, 2017). A pesar de las ventajas que representa el aprovechamiento de este recurso, en las zonas rurales productoras de café de Colombia, este valioso recursos es ampliamente desaprovechado, y usualmente se emplea para actividades escasamente tecnificadas que no reducen su impacto al ambiente (Montilla et. al., 2008). Consecuentemente, el aprovechamiento de estos subproductos como materias primas tiene el potencial de reducir el riesgo por el manejo de sustancias peligrosas, la acumulación de residuos, y acciones que impacten tanto a la sociedad como a la naturaleza (Esquivel, P. & Jiménez, V. M., 2012), tales como el posible uso de estos residuos como fibras de refuerzo en unidades habitacionales. Consecuentemente, el desarrollo de protocolos que permitan la potencial aplicación de los residuos generados en la industria del café representa una gran oportunidad para las regiones productoras, en relación a la posibilidad de generar valor agregado a sus productos, solventar necesidades propias del proceso, o dar solución a problemáticas propias de las comunidades que dependen de dicha actividad. En Colombia la cosecha de café es un proceso que comienza con la recolección manual de los frutos maduros, característica que produce un café de alta calidad, muy estimada por los consumidores. No obstante, dado el gran volumen de residuos producidos, las actividades de procesamiento pueden llegar a generar un alto grado de contaminación ambiental (Montilla et. al., 2008), ya que los residuos sólidos generalmente se disponen como biomasa de manera inadecuada (Abril & Navarro, 2012), produciendo abono sin tecnificación, lo que provoca según Román, Martínez, & Pantoja

(2013) la acidificación del suelo, con aumento de la demanda bioquímica de oxígeno en cuerpos de agua por encima de 2 500 mg/L, disminución del pH y presencia de sólidos en suspensión que neutralizan la iluminación solar (Beyra et al., 2015). Esto genera impactos como la erosión, la contaminación atmosférica, acumulación de residuos sólidos, corrientes de agua sin ningún tratamiento, aumento de la carga de sólidos totales, generación de olores y cambios en los componentes químicos del agua (Trujillo, 2016).

Asimismo, debido a que más del 50% de la fruta del café es liberada como un residuo industrial, parece muy factible el aprovechamiento de este material para obtener un valor agregado (Esquivel, P. & Jiménez, V. M., 2012). Por lo que se requiere el uso de estrategias que no sólo impliquen un beneficio económico, sino que eviten la sobreexplotación de los recursos naturales y la alteración de ecosistemas. Es por esto que, proponer un uso eficiente para el subproducto de cáscara de cereza del café es una alternativa para su aprovechamiento, el cual puede ser evaluado a nivel ambiental, mediante la estimación de la química verde, con la finalidad de aportar acciones realmente sustentables. La vereda “El Diamante” (Cundinamarca), representa una de las regiones productoras de café que no hace uso eficiente de los subproductos y residuos generados durante su cosecha y procesamiento. Algunos de los obstáculos que imposibilitan su aprovechamiento se relacionan principalmente con la falta de tiempo, habilidades y recursos para identificar, evaluar e interpretar esta evidencia e incorporar una propuesta que posibilite transformar dichos residuos en productos que ofrezcan soluciones de tipo económico o social.

Por lo anteriormente descrito, en la presente investigación se propuso hacer una revisión sistemática para identificar y establecer un protocolo para la elaboración de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café producidos en la vereda “El Diamante”, y luego presentar una propuesta accesible basada en los criterios de la química verde, que ofrezca una solución sostenible a una problemática específica de la comunidad, por ejemplo la mejora de viviendas de la población.

La revisión sistemática del protocolo ofrece herramientas para contribuir social y ambientalmente a la comunidad, y al proponerse un biocomposito con potencial aplicación a la construcción sostenible aportaría al plan de desarrollo, en uno de sus programas denominado *Venecia vive con dignidad* que de acuerdo con el Despacho Municipal de Venecia (2016) tiene como objetivo mejorar la calidad de viviendas. Lo anterior debe abordarse desde la "sostenibilidad" ya que el uso de fibras agrícolas procedentes de los residuos orgánicos de la cereza del café para la producción de un biocomposito sería un gran incentivo para que los agricultores de la vereda El Diamante se beneficien e impacten socialmente y ambientalmente el nivel de vida de los venecianos debido al aprovechamiento de la cadena agroindustrial del café y al aportar en la construcción sostenible que causa impactos ambientales directos e indirectos (Miyatake, 1996).

4. Objetivos

4.1 *Objetivos General*

Establecer un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda El Diamante (Venecia-Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

4.2 *Objetivos Específicos*

- Diagnosticar la generación y manejo del residuo de cáscara de la cereza del café en la vereda “El Diamante” (Venecia - Cundinamarca).
- Analizar información sobre alternativas de aprovechamiento de cáscara de la cereza de café como potencial de biocomposito.
- Seleccionar un protocolo para la elaboración de un biocomposito basado en los residuos de la cereza del café, con base a alternativa más relevante para el área de estudio, considerando los principios de la química verde.

5. Marco de Referencia

5.1 *Antecedentes*

Como parte fundamental de la investigación se encuentra la revisión de antecedentes que permitirá reforzar los argumentos en cuanto a la pertinencia e importancia del presente estudio. Además, esta revisión permite establecer los fundamentos del proyecto, frente a trabajos desarrollados y que se relacionen con los conceptos clave del mismo.

De esta manera, luego de una revisión en diferentes bases de datos y con el uso de palabras clave para la búsqueda, se seleccionaron las siguientes investigaciones como esenciales, ya que por un lado permiten identificar componentes y estrategias para llevar a cabo la revisión sistemática, en relación al aprovechamiento de los residuos del café en general y la elaboración de biocomposito en Colombia.

Green coffee seed residue: A sustainable source of antioxidant compounds escrito por A.C.C.M. Castro, F.B. *et al.* Este trabajo establece que la extracción de aceite de las semillas de café verde genera una masa residual que es descartada por la agroindustria y que no ha sido estudiada previamente. Los metabolitos secundarios bioactivos del café incluyen compuestos fenólicos antioxidantes, como los ácidos clorogénicos. Las semillas de café también contienen cafeína, una metilxantina de importancia farmacéutica. El extracto de residuos mostró potencial antioxidante en ensayos de DPPH (Radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo), ABTS (sal de diamonio del radical catiónico 2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)) y piranina y baja citotoxicidad. Por lo tanto, el residuo de aceite de café tiene un gran potencial para su uso como materia prima en suplementos dietéticos, productos cosméticos y farmacéuticos, o como fuente de compuestos bioactivos (Castro *et. al.*, 2018)

Thermal properties study of recycled espresso coffee capsules for biocomposite application escrita por Anne Shayene *et al.* El objetivo principal de este estudio consistió en separar el polipropileno (PP), principal componente de las cápsulas, y llevar a cabo el reciclaje mecánico de este material para utilizarlo como matriz de un biocomposito reforzado con fibras naturales. Para comprender la degradación térmica, el punto de fusión y el punto de cristalización, el material reciclado se caracterizó antes y después del proceso de reciclado mediante análisis termogravimétrico (TGA) y calorimetría de barrido diferencial (DSC) y se comparó con un PP virgen. Los resultados demostraron la viabilidad

del reciclado mecánico de las cápsulas de plástico para su futura reutilización en nuevos productos (Campos De Bomfim et. al., 2018)

Sostenibilidad en agroecosistemas de café de pequeños agricultores: revisión sistemática, escrito por Mónica María Machado Vargas y Leonardo Alberto Ríos Osorio. Plantea una metodología basada una búsqueda sistemática de literatura en las bases de datos *ScienceDirect*, *Springer Link* y *Scopus*, por sensibilidad, utilizando descriptores DeCS, por exhaustividad, utilizando descriptores no DeCS y por especificidad, utilizando la combinación mediante operadores booleanos de términos definidos de acuerdo con la pregunta de investigación. Emplearon una ruta general: [((coffee smallholder) AND indicator)) AND (agroecology OR sustainability)]. En las bases de datos *ScienceDirect*, *Springer Link* y *Scopus* se utilizaron los límites de tiempo. Las citas encontradas junto con su respectivo resumen se importaron al software de gestión de referencias *EndNote*, en el que se eliminaron las citas duplicadas entre las bases de datos. El protocolo de búsqueda fue aplicado por dos revisores de forma independiente, cuyas diferencias fueron analizadas y resueltas por mutuo acuerdo (Machado Vargas & Ríos Osorio, 2016).

La investigación llegó a la conclusión que en la literatura científica se encuentran dos modelos de evaluación de la sostenibilidad de sistemas de pequeños productores de café. Además, se evidencia la carencia de información tanto de las variables involucradas en la concepción de sostenibilidad a evaluar como de la serie de tiempo de los datos necesarios para conocer mejor esta condición (Machado Vargas & Ríos Osorio, 2016).

El impacto de la producción de café sobre la biodiversidad, la transformación del paisaje y las especies exóticas invasoras. Escrito por Rojas Sánchez, A., Hartman Ulloa, K., & Marques, R. El presente estudio es el resultado de una investigación sistemática en seis bases de datos de publicaciones académicas: *Ebsco Host Academic*, *ProQuest*, *ScienceDirect*, *ISI Web of Science*, *JSTOR* y *BioOne*. Se implementaron 16 criterios de búsqueda para los cuales se utilizó el operador booleano AND entre palabras clave como *Coffee*, *crops*, *plantations*, *biodiversity*, *landscape*, *Agroforestry*, *invasive species*, *fragmentation*. El objetivo del estudio fue describir de manera sintética el impacto de los sistemas de producción de café sobre el paisaje y la biodiversidad, incluyendo la introducción de especies exóticas invasoras, a nivel global y específico en Colombia. Como conclusión se establece que el efecto de la transformación del paisaje actúa como una reacción en cadena, la suma de los impactos locales logra alterar la biodiversidad a nivel global, los procesos ecológicos y climáticos, como también el ámbito socioeconómico, así mismo, se destacaron los beneficios del café con sombrero en la conservación de especies de flora y fauna nativas, ya que presenta características similares a las de los bosques que aún no han sido intervenidos por el hombre (Rojas Sánchez et. al., 2012).

La polinización en los sistemas de producción agrícola: revisión sistemática de la literatura escrito por Marta García, Leonardo Alberto Ríos Osorio, Javier Álvarez del Castillo. La metodología utilizada consistió en la búsqueda de publicaciones originales en cinco bases de datos *Web of Science*, *Scopus*, *ScienceDirect*, *JSTOR* y *PubMed*, por sensibilidad utilizando descriptores DeCS, por exhaustividad utilizando descriptores no DeCS, y por especificidad mediante la combinación de términos a través de operadores booleanos, su filtrado por criterios de inclusión y exclusión, y la posterior añadidura de literatura gris (García et. al., 2016).

Los resultados de la revisión sistemática mostraron una cierta tendencia a la realización de investigaciones basadas en el inventariado de polinizadores y la obtención de medidas de diversidad, riqueza y/o abundancia, así como una predominancia de trabajos en los que, más allá de su objetivo principal, también trataban de evaluar los efectos de los distintos sistemas de manejo agrícola sobre la presencia y diversidad de estos organismos (García et. al., 2016).

Revisión sistemática: construcciones sostenibles escrita por Díaz Ruíz, Delfín. Es esta se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura de 7 documentos que incluyen tesis, artículos, guías y monografías producidas entre 1997 y 2018. La revisión sistemática utilizando la Biblioteca Virtual UPN, y en buscadores como Google Académico y las Bibliotecas Virtuales *Scopus*, *Web of Science*, *Scielo*, *Redalyc* y *Ebsco*. Los resultados han mostrado que los documentos seleccionados se identifican información relacionada a las construcciones sostenibles en el Perú. Se seleccionaron y analizaron los documentos más representativos para la investigación de construcciones sostenibles (Díaz et. al., 2018).

Producción de películas bioactivas de carboximetilcelulosa enriquecidas con aceite de café verde y sus residuos escrita por Oscar Lombo Vidala et. al. Donde se obtuvieron películas a base de carboximetilcelulosa (CMC) incorporando aceite de café verde (GCO) y extractos hidroalcohólicos de sus residuos. Durante el estudio se identificaron ocho ácidos grasos y cuatro compuestos fenólicos principales mediante la espectrometría de masas de infusión directa de alta resolución en el GCO y los extractos de residuos. Las observaciones generales indicaron el potencial de estas películas, principalmente las que contienen CE, como material de envasado activo para aplicaciones alimentarias (Lombo Vidal et. al., 2020).

Biocompuestos celulares sostenibles de fibras naturales y resina de poliéster no saturada para aplicaciones en paneles de viviendas, escrita por Rigoberto Burgueño et al. Presenta un panorama general de un estudio encaminado a demostrar que las deficiencias de los biocompositos pueden superarse mediante diseños de materiales híbridos y configuraciones estructurales eficientes que los hagan adecuados para los componentes estructurales portadores de cargas. Las mezclas híbridas de fibras naturales y sintéticas pueden mejorar considerablemente las características de los biocompositos con un costo y un impacto ambiental mínimos, y los diseños celulares jerárquicos pueden maximizar la eficiencia de los materiales en los componentes estructurales. Los diseños de placas celulares periódicas y jerárquicas hechas de fibras naturales y resina de poliéster insaturada se evaluaron experimental y analíticamente (Burgueño et. al., 2005).

Proceso de sensibilización ambiental para el manejo de los residuos sólidos en la comunidad educativa del municipio de Venecia, Cundinamarca, propuesta como trabajo de grado por los autores Bastidas Pérez, Rosa Angélica, quienes plantean que el inadecuado manejo que se está proporcionando a los residuos sólidos ha acarreado serios problemas a nivel global. Con el incremento de la población y con los nuevos estilos de vida, la generación de residuos sólidos se ha incrementado y diversificado, debido a esto se debe involucrar a la comunidad en la construcción de un ambiente sano. La disposición final de los residuos sólidos, años atrás no era mayor problema en los municipios, ya que optan por la solución más sencilla, la cual era arrojar la basura en botaderos a cielo abierto o quemarla; este tipo de cosas no hacían parte de la planeación gubernamental para un buen vivir en comunidad, pero ahora es obligación de los gobiernos locales hacer una

disposición final adecuada, teniendo en cuenta que se deben disminuir los daños ambientales. Por esta razón nace la iniciativa de tomar la sensibilización ambiental en el manejo de residuos sólidos, como un instrumento para realizar una disposición adecuada de las basuras, dando inicio a esta iniciativa de reciclar y separar en la fuente, se tomó como población inicial a los alumnos de la institución educativa departamental Venecia, a partir de grado sexto hasta el grado undécimo, con el apoyo de los docentes de la institución, para con ello transmitir el conocimiento y hábitos de vida diferente que se pueden tomar para ayudar con el planeta (Bastidas, 2015).

Evaluación de un bioplástico de almidón de semillas de mango (Mangifera indica) con aplicación potencial en envases propuesto como trabajo de grado en donde se plantea la evaluación de un bioplástico hecho a partir del almidón residual de las semillas de mango (*Mangifera Indica*). Para esto, se llevó a cabo una visita técnica a la empresa Terracota pulpas y frutas para determinar la cantidad total de residuo que se genera. Posteriormente se procedió a extraer el almidón de dichas semillas. Una vez obtenido el almidón, se realizó el proceso de obtención de bioplástico, el porcentaje de rendimiento de obtención de los bioplásticos fue de 21,40% para el bioplástico de almidón, y 21,82% en el caso de los bioplásticos almidón y celulosa, la caracterización, de los espectros infrarrojos corroboró la presencia de los grupos funcionales presentes en las muestras de celulosa, glicerol, y almidón. El contenido de amilasa y amilopectina fue del 14,09% y del 85, 91%. La evaluación de los procesos involucrados en el proceso de obtención del bioplástico se llevó a cabo mediante la metodología Green Star, en la cual se determinó que el nivel de cumplimiento de diez principios de la química verde para el proceso de extracción del almidón fue del 87%, mientras que para el de obtención del bioplástico fue de 88% (Ortiz, 2019).

Como conclusión de los antecedentes revisados, es evidente que las investigaciones relacionadas con la revisión sistemática muestran una estrategia metodológica común, la cual consiste en la identificación de palabras clave, que son buscadas en bases de datos específicas y con buscadores establecidos. Si bien la revisión sistemática está relacionada directamente con el campo de la salud, es posible encontrar estudios adaptados al área de ciencias e ingeniería, los cuales han realizado este tipo de investigaciones, aunque son escasas. Ahora bien, cabe resaltar que la metodología empleada en la revisión sistemática es interesante ya que permite hacer una revisión detallada de un tema específico, que puede ser el insumo y sustento para una investigación experimental. Por otro lado, las investigaciones en torno al aprovechamiento de los residuos de café, aunque no son abundante si son innovadoras. Este campo se ha venido explorando en los últimos años y es posible encontrar no solo para Colombia, investigaciones que mitiguen el impacto generado por los residuos de café y que a la vez sean o aporten a la sostenibilidad del ambiente. En relación con la evaluación de los procesos, la química verde bajos sus principios genera estrategias como la estrella verde, que permite establecer el impacto de procesos llevados a cabo en diferentes áreas (Ribeiro et al., 2010). Por último, es importante mencionar que los trabajos realizados y publicados de la vereda “El Diamante” son escasos y no se registra información bibliográfica sobre el aprovechamiento de los residuos del café.

5.2 *Marco conceptual*

En este marco conceptual se presentan los conceptos fundamentales para el desarrollo la revisión sistemática y el análisis de la información para establecer el protocolo para la elaboración de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café. Estos están conceptualizados desde fuentes primarias.

5.2.1 **Biocomposito**

Biopolímeros o sintéticos polímeros reforzados con fibras naturales o biológicas (denominados biocomposito). Los científicos están estudiando las diferentes posibilidades de combinar biofibras como el sisal, el lino, el cáñamo, el yute, plátano, madera y diversas hierbas con matrices de polímeros de recursos no renovables y renovables para formar materiales compuestos para hacer de la revolución de los biocompositos una realidad (Mohanty, Drzal & Misra, 2002).

Los biocompositos son materiales constituidos de polímeros naturales/biofibras y derivados del petróleo no biodegradables (PP, PE) o polímeros biodegradables (PLA, PHA). Esta última categoría, es decir, los biocompositos derivados de la fibra vegetal (natural/biofibras) y cultivo/plástico biodegradable (biopolímero/bioplástico) son probables para ser más ecológicos y dichos compuestos se denominan como compuestos verdes (John, M., & Thomas, S., 2008). El uso de biocompositos ha aumentado de forma continua, ya que pueden ser empleados en una gran variedad de sectores como industriales, agroindustriales, medicina y construcción, en los cuales se genera una conciencia sobre el medio ambiente según Ramos & Caro (2014) y se impulsa la construcción sostenible. Los biocompositos son una alternativa ecológicamente viable para el reemplazo de materiales compuestos convencionales como la fibra de vidrio y de carbono en la fabricación de componentes o partes de equipos, en donde su función puede o no requerir de unos valores de resistencia mecánica altos o pueden cumplir funciones de tipo estético. En estos materiales las fibras naturales actúan como refuerzo, permitiendo mejorar las propiedades mecánicas y térmicas del material (Espinosa et al., 2014).

Los recursos renovables más conocidos capaces de generar plásticos biodegradables son el almidón y la celulosa (Wilkinson, 2001). El almidón es uno de los materiales biodegradables menos costosos que existen hoy en día en el mercado mundial. Es un polímero versátil con un inmenso potencial para su uso en aplicaciones no alimentarias e industrias. La celulosa de los árboles y las plantas de algodón es un sustituto de las materias primas del petróleo para fabricar plásticos de celulosa. Los bioplásticos a base de proteína de soja y fibras naturales tiene el potencial de los plásticos rígidos y son utilizados en embalaje, almacenamiento y transporte (Tummala, Mohanty, Misra, & Drzal, 2003).

La historia de los plásticos reforzados con fibra comenzó en 1908 con la fibra de celulosa en los fenólicos, extendiéndose más tarde a la urea y la melanina y alcanzando el estatus de mercancía con los plásticos reforzados con fibra de vidrio. El mercado de los compuestos reforzados con fibra es ahora un negocio multimillonario (Material Thoughts, 2002). Los científicos del Centro de Biocompositos de la Universidad de Gales, en Bangor, están desarrollando envases de alta calidad para los productos, utilizando el almidón del

maíz y las patatas para abordar el problema de la eliminación de residuos de alto coste. Investigadores también están explorando los aspectos de la producción de plásticos a partir de limoneno, que es extraído de los cítricos. Los compuestos con biofibra reforzados están siendo promocionados como el material del milenio (John, M., & Thomas, S., 2008).

En la (Figura 1) se muestra una clasificación de los polímeros biodegradables en cuatro familias (Averous & Boquillon, 2004). Excepto la cuarta familia, de origen fósil, la mayoría de los polímeros (familia 1-3) se obtienen de recursos renovables (biomasa). La primera familia es la de los polímeros agrícolas (por ejemplo, los polisacáridos) obtenidos de la biomasa por fraccionamiento. La segunda y tercera familia son los poliésteres, obtenidos, respectivamente, por fermentación de biomasa o de plantas modificadas genéticamente (p.ej. PHA, polihidroxialcanoato) y por síntesis a partir de monómeros obtenidos de biomasa (p.ej. PLA, ácido poliláctico). Un gran número de estos polímeros biodegradables (biopolímeros) están disponibles comercialmente. Presentan una amplia gama de propiedades y pueden competir con los polímeros no biodegradables en diferentes campos industriales (por ejemplo, el envasado) (John, M., & Thomas, S., 2008).

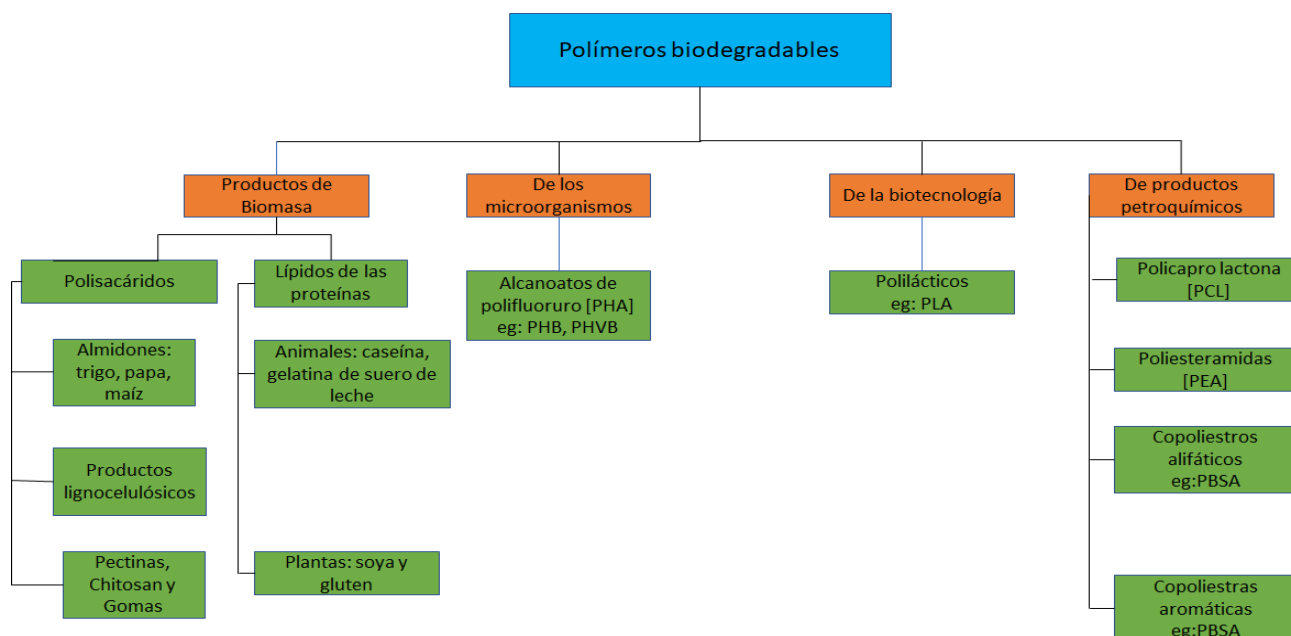


Figura 1 Clasificación de polímeros biodegradables.

Fuente: Adaptado de (John, M., & Thomas, S., 2008)

5.2.2 Materiales sostenibles

El Análisis del Ciclo de Vida de un material (ACV), se basa en la definición y delimitación del sistema, la cuantificación de la entrada y salida de materia y energía, que generan impacto en el medio ambiente y la evaluación de dichos impactos. Asimismo, realiza la interpretación donde se hacen las conclusiones y las recomendaciones acerca de las fases del producto donde el impacto ambiental es más crítico y, por tanto, que puntos

del sistema son susceptibles a mejorarse (Romero, 2003). Es así como para lograr que un material sea realmente sostenible, se debe tener en cuenta cada uno de los procesos por los que pasa, desde la extracción de la materia prima, el transporte requerido en cada etapa, los procesos de transformación de la materia, la forma de uso del material, su disposición luego de acabar su vida útil, su capacidad de ser reciclado o reutilizado, entre otros (Acevedo, 2012).

5.2.3 Subproductos de café

En la agroindustria del café solamente se utiliza el 9,5% del peso total del fruto en la preparación de bebidas y el 90.5% son subproductos que tienen una composición rica en carbohidratos, proteínas, aceites y compuestos antioxidantes relevantes para la industria que no son explotados (Charis M. Galanakis 2017), y son vertidos a los cuerpos de aguas disminuyendo la posibilidad de vida de los ecosistemas, o se realiza un almacenamiento en la época de recolección y luego son retirados de estas instalaciones entrando a contaminar el suelo; se calcula que aproximadamente son vertidos a campo abierto dos millones de toneladas de pulpa y 420.000 toneladas de mucílagos que bien podrían incrementar la cadena de valor en los sistemas productivos y así reducir el impacto ambiental real. Estos residuos pueden utilizarse para producir concentrados para piensos, fertilizantes, compost, biogás, proteína unicelular, tableros de partículas y energía (Charis M. Galanakis, 2017).

5.3 Marco teórico

En este marco teórico se presenta los fundamentos tenidos en cuenta para la revisión sistémica y la obtención de protocolo para elaborar un biocomposito para aprovechamiento de los residuos de la cereza de café, los cuales son necesarios para entender la perspectiva en la que se desarrolló este trabajo de grado. Estos, están organizados de lo general a lo particular, empezando con información sobre la revisión sistemática, seguido de algunas propiedades y características del café y su cultivo, así como la descripción de la sostenibilidad, las viviendas sostenibles y los principios de la química verde, que serán el insumo para la evaluación del protocolo establecido en la metodología.

5.3.1 La investigación sistemática

Hace referencia a resúmenes claros y estructurados de la información disponible orientada a responder una pregunta específica. Poseen un proceso de elaboración estructurado que comienza con el planteamiento de una pregunta específica, con los cuales se realizará la búsqueda en las bases de datos. Una vez obtenida la información se deben seleccionar los artículos y, a partir de los seleccionados, se obtendrán los datos y se realizarán los análisis críticos y estadísticos de la información, finalmente exponiendo los resultados del trabajo. Las revisiones sistemáticas se caracterizan por tener y describir el proceso de elaboración transparente y comprensible para recolectar, seleccionar, evaluar críticamente y resumir toda la evidencia disponible con respecto a la efectividad de un tratamiento, diagnóstico, pronóstico (Higgins & Green, 2011).

El propósito de las revisiones sistemáticas es minimizar sesgos mediante la aplicación de métodos sistemáticos y explícitos. Las revisiones sistemáticas se adhieren al precepto de que la ciencia es acumulativa, y facilita las decisiones al tener en cuenta toda la evidencia del efecto de una intervención (Higgins & Green, 2011).

Una revisión sistemática tiene como objetivo reunir toda la evidencia empírica que cumple unos criterios de elegibilidad previamente establecidos, con el fin de responder una pregunta específica de investigación. Utiliza métodos sistemáticos y explícitos, que se eligen con el fin de minimizar sesgos, aportando así resultados más fiables a partir de los cuales se puedan extraer conclusiones y tomar decisiones (Antman et al. 1992, Oxman 1993). Los elementos fundamentales de una revisión sistemática son: Un conjunto de objetivos claramente establecidos, con criterios de elegibilidad de estudios previamente definidos. Una metodología explícita y reproducible (Figura 2). Una búsqueda sistemática que identifique todos los estudios que puedan cumplir los criterios de elegibilidad. Una evaluación de la validez de los resultados de los estudios incluidos, por ejemplo, mediante la evaluación del riesgo de sesgos. Una presentación sistemática y una síntesis de las características y resultados de los estudios incluidos. Muchas de las revisiones sistemáticas contienen metanálisis. El metanálisis consiste en la aplicación de métodos estadísticos para resumir los resultados de estudios independientes (Glass, 1976). Al combinar la información de todos los estudios relevantes, el metanálisis puede obtener estimaciones más precisas de los efectos sobre la atención sanitaria que las derivadas de los estudios individuales incluidos en una revisión. También permite investigar la consistencia de la evidencia entre estudios y explorar las diferencias entre estudios basados en una metodología clara y secuencial como se evidencia en la (Figura 2) (Higgins & Green, 2011).

5.3.1.1. Metodología de la revisión sistemática

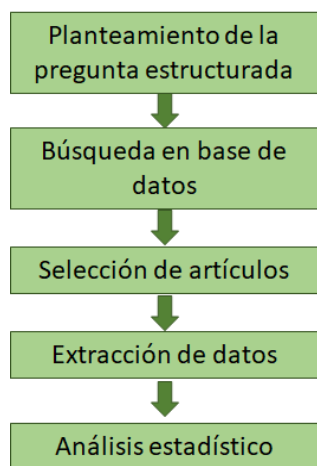


Figura 2 Proceso de elaboración de una revisión sistemática

Fuente: Adaptado de (Higgins & Green, 2011)

En la metodología antes mencionada es de gran importancia el planteamiento de la pregunta estructurada. Toda búsqueda de información parte con la aparición de una

incógnita. Dicha pregunta debe ser clara y precisa y debe estar conformada por cinco elementos esenciales (Higgins & Green, 2011).

- Población: definición de un grupo determinado de la población según factores como: edad, sexo, raza o la presencia de una condición especial de interés.
- Intervención: procedimiento que se desea estudiar.
- Comparación: intervención o ausencia de la misma con la que se comparará.
- Outcome: evento clínico o desenlace de la intervención en estudio.

Tabla 2Pregunta PICO

P	Población
I	Intervención
C	Comparador
O	Outcome (desenlace)

Fuente: Adaptado de (Higgins & Green, 2011)

Lo anteriormente mencionado corresponde al enfoque PICO y permite estructurar de manera correcta la pregunta y definir los conceptos con los que se realizará la búsqueda (Moreno et. al., 2018).

5.3.1.2. Búsqueda en base de datos.

En primer lugar, se deben definir los criterios de elegibilidad de acuerdo al enfoque PICO y el tipo de estudios que serán incluidos. A continuación, se debe explicitar la estrategia de búsqueda que se ejecutará para realizar la detección de artículos atingentes a la pregunta PICO, así como dónde se llevará a cabo esta búsqueda, estableciendo a priori, la metodología de investigación y facilitando la reproducibilidad del trabajo. Es recomendable utilizar términos de múltiples formas para referirse a la misma situación, a fin de captar el mayor número de trabajos potencialmente elegibles, bases de datos como MEDLINE o EMBASE ofrecen herramientas como los términos MeSH o EMTREE, los cuales reúnen diferentes términos que se refieren al mismo concepto en la literatura. Con los términos anteriormente definidos se debe realizar la búsqueda de artículos atingentes a la pregunta clínica. La búsqueda, debe ser realizada a lo menos por dos participantes independientes, de manera que sea un proceso lo más objetivo posible y se disminuya al máximo la posibilidad de sesgos. Los resultados obtenidos de la búsqueda deben ser expuestos en forma clara. La búsqueda debe ser realizada en bases de datos electrónicas, de forma manual en revistas, en literatura gris e incluso con expertos en el área, de manera que no se omita información (Moreno et. al., 2018).

5.3.1.3. Selección de los artículos.

La selección inicial se realiza en base a los resúmenes y títulos de la información disponible identificando los artículos potencialmente elegibles. Si durante el proceso existe

alguna discrepancia entre los participantes, se debe llegar a un consenso u otro participante debe ayudar a dirimir. Una vez definidos, se analizan en su totalidad y por completo los artículos seleccionados y se realiza una selección final a través de criterios de inclusión que permiten analizar críticamente los artículos y así obtener los que respondan claramente la pregunta clínica planteada anteriormente. Resulta útil el uso de diagramas de flujo para presentar el proceso de selección de artículos, donde se especifica desde el número inicial de artículos potencialmente elegibles según la búsqueda realizada hasta los finalmente incluidos, especificando los motivos por los cuales se excluyeron los trabajos que no se consideraron finalmente. (Moreno et al., 2018).

5.3.1.4. Extracción de datos.

Una vez finalizada la selección de los artículos, se debe obtener de ellos toda la información atinente a la pregunta:

¿Cómo se realizó el estudio?, ¿Quiénes y cuántos participaron?, ¿Cuál fue la intervención?, ¿Cuáles fueron los resultados medidos?, ¿Cuáles fueron las fuentes de financiamiento?, etc.

Los datos deben ser tabulados en un formulario de recolección de datos. Además de los datos mencionados, se debe evaluar el riesgo de sesgo de los artículos, ya que las conclusiones de la revisión sistemática podrán ser válidas en la medida en que los estudios que la componen, llamados estudios primarios, sean confiables (Figura 3) (Moreno et al., 2018).

Autor 5	Autor 4	Autor 3	Autor 2	Autor 1	
?	?	?	?	?	Generación de la secuencia aleatoria (sesgo de selección)
?	?	?	?	?	Ocultamiento de la asignación (sesgo de selección)
?	?	?	?	?	Cegamiento de los participantes y personal (sesgo de funcionamiento)
?	?	+	+	?	Cegamiento de la evaluación del desenlace (sesgo de detección)
+	+	+	+	+	Seguimiento incompleto (sesgo de desgaste)
+	+	+	+	+	Reporte selectivo de resultados (sesgo de reporte)
+	+	?	+	+	Otros sesgos

Figura 3 . Ejemplo de evaluación del riesgo de sesgo de los artículos incluidos en una revisión.

Fuente: (Moreno et al., 2018)

5.3.1.5. Análisis estadístico en la revisión sistemática

Los resultados obtenidos en cada artículo estudiado pueden compararse y resumirse a través de análisis estadísticos. En las revisiones sistemáticas el método más utilizado es el metanálisis, que corresponde a un análisis estadístico de los resultados de estudios independientes que generalmente intenta producir un estimador único del efecto de la intervención estudiada. La decisión de realizar o no un metanálisis en la revisión sistemática debe ser evaluada en cada caso y debe considerar el tipo y calidad de los datos obtenidos previamente en la revisión misma, ya que no siempre es favorable su realización

(Moreno et al., 2018). Debe considerarse que el fin último de la revisión sistemática es proveer una herramienta práctica para la toma de decisiones, por lo que la presentación de los resultados es crucial para su utilidad. Los resultados del metanálisis son graficados en un *forest plot* (o diagrama de bosque).

Ejemplo para el metanálisis de una revisión sistemática (Higgins & Green, 2011).

- Identificador del estudio: ya sea autor, nombre del estudio, año de publicación, etc. (A)
- Línea vertical de no efecto: es decir, el punto donde no existen diferencias entre los grupos que se están comparando. (B)
- Estimador puntual y su intervalo de confianza al 95% de cada estudio (C)
- Estimador puntual global y su intervalo de confianza al 95%, que corresponde al rombo observado al final del diagrama (D)
- Medidas de asociación utilizada y estimaciones puntuales exactas e intervalos de confianza de cada estudio en cifras (E)
- Peso de cada artículo incluido en el estudio, expresado en porcentaje (F)
- Test estadísticos y estadístico I² para evaluar la heterogeneidad (G)
- Una vez obtenidos los elementos del análisis estadístico de los artículos incluidos en la revisión, cada uno permite obtener conclusiones respecto a la información recopilada:
- El estimador global permite observar el resultado final de los estudios incorporados, favoreciendo una u otra intervención según el lado de la línea de no efecto en que se encuentre.
- Su intervalo de confianza permite establecer que tan exacto es el resultado y, por lo tanto, establece cierto grado de seguridad de dicho resultado;
- El peso de cada uno de los estudios entrega la información sobre qué artículo incorporado tiene mayor valor según su tamaño
- El test estadístico I², o el test de heterogeneidad utilizado, permiten observar que tan variables son los resultados de los estudios incorporados entre sí.
- De esta manera, podemos observar que cada elemento obtenido en el análisis estadístico de la revisión tiene un rol crucial y es necesario para establecer la aplicabilidad de ésta a la práctica clínica.

5.3.2 El café

El origen del café se sitúa en las montañas de Etiopía (Yemen, 850 d.C.). Esta planta se caracteriza por realizar autofecundación. Su cultivo está asociado a regiones con temperatura moderada, zonas tropicales y subtropicales. Algunas de las variedades de café son C. arábica poseedor del mayor interés comercial, otras variedades son la típica Cramer, la bourbon (B. Rodr.) Choussy, la caturra K.M.C., la culumnaris Ottotandr. Ex Cramer, la mokka Hort. Ex Cramer, y la xanthocarpa (Caminhoá) Froehner (Charis M. Galanakis, 2017).

En Colombia se encuentra principalmente *C. arábica*, luego de la siembra se requieren dos meses después de la germinación, para que la planta forme el primer par de hojas verdaderas y luego, en la fase de almácigo, la planta adquiere de 6 a 8 pares de hojas verdaderas o nudos. El primer par de ramas se forma entre los 7 y los 8 meses aproximadamente, y a partir del momento de la siembra en el sitio definitivo, la planta comienza la formación de las ramas que van a ser responsables de la producción (Arcila et

al., 2007). En el tallo, un par de hojas o un nudo se origina en promedio cada 25 ó 30 días. En un año se forman aproximadamente de 12 a 14 pares de ramas primarias o cruces (Alvarado & Rojas, 1994).

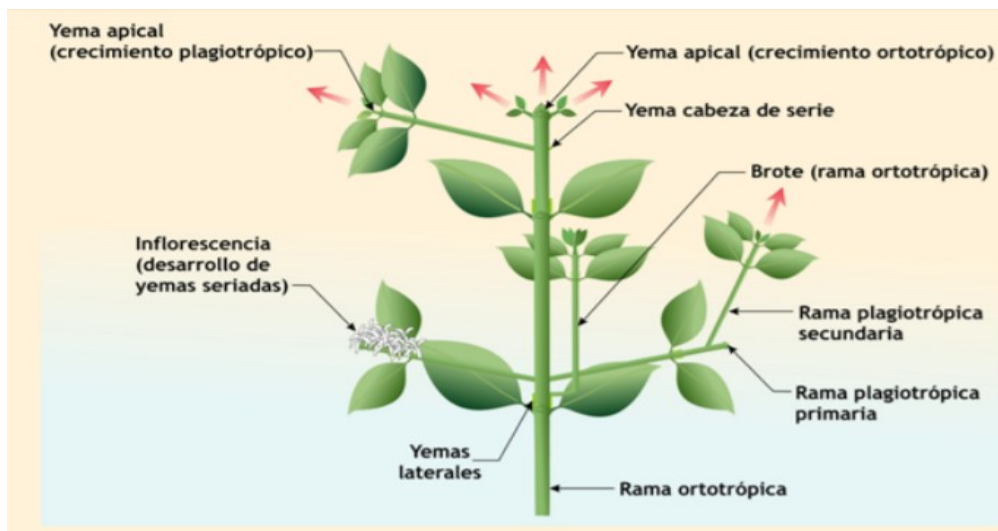


Figura 4 Morfología de la planta de café.

Fuente: (Arcila et al., 2007)

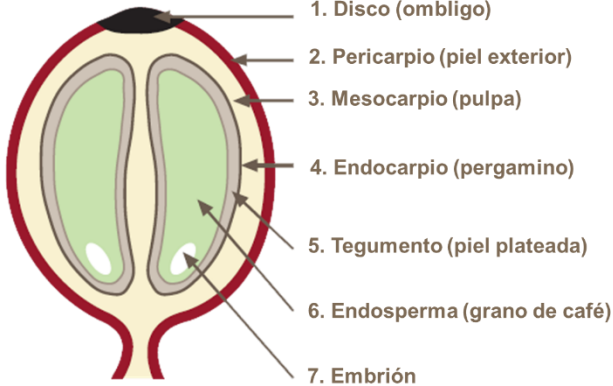
El cafeto forma nudos y hojas durante todo el año, sin embargo, existen épocas en las cuales ocurre una mayor o menor intensidad del crecimiento, condicionado por la disponibilidad de agua, de nutrimentos y de energía. En general, el crecimiento es más activo cuando hay buen suministro de energía solar, agua y nutrimentos, encontrándose que un aumento de la radiación (plena exposición solar) induce la formación de plantas más bajas, en las cuales ha ocurrido mayor diferenciación y que son más productivas, mientras que la sombra estimula la formación de plantas más altas con menor diferenciación y menos productivas (Arcila et al., 2007).

5.3.2.1 Estructura Morfológica

Se muestra la proporción que representa cada parte de la cereza de café, asociándose a los residuos orgánicos que se generan y que podrían ser aprovechados.

Tabla 3 Corte longitudinal de la cereza de café y su composición

	Pulpa (Pericarpio y parte del mesocarpio)	39%
	Mucílago	17%

Corte de una cereza de café 	Pergamino (Tegumento)	7%
	Semillas	37%

Fuente: Adaptado de (Glosario del café | Yara Colombia, 2020)

Pulpa

Este subproducto del café se genera por medio del despulpe, proceso en el cual se elimina o separa la cáscara de la semilla de café. La pulpa representa aproximadamente el 39% del fruto de café y describe a la pulpa como un subproducto abundante, sólido y húmedo que contiene alrededor de 86% de agua (Braham & Bressani, 1978).

Composición química

La pulpa de café está compuesta por el pericarpio y parte del mesocarpio del fruto. La pulpa contiene –entre otros componentes- cantidades importantes de cafeína la cual representa cerca del 1.3% de su peso seco (Braham & Bressani, 1978).

Mucílago

Este residuo se obtiene en las máquinas desmucilagadores o en las pilas de fermento y se elimina por completo en el proceso de lavado. Éste representa el 17% del fruto de café.

El mucílago de café está compuesto principalmente por azúcares reductores y no reductores, así como de sustancias pécticas, generadas a partir del pectato de calcio durante la etapa de maduración del grano de café. El desmucilaginado mecánico del café, el cual aplica ninguna o muy poca agua en el proceso, abre la posibilidad del uso industrial de este subproducto, el cual, de otra forma, debe ser neutralizado para ser tratado, produciendo gas metano (Braham & Bressani, 1978).

Cascarilla o pergamino

La cascarilla está presente en el café pergamino y se separa de la semilla del café se efectúa en la trilla. El pergamino representa el 7% del fruto de café. Su principal característica es el poder calorífico de este material, el cual aporta 4200 kilocalorías por kilogramo de peso y por sus características físicas y químicas constituye un excelente combustible para ser utilizado en los hornos de las máquinas de secado de café (Braham & Bressani, 1978).

De los subproductos anteriormente descritos, la pulpa y el mucílago constituyen aproximadamente el 56% del peso del fruto de café, además son los principales responsables de la contaminación ambiental. Tanto la pulpa como el mucílago poseen un alto contenido de agua y azúcares, lo cual genera procesos acelerados de fermentación, provocando malos olores y proliferación de dípteros (Braham & Bressani, 1978).

5.3.2.2 Elección de la variedad de Café

Parte del éxito en el cultivo está en la variedad que se seleccione. Las principales cualidades que debe reunir una buena variedad de café son: alta producción, alto rendimiento, resistente a enfermedades limitantes como la roya, resistente a plagas, de porte bajo, ya que permite disponer de más árboles por área, de iniciación rápida en la producción, da una bebida de buena calidad, de buena duración, de buen sistema radicular. Para mantener la calidad del café de Colombia se deben cultivar variedades de café arábica (Federación Nacional de cafeteros de Colombia, 2012).

En la primera etapa del programa de mejoramiento genético, el Centro Nacional de Investigaciones del café, Cenicafe, entregó a los caficultores colombianos una alternativa genética para contrarrestar el efecto de la roya del cafeto, denominada Variedad Colombia. La investigación continuada permitió obtener nuevos componentes que han mejorado las características iniciales, tales como el tamaño del grano, conservando la resistencia a la roya y considerando otros atributos agronómicos sobresalientes como la productividad. Esta selección permitió entregar últimamente la Variedad Castillo (Federación Nacional de cafeteros de Colombia, 2012).

5.3.2.3 La disposición del cultivo

En hileras sencillas o dobles a través de la pendiente, utilizando una distancia entre surcos mayor a la empleada entre árboles, en bloques o parcelas de 11 surcos, 1 metro entre surcos y 40 árboles por surco a igual distancia, dispuesto en cuadro o triángulo, recomendado para terrenos con pendientes menores al 5% y en curvas a nivel (Federación Nacional de cafeteros de Colombia, 2012).

Germinador

La semilla debe estar disponible 8 meses antes del trasplante definitivo en campo, de este período, dos meses corresponden a la etapa de germinador y seis meses al almácigo, la finalidad de este último es el desarrollo adecuado y la selección de las plántulas para el establecimiento definitivo del cultivo. En este proceso es indispensable asegurarse de la buena selección del material. En su construcción se usan bolsas de polietileno color negro, calibre 1.5 o 2, perforadas a los lados y al fondo, y de un tamaño del 7 x 23 cm. El mejor sustrato es una mezcla de tierra y pulpa de café descompuesta, en una proporción de 3 a 1. Las bolsas se disponen a nivel, en eras de 1 metro de ancho y 10 metros de largo, separadas por calles de 0.5 metros, las que deben llevar zanjas de 0.1 metros de profundidad para que el agua escurra con facilidad (Federación Nacional de cafeteros de Colombia, 2012).

Preparación del terreno, trazado ahoyado y siembra: En la adecuación del terreno se determina un sistema de siembra y un trazo para lo cual se utilizan herramientas y materiales sencillos como estacas de madera. Cuando el sistema de producción es bajo

sombra, se necesitan semilla y colinos de guamo y plátano, principalmente. En las etapas de establecimiento, crecimiento y producción son necesarios insumos como: herramientas (palas, machetes), plaguicidas de baja toxicidad, sólo si son necesarios, fertilizantes químicos y abonos orgánicos (Federación Nacional de cafeteros de Colombia, 2012).

Establecimiento del sombrío: El sombrío para los cafetales debe disponerse según las condiciones climáticas, el tipo de suelo y la pendiente del terreno (Federación Nacional de cafeteros de Colombia, 2012).

Fertilización: El concepto de nutrición para el cultivo del café está enmarcado dentro de lo que se conoce como agricultura sostenible, que es la que optimiza la efectividad de los insumos sin deterioro del medio ambiente, procurando la conservación del suelo y fundamentalmente de su capa orgánica. Comprende las etapas de instalación, establecimiento, crecimiento y producción (Federación Nacional de cafeteros de Colombia, 2012).

5.3.2.4 Componentes del proceso de beneficio del café

- Cosecha: se deben recoger, en su totalidad, sólo los frutos maduros. Esto se traduce en las siguientes ventajas: aumento de ingresos por venta de mayor cantidad de café (mejor conversión de café cereza: café pergamino seco), reducción de re infestaciones de broca y eliminación de pérdidas hasta por el 10% debidas a frutos no recolectados o que caen al suelo (Federación Nacional de cafeteros de Colombia, 2012).
- Después de cosechados, los granos de café son llevados a los beneficios y allí se sumergen, en un tanque de agua, con un doble propósito: remover granos dañados, frutos verdes u otros materiales extraños que en estas condiciones flotan, y servir como mecanismo de transporte de los granos. El procesamiento del fruto del café para obtener los granos comerciales consiste básicamente en dos operaciones. La primera es el remojo o procesamiento húmedo que deja como producto pulpa de café, mucílago y aguas de desecho, y los granos de café y la cascarilla (Federación Nacional de cafeteros de Colombia, 2012).
- Remoción del mucílago: tiene como fin hacer que el mucílago que cubre el pergamino se descomponga y una vez fermentado se disuelva en agua, eliminándose por medio del lavado. Su duración oscila entre 18 y 30 horas, según el clima.
- Lavado: se hace con agua limpia (Federación Nacional de cafeteros de Colombia, 2012).
- Secado: Se puede hacer mediante un proceso natural o artificialmente, lo cual dependerá de la cantidad de producción y del área disponible. Naturalmente, el proceso se hace con la energía solar para lo cual se utilizan carros secadores o marquesinas, entre otras estructuras, con el fin de exponer los granos a la radiación solar y el viento (Federación Nacional de cafeteros de Colombia, 2012).

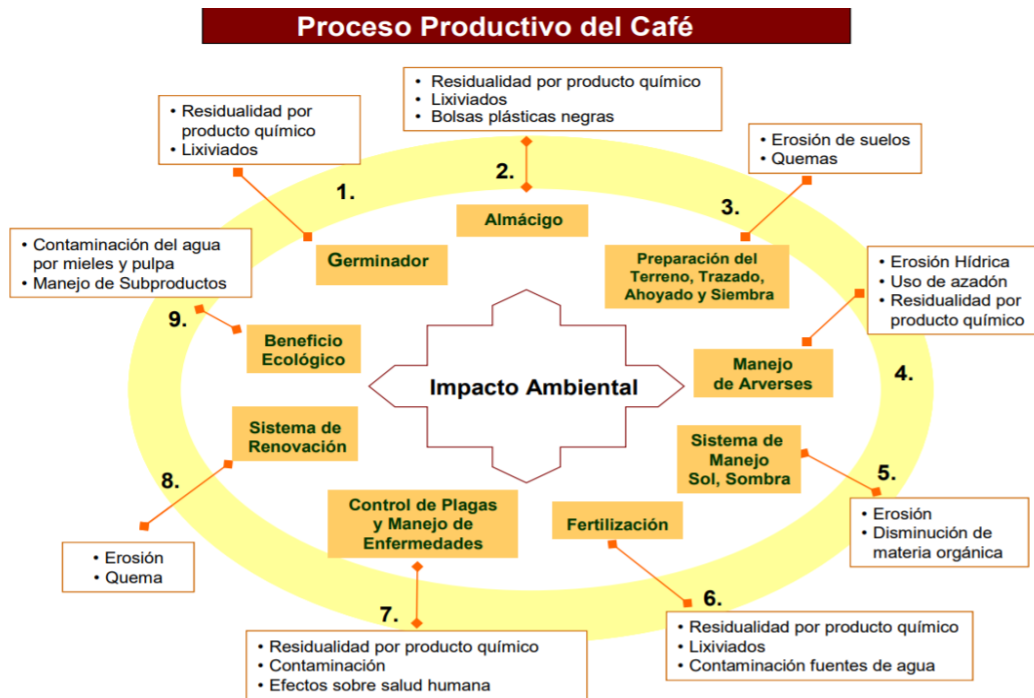


Figura 5 Proceso productivo del café.

Fuente: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia

5.3.3 Sostenibilidad

El desarrollo sostenible propone utilizar los recursos de la naturaleza de una manera cuidadosa, para que las futuras generaciones tengan la posibilidad de acceder a ellos en un futuro. Los errores del pasado se deben a una visión lineal y limitada en la que el principal interés del desarrollo era el crecimiento y el enriquecimiento económico a toda costa, sin tener en cuenta el impacto que éste generaba. Además, es necesario considerar que la distribución de los recursos mundiales es muy desigual, tal y como expresó Thabo Mbeki en la cumbre de Johannesburgo: "Un mundo globalizado formado por islas de bienestar, rodeadas por un mar de pobreza es insostenible" (Gifford, 2012).

La sostenibilidad presenta diversas dimensiones dada su complejidad. En tanto es necesario abordar sus dimensiones de manera articulada dándole así una mirada sistémica, a un concepto que ha sido objeto de múltiples reflexiones y aproximaciones. De esta manera se hará una revisión en torno a la sostenibilidad ambiental, económica, social y política (Lárraga, 2014).

Sostenibilidad económica: Foladori (2001) menciona que el desempleo y la pobreza son síntomas de un modelo económico en crisis (neoclásico), sumado a esto se ha originado una sociedad de consumo, contaminación y depredación de los recursos naturales. En tanto, Foladori (2001) postula alternativas como la economía ecológica; en la que se considera una relación directa entre contaminantes y afectados, a través de políticas de comando control del uso de recursos naturales y generación de desechos (Lárraga, 2014).

Sostenibilidad política: De acuerdo con WRI (2003) todas las decisiones involucran a una gran cantidad de actores y cada uno de ellos tiene intereses diferentes, diversos ámbitos de autoridad y diferente acceso a la información, estableciéndose entre ellos relaciones que interactúan de manera compleja y dejan en desventaja a los sistemas ecológicos que mantienen los sistemas naturales de los que depende el hombre para su sobrevivencia. Es necesaria la gestión ambiental la cual se ocupe de quienes tienen la responsabilidad, cómo utilizan su poder y cómo se les puede hacer responsable de sus decisiones (WRI, 2003). Puesto que la participación de la sociedad es el elemento clave para el manejo de los recursos naturales, y esto solo puede darse en un ambiente de democracia la cual sigue siendo un reto para muchos países. Las políticas deben ser equitativas participativas y consensuadas. Es necesario un compromiso ético-político que conjugue el medio ambiente con el conjunto de políticas sociales que tienen por objetivo defender lo más vulnerable, proteger lo más amenazado, conservar lo imprescindible que es la vida (Lárraga, 2014).

Sostenibilidad ambiental: Takács (2004) menciona que la transformación de la biosfera ha pasado por lo menos por 6 transiciones importantes: el fuego; el lenguaje; la agricultura; las conquistas europeas; la transición científica tecnológica, la cual permitió el crecimiento exponencial de la población y así mayor presión sobre los recursos y mayor poder de extracción de los mismos con la utilización de fertilizantes y plaguicidas. En la transición actual, se produce más alimento que en ningún otro tiempo de la historia, y al mismo tiempo existe más número de personas que no tienen un acceso digno a éste. En tanto, no solo es la cantidad sino la mala distribución lo que está agotando y deteriorando el medio ambiente. Las transformaciones del planeta en los últimos años han sido devastadoras las biosferas han sido en mayor medida en las últimas décadas que en toda la historia del planeta, poniendo en riesgo la sostenibilidad de la vida (Lárraga, 2014).

En este sentido, se requiere hablar de sostenibilidad ecológica refiriéndose a la relación con la capacidad de carga de los ecosistemas, es decir, a la magnitud de la naturaleza para absorber y recomponerse de las influencias antrópicas. La capacidad de carga es el máximo número de personas que pueden ser soportadas por los recursos de un territorio y se define normalmente en relación a la máxima población sustentable, al mínimo nivel de vida imprescindible para la supervivencia. El concepto de capacidad de carga permite evaluar los límites máximos del crecimiento de la población según diversos niveles tecnológicos (Lárraga, 2014).

5.3.4 Química verde

La química juega un papel esencial desde la formación de la Tierra hasta prácticamente todos los aspectos de la vida diaria; está implicada en el aire, el agua, en los plásticos usados, la comida, la ropa y los edificios. La química es el corazón de la ciencia ya que permite desarrollar tecnologías sobre las que se puede construir y desarrollar una nación, también es indispensable para lograr que la siguiente generación de productos químicos, materiales y energía sean sustentables (Ameta, S. C., & Ameta, R., 2013).

El concepto de “Química Verde” se relaciona con el diseño de procesos y productos químicos que reduzcan o eliminen el uso y generación de sustancias peligrosas. Esta definición fue introducida por Paul Anastas, quien junto con John Warner escribieron el libro “Green Chemistry: Theory and Practice” en 1998 (Anastas, 1998) donde aparecen

los 12 principios de la Química Verde, como criterios que buscan valorar cuán respetuosa es una reacción, un proceso o un producto químico con el medio ambiente.

La Química Verde está enfocada en el diseño de procesos, la preparación y el uso de productos químicos con un potencial de contaminación y riesgo ambiental menor a los tradicionales, basados en diferentes tecnologías (Ameta, S. C., & Ameta, R., 2013).

La Química Verde se encarga de la "sustentabilidad del ambiente" ocupándose del asunto a nivel molecular, centrándose principalmente en el diseño de productos y procesos químicos de riesgos reducidos, en el uso eficiente de materiales y energía, y en el desarrollo de recursos renovables. Esto lo lleva a cabo a través de la catálisis, el uso de disolventes alternativos, la química analítica, la ciencia de polímeros y la toxicología, por citar algunos ejemplos. En varios casos es necesario “rediseñar” materiales básicos para la sociedad buscando que sean benignos para el ser humano y el medio ambiente, de preferencia con ventajas económicas y sociales (Ameta, S. C., & Ameta, R., 2013).

La auténtica Química Verde está concebida para eliminar o por lo menos disminuir las fuentes de contaminación con la intención de que los nuevos productos y procesos no pongan en peligro cualquier forma de vida. Sin embargo, la naturaleza es un sistema muy complejo lleno de equilibrios frecuentemente muy sensibles, por lo que es necesario lograr un nivel integral de conocimientos multidisciplinarios. Combinar la ciencia y la tecnología con la protección de la naturaleza, de la cual formamos parte, es uno de los muchos retos a los que todo el mundo debe enfrentarse. La química juega un papel clave en la investigación y establecimiento de las condiciones necesarias para lograr un desarrollo sustentable, lograr nuevos enfoques holísticos para la resolución de estos problemas y evitar causar nuevos problemas hasta ahora desconocidos. En los próximos años, los conceptos de Desarrollo Sustentable y de Química Verde continuarán tomando un lugar cada vez más importante dentro de sectores como el industrial, el gubernamental y hasta el social, para lograr de esta manera, decisiones más favorables para el ambiente y el futuro de la humanidad (Ameta, S. C., & Ameta, R., 2013).

La mayoría de los éxitos de la Química Verde en las últimas dos décadas están relacionados con la minimización de residuos y entre los retos de la Química Verde a futuro es que los químicos logren que las propiedades moleculares sean lo suficientemente controlables para que minimicen los riesgos de los productos químicos a utilizar. Otros retos son lograr métodos de síntesis alternativos para reducir consumo de energía, obtener materiales que disminuyan la dependencia de recursos fósiles y utilizar controladamente materias primas basadas en fuentes biológicas. Por otra parte, el asunto de la sustentabilidad del ambiente requiere “soluciones científicas” para la investigación y desarrollo de materiales y procesos más benignos para el ambiente, y “soluciones políticas” para la reglamentación y regulación del cuidado del mismo (Ameta, S. C., & Ameta, R., 2013).

La química verde fue adoptada como una propuesta novedosa para reducir y/o eliminar los problemas ambientales derivados de actividades industriales. Según la US *Environmental Protection Agency* (EPA), la química verde es el “uso de la química para la prevención de la contaminación, y el diseño de productos químicos y procesos benéficos para el ambiente”]. La química verde plantea 12 principios para conseguir sus objetivos, dichos principios fueron propuestos originalmente por Paul Anastas y John

Warner en su libro Green Chemistry, theory and practice en 1998 (Anastas & Warner, 1998).

1. **Prevenir la creación de residuos.** Resulta más útil evitar o reducir la producción de desechos que tratarlos o limpiarlos tras su formación.
2. **Maximizar la economía atómica.** Los métodos sintéticos deben maximizar la incorporación de cada material utilizado en el proceso.
3. **Realizar síntesis química menos peligrosa.** Consiste en elaborar procesos que generen la mínima toxicidad e impacto ambiental.
4. **Diseñar productos y compuestos menos peligrosos.** Los productos químicos se deben diseñar con una toxicidad mínima.
5. **Utilizar disolventes y condiciones seguras de reacción.** Las sustancias auxiliares de los procesos químicos (disolventes, tampones, aditivos de separación, entre otros), han de ser inocuas y reducirlas al mínimo.
6. **Diseñar para la eficiencia energética.** Debe minimizarse los requerimientos energéticos para los procesos químicos, los cuales serán evaluados por su impacto medioambiental y económico, y reducirlos al máximo, intentando llevar a cabo los métodos de síntesis a temperatura y presión ambiente.
7. **Utilizar materias primas renovables.** Los materiales de partida utilizados deben proceder de fuentes renovables, en la medida en que sea económica y técnicamente factible.
8. **Evitar derivados químicos.** La síntesis debe diseñarse con el uso mínimo de grupos protectores para evitar pasos extras y reducir los desechos.
9. **Utilizar catalizadores.** Debe emplearse catalizadores lo más selectivos y reutilizables posibles.
10. **Diseñar productos fácilmente degradables al final de su vida útil.** Los productos químicos han de ser diseñados de tal manera que al culminar su función no persistan en el ambiente y puedan degradarse a derivados inertes o biodegradables.
11. **Monitorear los procesos químicos en tiempo real para evitar la contaminación.** Debe crearse sistemas de control y monitorización continuos para prevenir la producción de sustancias peligrosas durante los procesos.
12. **Prevenir accidentes.** Diseñar los procesos químicos, utilizando métodos y sustancias que reduzcan los accidentes (emisiones, explosiones, incendios, entre otros), y minimizar los daños cuando se produzca un accidente.

5.4 Marco normativo

A continuación, se nombran las normas relacionadas con el manejo y aprovechamiento de los residuos orgánicos, seguido de los planes para el manejo integral de los residuos. Adicionalmente, se indican las normas y parámetros para la construcción sostenible.

Política para la Gestión Integral de los Residuos. 1998. Ministerio del Medio Ambiente

Esta política define los principios de la Gestión Integral para todos los tipos de residuos. Establece el máximo aprovechamiento y mínimo de residuos con destino al Relleno Sanitario. Define las categorías de Residuo Aprovechable y No Aprovechable,

para impedir o minimizar los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente, que ocasionan los residuos de todo orden, y minimizar la generación y la disposición final como alternativa ambiental deseable.

Ley 142 de 1994 / Ley 632 de 2000

Algunos elementos normativos y políticas existentes a la fecha, establecen y reconocen las conductas y procedimientos que se deben aplicar con relación a cómo valorar servicios y actividades de aprovechamiento de residuos. La Ley 142/94 en sus Art. 9 y 146 establece taxativamente que el servicio que se paga es el que se mide y fija claramente la función ecológica de los servicios públicos.

D. 1505 de 2003. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

Por el cual se modifican parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos, especialmente lo relacionado con la definición de aprovechamiento, el acatamiento de parte las autoridades municipales al PGIRS, su actualización y la garantía de participación de los Recicladores.

R. 1045 de 2003. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones.

Norma Técnica Colombiana NTC 5167

Por la cual se establecen los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los productos para la industria agrícola, productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo. Reglamenta los límites actuales para el uso de materiales orgánicos, los parámetros físico químicos de los análisis de las muestras de materia orgánica, los límites máximos de metales y enuncia parámetros para los análisis microbiológicos.

Norma Técnica Colombiana en el Marco de Edificaciones Sostenibles

En el marco del SELLO AMBIENTAL COLOMBIANO -SAC, se han desarrollado conjuntamente entre el Min Ambiente y el Organismo de Certificación, normas que guardan relación directa e indirecta con el proceso de desarrollo de edificaciones sostenibles.

Con estos instrumentos se busca brindar a los consumidores información verificable, precisa y no engañosa sobre los aspectos ambientales de los productos empleados para tal fin, estimular el mejoramiento ambiental de los procesos productivos y alentar la demanda y el suministro de productos (bienes y servicios) que afecten en menor medida el ambiente.

Reglamento de construcción sostenible

El 10 de julio de 2015 el ministro de Vivienda, Ciudad y Territorio, Luis Felipe Henao Cardona, presentó el nuevo reglamento cuyos objetivos estos en:

1. Lograr un ahorro en los recursos hídricos y energéticos de las obras de hasta un 45%, gracias a las buenas prácticas de diseño y construcción.
2. Mitigar el impacto del cambio climático.

3. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector de la construcción.
4. Impactar de forma positiva el bolsillo de las personas. Quienes habiten o trabajen en edificios más sostenibles, podrán ahorrar en sus cuentas de luz y agua.

Norma NSR-10

La presente versión del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 corresponde a su segunda actualización. La primera reglamentación sismo resistente nacional fue expedida por el Gobierno nacional por medio del Decreto 1400 del 7 de junio de 1984, la primera actualización, correspondiente al Reglamento NSR-98, fue expedida por medio del Decreto 33 del 9 de enero de 1998 y la segunda actualización, correspondiente al Reglamento NSR-10, se expidió por medio del Decreto 926 del 19 de marzo de 2010.

Resolución número 620 de 2008

Por la cual se establecen los procedimientos para los avalúos ordenados dentro del marco de la Ley 388 de 1997, en donde entre otras cosas permite la identificación física del predio, basada en aspectos particulares que se describen la resolución.

5.5 Marco geográfico

A continuación, se presenta una descripción del municipio de Venecia Cundinamarca en donde se realizó el diagnóstico. El **Municipio de Venecia** está ubicada al sureste del Departamento de Cundinamarca a los 4°05' de latitud Norte y 74°29' de longitud al Oeste del meridiano de Greenwich. Limita al Norte con el municipio de Pandí, por el Sur con el municipio de Cabrera, por el Oriente con el municipio de San Bernardo y con el Occidente con el municipio de Icononzo. Hace parte de la provincia del Sumapaz. Está a una altura entre los 1600 msnm ubicada entre las cuencas del río Sumapaz, cuenca de la quebrada La Chorrera, quebradas San Salvador, El Engaño y la cuenca de la quebrada Machamba. El municipio dista de Bogotá en 121 kilómetros. Tiene una superficie total de 12.085,01 Hectáreas, su área urbana es de 16.3 Hectáreas (Despacho Municipal de Venecia, 2016).

El municipio está dividido en: Cabecera municipal, Dos (2) Centros Poblados: Aposentos y El Trébol y 17 veredas, entre las que se encuentra el Diamante (Despacho Municipal de Venecia, 2016).



Figura 6 Ubicación de la vereda el Diamante- Venecia.

Fuente: (Despacho Municipal de Venecia, 2016).

5.5.1 Demografía

El municipio de Venecia cuenta con una población actual de 4.593 habitantes de la cual el 73,44% corresponde al área rural equivalente a 3.373 habitantes y el 26,56% corresponde al área urbana del municipio, donde se encuentra la cabecera municipal y los centros poblados, cuya población es de 1.220 habitantes (Despacho Municipal de Venecia, 2016).

- Número de vivienda y hogares

El municipio de Venecia cuenta con 281 viviendas en el sector urbano y 1.103 en el sector rural. Así mismo, es importante tener en cuenta que el número de hogares en la zona urbana es de 480 y en la zona rural de 1269, encontrándose en proporción de familia con déficit habitacional del 1.1 zona urbana y 1.0 sector rural (Despacho Municipal de Venecia, 2016).

- Calidad de la vivienda

El déficit de vivienda en el municipio es del 21% y se evidencia que el 60% de las viviendas de todo el municipio requieren de un Mejoramiento de la infraestructura (Despacho Municipal de Venecia, 2016).

5.5.2 Análisis del clima

El Municipio de Venecia está ubicado en una zona de bajas latitudes, entre los 4° 35' y 3° 44' al norte del Ecuador, sobre la vertiente occidental de la cordillera Oriental en la zona Andina colombiana, el clima de la región es de carácter tropical, determinado principalmente por las variaciones altimétricas, la topografía del relieve y la influencia que ejerce el movimiento de la Zona de Confluencia Intertropical (ITC), la cual genera a su

paso dos períodos húmedos y dos secos que se presentan intercalados a lo largo del año. (CAR, 2016) Los vientos son de gran importancia en el clima de la zona, dado que por su acción y dirección las masas de aire cálido y húmedo provenientes del Magdalena Medio ascienden por los valles del río Sumapaz y sus principales afluentes, precipitándose en forma de lluvia en la parte media Río Sumapaz, esta parte media hace parte el Municipio de Venecia (CAR, 2016).

El sistema hidrográfico funciona alrededor del río Sumapaz y de otras corrientes menores. La cuenca surte toda la hidrografía del Municipio de Venecia, y nace en el sistema de protección de ecosistema de páramo en el área protegida del Sistema Parques Nacionales Naturales SPNN, el Parque Nacional Natural Sumapaz, en cuya vertiente suroriental se encuentra la región hidrográfica del Río Magdalena y se divide en tres cuencas: Río Sumapaz; Río Bogotá; Río Cabrera (CAR, 2016).

5.5.3 Factores y Efectos de contaminación en Venecia

En el municipio se presentan los siguientes factores y efectos de contaminación del agua:

Tabla 4 Factores y efectos de la contaminación del agua en Venecia Cundinamarca.

Factores	Efectos
Vertimiento de desechos orgánicos contaminantes (basuras, aguas servidas).	Incidencia de bacterias, coliformes y materia orgánica en circulación en el agua.
Vertimiento de agroquímicos utilizados en fumigación de cultivos y otros.	Baja calidad del agua para consumo humano.
Vertimiento de residuos generados por explotación pecuaria (porcicultura, avicultura, ganadería, etc.)	Posibilidad de enfermedades de tipo gastrointestinal e intoxicaciones por agroquímicos.
Alcantarillado urbano.	Alcantarillado urbano.
Tala indiscriminada de bosques y árboles para diferentes usos y propósitos	Disminución de la cantidad y calidad del agua disponible para consumo humano. Desaparición de especies de flora y fauna endémicas.

Fuente: (Alcaldía municipal de Venecia, 2019)

5.5.4 Recolección de residuos

Esta se hace en vehículo (volqueta municipal), los días miércoles y viernes recogiendo 3 Toneladas por día, la cobertura en el área urbana es del 100%. Se depositan a campo abierto sin ningún tipo de manejo, al igual que en el área rural. Para el manejo de los

residuos hospitalarios los centros de salud realizan manejo en la fuente y adicionalmente el municipio cuenta con incineradores lo que permite un manejo óptimo de estos desechos (Alcaldía municipal de Venecia, 2019).

5.5.5 Economía

La economía se basa principalmente en la producción agrícola de mora, caña panelera, lulo, banano, plátano, tomate de árbol, café, y algunos cultivos transitorios como la arveja verde, el frijol, la habichuela y el tomate. Sin embargo, la ganadería presenta una tendencia al aumento, con más de 20 ha de pastos mejorados para la cría de ganado. Los sistemas productivos se dan principalmente en minifundios. A nivel de los centros poblados la principal actividad económica es el comercio de bienes y servicios básicos para la canasta familiar (Despacho Municipal de Venecia, 2016).

Dentro del plan de desarrollo en el eje estratégico, dimensión social: Venecia florece incluyente y equitativa, se establece un programa denominado Venecia vive con dignidad, cuyo objetivo se basa en mejorar el déficit de calidad de vivienda de la comunidad del municipio, priorizando a la población víctima y vulnerable. El proyecto se denomina Vivienda digna para todas y todos, enmarcado en mejorar las condiciones de calidad de vivienda rural mejoradas en un 20% durante el cuatrienio con prioridad en población víctima y vulnerable, se espera entonces con este proyecto emprender un plan de mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de las viviendas con énfasis en zona rural del municipio y prioridad de atención a población de zona rural, víctima, vulnerable y en condición de pobreza multidimensional (Despacho Municipal de Venecia, 2016).

5.5.6 Vereda “El Diamante”

La vereda se encuentra en la vía que conecta el municipio de Pandi con el municipio de Venecia, cuenta con 40 familias y 95 habitantes; La cobertura del servicio de agua en la zona rural es del 70%, el agua que llega a las viviendas no es tratada, y por tanto no es posible determinar el grado de potabilización del agua ya que la Secretaría de Salud no posee ningún tipo de análisis sobre el Municipio (Alcaldía municipal de Venecia, 2019). En cuanto al alcantarillado, la escasez de pozos sépticos y letrinas en la zona rural, hacen que la disposición de aguas servidas y excretas se haga a campo abierto.

Las actividades se centran principalmente en la agricultura de café, plátano y banano; y en el turismo por el corredor salto de la chorrera. La vereda tiene un total 84,21 hectáreas divididas en 14 Fincas de las cuales 33.78 Hectáreas están sembradas con café en una proporción de 3000 plantas por hectárea (Alcaldía municipal de Venecia, 2019).

De 150.000 plantas sembradas se produce 1 kilo de café pergamino por año. Es importante mencionar que, de 150.000 kilos de café producido, 125 kilos corresponden a una carga y en total la vereda produce 1.200 cargas de café por año, las cuales se emplean para consumo y venta. La producción de un kilo de café pergamino equivale al 20% del total de café en cereza. Quiere decir entonces que el 75% de la producción de café corresponde a desechos orgánicos que son aprovechados parcialmente como abono para otros cultivos. Sin embargo, se evidencia una problemática basada en la falta de asistencia técnica para el mejoramiento de la producción, escaso saneamiento básico del agua para

consumo humano y poco aprovechamiento de los residuos orgánicos producidos (Alcaldía municipal de Venecia, 2019).

5.6 Marco institucional

A continuación, se presenta el marco institucional que se relaciona con las instituciones relacionadas con el objetivo y tema central de la investigación. Se inicia con la CAR como autoridad ambiental que promueve y desarrolla actividades y programas de protección ambiental. Seguido a esto, se describe la fundación CEALDES la cual ha desarrollado investigaciones y diagnósticos en la vereda el Diamante, por último, se nombra a la alcaldía de Venecia puntualmente la oficina de servicios públicos que está a cargo de los servicios públicos, en donde se incluye el manejo de los residuos sólidos del municipio.

5.6.1 Car Cundinamarca

La CAR surge desde las directrices de la ley 99 de 1993 (Artículo 31) y tiene por objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables de Cundinamarca, así como el cumplimiento y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (CAR, 2019).

En 1996 la CAR inició un proceso de descentralización que distribuyó su jurisdicción en siete regionales, una de estas denominada Sumapaz con sede en Fusagasugá alberga 10 municipios, entre estos Venecia Cundinamarca.

Dentro de las funciones de la CAR y que están directamente relacionadas con el municipio de Venecia, particularmente en la vereda El Diamante, se encuentra que son la autoridad ambiental en el área, promueve y desarrolla actividades y programas de protección ambiental, de desarrollo sostenible y de manejo adecuado de los recursos naturales renovables (CAR, 2019).

Son veedores, evaluadores en la aplicación de las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas ubicadas dentro del área del municipio. Además, promueve la ejecución de obras de irrigación, avenamiento, defensa contra las inundaciones, regulación de cauces y corrientes de agua, y de recuperación de tierras que sean necesarias para la defensa, protección y adecuado manejo de las cuencas hidrográficas del territorio del municipio (CAR, 2019)

5.6.2 Cealdes: Centro de Alternativa al Desarrollo

Es una asociación sin ánimo de lucro conformada por profesionales de las ciencias sociales, ambientales y básicas, que busca construir, de manera participativa, alternativas a los conflictos socio-ambientales propios del actual modelo de desarrollo, en regiones de importancia ecológica. El Centro de Alternativas al Desarrollo, es una persona jurídica de derecho privado, de las reguladas, en lo pertinente, por los artículos 633 a 652 del Código Civil Colombiano, el decreto 2150 de 1995 y demás normas concordantes. Se constituye como una entidad sin ánimo de lucro, de carácter permanente, independiente y autónomo y de utilidad común (Cealdes, 2018).

En el municipio de Venecia, esta asociación en compañía de ASOJUNTAS ha adelantado proyectos tales como Plan Piloto del desarrollo comunal y comunitario, Plan de manejo ambiental comunal y comunitario, en donde se identificó flora y fauna del municipio de Venecia, análisis de los cuerpos hídricos, caracterización de la comunidad, se adelantó un plan para la protección de los cuerpos hídricos. Asimismo, se desarrolló un proyecto agro turístico comunitario en donde la vereda el Diamante hace parte de los atractivos ecoturísticos por visitar (Cealdes, 2018).

5.6.3 Alcaldía de Venecia oficina de servicio públicos

En 1.928 se creó el corregimiento de Venecia, el cual después por Ordenanza No. 3 del 11 de marzo de 1936 se erigió como Inspección Departamental de Policía con el mismo nombre. El 24 de octubre de 1.949 se erigió en parroquia independiente y finalmente se elevó a Municipio mediante Decreto Departamental 729 del 5 de septiembre de 1951 (Alcaldía municipal de Venecia, 2020).

Como parte de la alcaldía de Venecia se encuentra la oficina de servicios públicos la cual pone en conocimiento a toda la comunidad los planes de acción proyectados para la vigencia 2020, aprobados por el concejo municipal (Alcaldía municipal de Venecia, 2020).

La alcaldía desde la oficina de servicios públicos gestiona el desarrollo del PGIRS del municipio. Además, tiene a cargo la veeduría de los planes de manejo de residuos sólidos (Alcaldía municipal de Venecia, 2020).

6. Metodología

Con el objetivo de proponer una alternativa de aprovechamiento del residuo de cáscara de la cereza del café a partir de una revisión sistemática y los principios de la química verde, la investigación se desarrolló bajo el enfoque mixto, que de acuerdo con Hernández-Sampieri (2014) en la que se utilizaron las fortalezas de la investigación cualitativa o cuantitativa para plantear la metodología de la investigación.

6.1 Enfoque

El enfoque fue mixto dado que el proyecto se caracterizó por la triangulación de información con datos cuantitativos y cualitativos en aras de una mayor validez; como los obtenidos a través de la entrevista y encuestas. Además, se usaron datos y resultados cuantitativos y cualitativos para contrarrestar las debilidades de uno de los dos métodos, examinar los procesos de forma holística, obtener nuevas perspectivas y marcos de referencia al tener la posibilidad de modificar el planteamiento original; Sumado a lo anterior, el utilizar ambos métodos refuerza la credibilidad de los resultados, procedimientos y métodos de recolección y análisis (Hernández-Sampieri, 2014) evidentes en el protocolo establecido para la obtención del biocomposito, analizados bajo los principios de la química verde.

6.2 Alcance

Sumado a lo anterior el alcance fue exploratorio, puesto que se llevó a cabo una familiarización de los fenómenos relativamente desconocidos, además, se obtuvo información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto a la elaboración de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café, indagar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados (Hernández-Sampieri, 2014).

6.3 Diseño de la investigación

Para el desarrollo de la investigación se estableció un diseño documental, teniendo en cuenta lo planteado por Alfonso (1995) un procedimiento científico, sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información sobre el aprovechamiento de los residuos de la cereza del café y las metodologías utilizadas para la elaboración de biocompositos a partir de los residuos del café, con la finalidad de construir conocimientos, en este caso un biocomposito. El diseño documental tiene como particularidad la selección de fuentes primarias; en tanto, se empleó artículos científicos, tesis, libros, material audiovisual como entrevistas, imágenes y fotos.

6.4 Fases de la investigación

El desarrollo del proyecto de investigación se dividió en 3 fases i) fase de diagnóstico, la cual permitió la construcción y validación de cada una de las actividades dentro de las fases de manera estructurada y lógica. ii) Fase de recolección de documentos, análisis y validación y iii) Fase de evaluación y presentación de los resultados. A continuación se detalla cada una de ellas.

6.4.1 Fase de Diagnóstico

Para realizar el diagnóstico de la generación y manejo del residuo de la cereza del café en la vereda el Diamante, se realizó una visita a la zona, un registro fotográfico del estado de las viviendas de la vereda y se aplicaron instrumentos de recolección de datos como:

- Una entrevista, que según lo establecido por Meneses & Rodríguez (2002) tuvo una tipología semiestructurada con pregunta abierta, posibilitando mayor flexibilidad y matices en las respuestas. El momento fue exploratorio ya que se identificaron aspectos relevantes de una del objeto de estudio para proporcionar al entrevistador una primera impresión o acercamiento sobre el fenómeno estudiado.
- Una encuesta (Anexo 2), basada en lo planteado por Sierra Bravo en donde se obtuvieron datos mediante la interrogación a los miembros de la vereda el Diamante.
- Finalizada la visita se categorizó y analizó la información recolectada, la entrevista de manera cualitativa mediante “códigos en vivo” que son etiquetas para las categorías

constituidas por pasajes, frases o palabras exactas del entrevistado (Hernández-Sampieri, 2014), y las encuestas de forma cuantitativa a través del análisis que realiza tomando en cuenta los niveles de medición de las variables y mediante la estadística (Hernández-Sampieri, 2014), con el fin de establecer un informe técnico. en la (Figura 7) se evidencia la metodología empleada para el cumplimiento del objetivo 1.

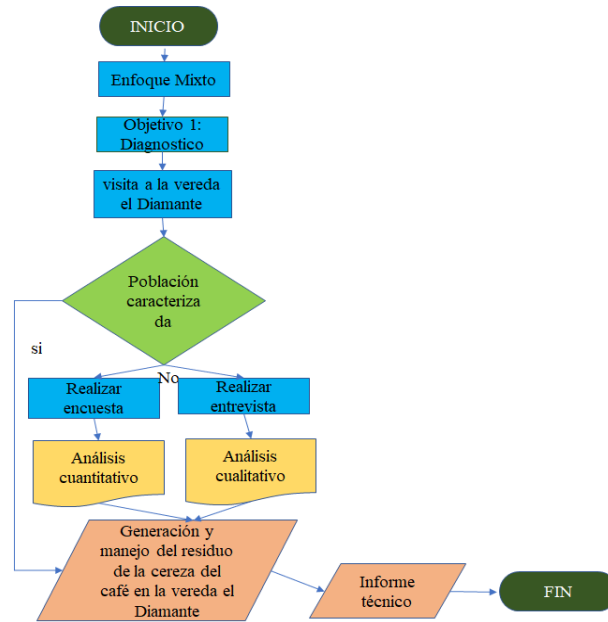


Figura 7 Metodología objetivo 1. Diagnosticar la generación y manejo del residuo de cáscara de la cereza del café en la vereda el Diamante

Fuente: (Autor, 2020)

6.4.2 Fase de recolección de documentos, análisis y validación

Por medio de una revisión sistemática (Moreno et al., 2018) se analizaron las alternativas de aprovechamiento de la cáscara de la cereza de café para la obtención de biocomposito, para esto se realizó la búsqueda bibliográfica en las Bases de datos Web of Science (WoS), ProQuest, ScienceDirect, ISI Web of Science, JSTOR, BioOne, Redalyc.

Para la búsqueda se combinaron términos clave a través de operadores booleanos (Villegas, 2003), partiendo de la pregunta PICO (Moreno et al., 2018) ¿Qué características debe tener un biocomposito a partir de la cereza del café que aporte a la construcción sostenible en la vereda el Diamante (Venecia-Cundinamarca)? En tanto, se definió la ruta de búsqueda general [(café OR desechos orgánicos café) AND (biocomposite OR biocompositos) AND (construcción sostenible)], (biocomposite AND sustentable construcción). Para la búsqueda se tomará información desde el año 2000, se incluyen artículos originales escritos en español e inglés, en los cuales el objetivo principal del estudio fuera el uso de los desechos del café, biocomposite de café y su aplicación, aprovechamiento del café, construcción sostenible, biocomposite based on coffee.

Los documentos encontrados, su resumen, conclusiones, autores, año y lugar de publicación, se almacenaron en un software de gestión de referencias Zotero, para su posterior análisis a partir de criterios establecidos. De esta manera, se estableció un protocolo para la elaboración de biocomposito a partir de la cáscara de la cereza como residuo del café.

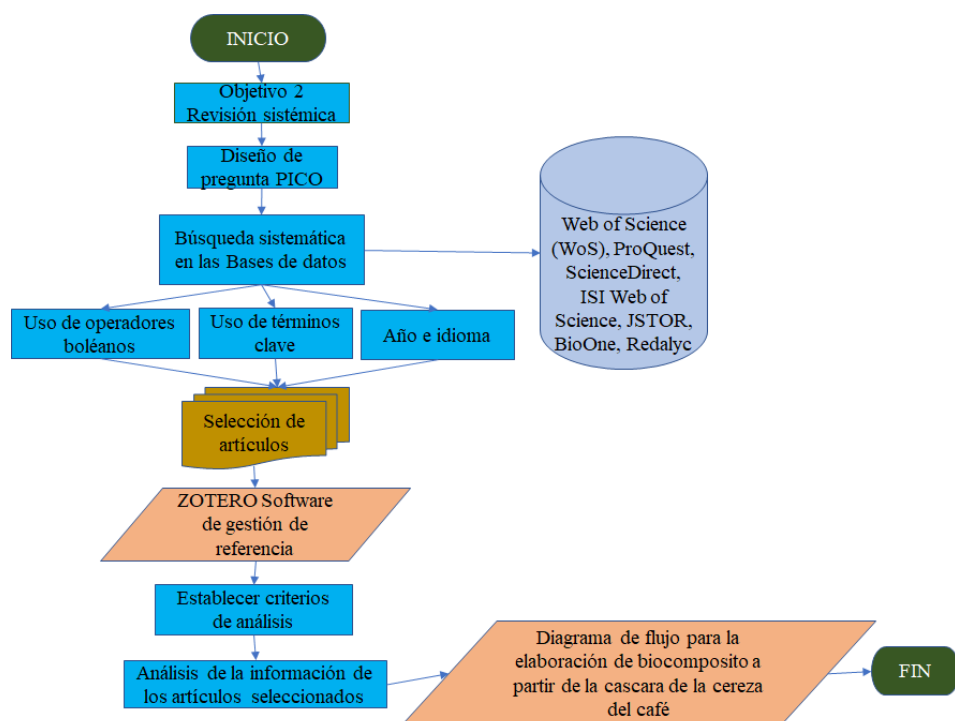


Figura 8 Metodología del objetivo 2. Analizar por medio de una revisión sistemática alternativas de aprovechamiento de cáscara de la cereza de café para la obtención de biocomposito

Fuente: (Autor, 2020)

6.4.3 Fase de evaluación y presentación de los resultados

La evaluación a partir de los principios de la química verde del proceso de elaboración de un biocomposito basado en la cáscara de la cereza del café, se estableció a partir de un procedimiento que permite evaluar qué tanto es el acercamiento verde. El análisis se efectúa en relación al cumplimiento de los principios de la Química Verde, mediante un código de color (Figura 9) y una escala numérica tipo Likert (1–10); que va de totalmente café (1) a totalmente verde (10), y que de manera ponderal indica cuál es el grado de acercamiento al protocolo de la Química Verde (Morales et. al., 2011).

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

	(10)	Totalmente verde
	(9)	Gran acercamiento verde
	(8)	Muy buen acercamiento verde
	(7)	Buen acercamiento verde
	(6)	Ligero acercamiento verde
	(5)	Transición café a verde
	(4)	Ligeramente café
	(3)	Medianamente café
	(2)	Muy café
	(1)	Totalmente café

Figura 9 Elemento tipo Likert: Código de color, escala numérica y categoría. Herramienta de análisis basada en los principios de la Química Verde.
Fuente: (Morales et. al., 2011)

Para una mejor evaluación y mayor comprensión del significado de los principios de la Química Verde, se hizo un diagrama de flujo de la sección o método experimental de trabajo científico que se evaluó, incluyendo pictogramas de los reactivos y disolventes, mostrando qué principio de la Química Verde se está evaluando, qué tan verde o café es su aplicación o incidencia en la escala del 1 al 10, y para otorgar una calificación se tuvo en cuenta la participación de lo que se está analizando en la reacción y cuál fue el daño y/o riesgo que esto representa para el ambiente (Fernández, Soto, & Hernández, 2013).

Complementado la metodología para la evaluación del protocolo, se llevó a cabo una métrica semicuantitativa denominada Green Star (GS) propuesta por (Ribeiro, Costa, & Machado, 2010) cuyo propósito se basó en elegir las reacciones más aceptables para implementar la Química Verde (GC) e identificar modificaciones adecuadas del protocolo para mejorar la ecología de la química llevada a cabo en la elaboración de biocompositos a base de los residuos de la cereza del café. La métrica que se elaboró consiste en la evaluación del verdor de la reacción para cada principio mediante criterios predefinidos, seguido de una representación gráfica de los resultados en un gráfico de radar de Excel: cuanto más completo es el gráfico, mayor es el grado de verdor (Ribeiro et al., 2010). Para el análisis del gráfico radar se estableció el área de la estrella y se comparó con el área total empleando una serie de ecuaciones (Tabla 5) con los datos establecidos en el flujograma.

Tabla 5 Fórmulas para interpretación de los resultados de la evaluación bajo los principios de la química verde y la estrella verde

Área de cada	$\Delta I = ((P_i * P_{(i+1)} - 1))(\text{Sen } \alpha)/2$
Área de la estrella verde	$GS \text{ área} = ([\sum_{i=1}^{10} (P_i * P_{(i+1)} - 1)](\text{Sen } \alpha))/2$
Área total el gráfico radar	$Full \text{ Área} = (((10 (10 * 10 - 1)) * (\text{Sen } \alpha))/2)$

Porcentaje de cumplimiento	$GSAI (\%) = ((\text{Área de la estrella verde obtenida}) / (\text{Área de la estrella verde completa}))$
-----------------------------------	---

Fuente: Adaptado de (Ribeiro et al., 2010)

Tabla 6 Porcentaje y su equivalencia de acercamiento verde

Porcentaje de cumplimiento de los de los principios de la química verde	Nivel de acercamiento
65% - 100%	Totalmente verde
34% - 64%	Medianamente se da un acercamiento verde
0% - 33%	Alejado del acercamiento verde

Fuente: Adaptado de (Ribeiro et al., 2010)

Finalmente, se presentarán los resultados basados en los objetivos planteados, las conclusiones a partir de las evidencias presentadas por los resultados y las recomendaciones para trabajos de investigación posteriores.

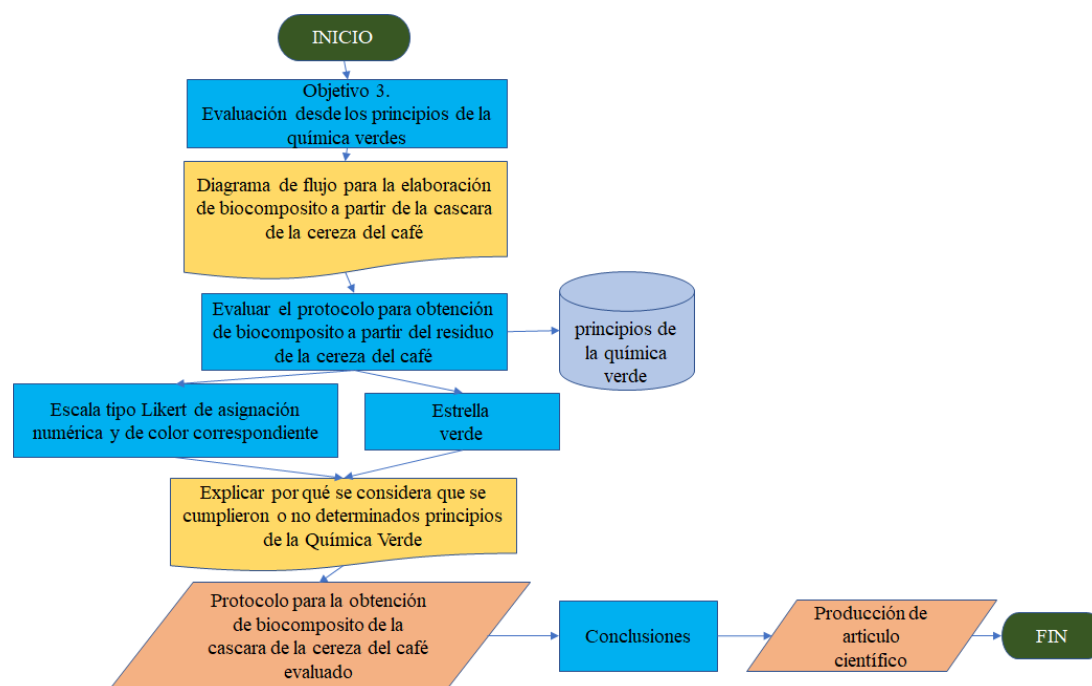


Figura 10 Metodología del objetivo 3. Evaluar a partir de los principios de la química verde el proceso de elaboración de un biocomposito basado en los residuos de la cereza del café.

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

Fuente: (Autor, 2020)

Tabla 7 Matriz de variables

OBJETIVO	VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Diagnosticar la generación y manejo del residuo de cáscara de la cereza del café en la vereda el Diamante (Venecia - Cundinamarca).	Tipo de estrategias para el aprovechamiento de los residuos de café	Dependiente	N° de estrategias de aprovechamiento de los residuos de café	Análisis frecuencia	por La encuesta tipo cuestionario para los pobladores en donde se caracterice la población determinen actividades agrícolas y tipo de desechos
	Familias que habitan la vereda y llevan a cabo cultivo de Café	Independiente	N° de familias productoras de café/ total de familias de la vereda	Análisis frecuencia	por La encuesta tipo cuestionario para los pobladores y observación directa.
	Viviendas que requieren mejoramiento	independiente	N° de viviendas que requieren mejoramiento/total de viviendas de la vereda	Análisis frecuencia	por En el trabajo de campo se hará una la observación directa
	N° de residuos generados por procesos de beneficio del café	Independiente	kilogramos de residuos de café/kilos de café cosechados	Cantidad numérica	Entrevista semiestructurada, observación directa.
	Tipo de residuos generados en la producción de café	Dependiente	Tipo de residuos generado en la vereda durante el último año.	Tipología	Entrevista semiestructurada, observación directa.
Analizar información sobre alternativas de aprovechamiento de cáscara de la cereza de café como potencial de biocomposito.	Investigaciones con protocolos para elaboración de biocomposito	Dependiente	N° de investigaciones con protocolo/investigaciones consultas	Cantidad numérica	Revisión sistemática
	Protocolo para la elaboración de biocomposito	Dependiente	Paso a paso para la elaboración de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café.	Total, compuestos de para elaborar biocomposito	Diagrama de flujo y Elemento tipo Likert (Código de color, escala numérica y categoría)
Establecer protocolo para la elaboración de un biocomposito basado en los residuos de la cereza del café a partir de los principios de la química verde.	Impacto ambiental al elaborar un biocomposito	Dependiente	Puntaje en escala Likert	Tipología escala Likert	Análisis de protocolo a través de los principios de la química verde o estrella verde.

Fuente: (Autor, 2020)

7. Resultados

7.1 Resultados del objetivo específico 1.

Objetivo específico 1: Diagnosticar la generación y manejo del residuo de cáscara de la cereza del café en la vereda el Diamante (Venecia - Cundinamarca).

A continuación, se presentan los resultados del primer objetivo, el cual se centró en diagnosticar la generación y manejo del residuo de cáscara de la cereza del café en la vereda el Diamante. Para ello, se realizó inicialmente una visita técnica a la vereda y se aplicó una encuesta a las familias. Adicionalmente, fue realizada una entrevista al presidente de la Junta de Acción Comunal, que además es caficultor. Lo anterior estuvo acompañado de un registro fotográfico; esto con el fin de conocer la generación y manejo del residuo de cáscara de la cereza del café.

7.1.1 Descripción del área de estudio y visita técnica

Parte importante del diagnóstico consistió en determinar los límites de la vereda e identificar las zonas de cultivo de café. Según datos de la alcaldía del Venecia, la vereda El Diamante tiene un total 84,21 hectáreas, divididas en 14 Fincas de las cuales 33.78 Hectáreas están sembradas con café, en una proporción aproximada de 3000 plantas por hectárea. Con esta información se construyó una salida gráfica (Figuras 11 y 12), para evidenciar las áreas de cultivo, los límites de la vereda y su ubicación con respecto al municipio de Venecia, en el departamento de Cundinamarca.

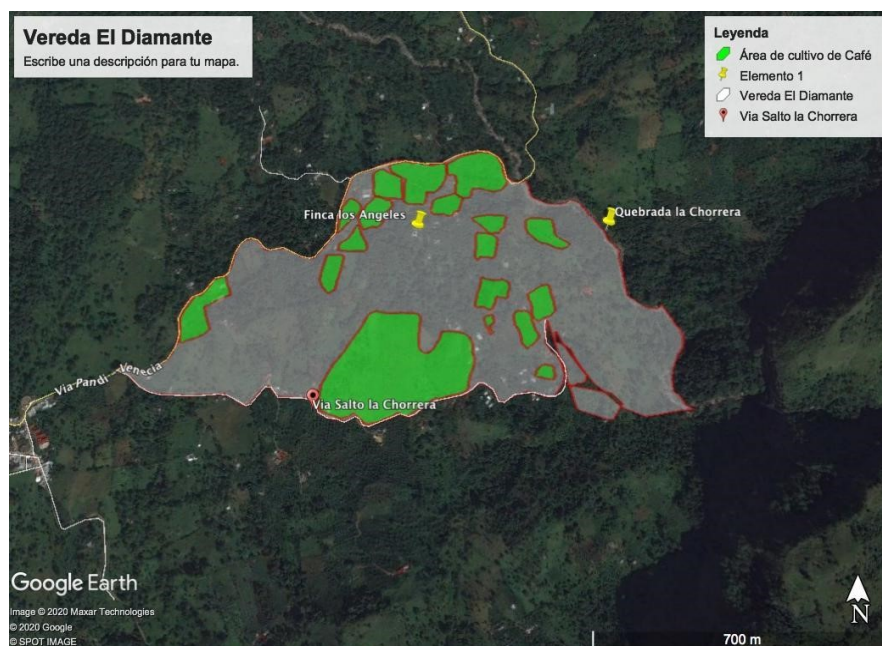


Figura 11 Vereda El Diamante y las zonas cultivadas con café.

Fuente: (Autor, 2020) a través de Google Earth



*Figura 12 Mapa de la Vereda el Diamante y coordenadas de la Finca Los Ángeles.
Relación de la cercanía de la vereda con el pueblo de Venecia.*

Fuente: (Autor, 2020) a través de Google Earth

7.1.2 Aplicación de encuestas

Como parte del recorrido por la vereda se llevó a cabo la encuesta (Anexo 2), la cual fue aplicada a 8 familias de la vereda “El Diamante” (de un total de 14). El análisis de la información obtenida se realizó de forma cualitativa y se organizó en gráficas.

La mayoría de los habitantes se encuentran por encima de los 50 años (Figura 13), cerca del 83,3 % de las viviendas son propias (Figura 14) y el 80% de los pobladores habita la vereda hace más de 16 años (Figura 15). El 100% de las fincas tiene cultivos, por tanto, la actividad principal realizada por los habitantes es la agricultura (Figura 16), y los principales tipos de cultivo son el café y el banano.

La agricultura tiene varias implicaciones, la venta por ejemplo, la cual el 66,7% lo hace a través de venta directa y el 33,3% mediante ventas al minorista (Tiendas). Otra implicación importante es la generación de desechos por abonos, productos químicos y residuos de las viviendas aledañas. Dichos residuos sólidos son quemados, enterrados o entregados al carro recolector (Figura 17).

También se producen desechos orgánicos, los cuales en un 66% son utilizados para la elaboración de abono (Figura 18), pero la comunidad no cuenta con las normas técnicas para su obtención, lo que limita el aprovechamiento de dicha biomasa.

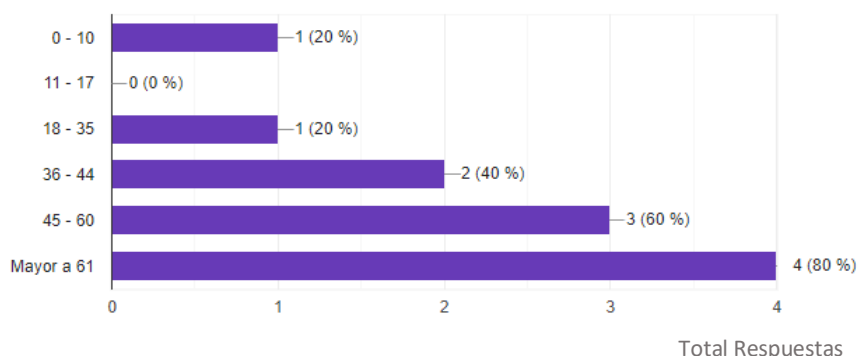


Figura 13 Edad de los habitantes de la vereda El Diamante

Fuente: (Autor, 2020)

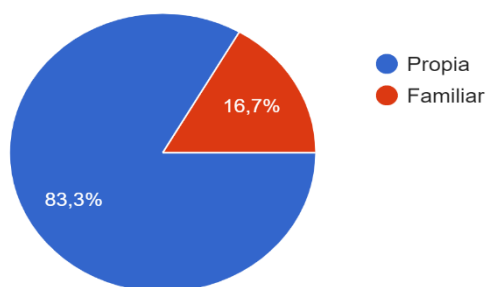


Figura 14 Tipo de vivienda

Fuente: (Autor, 2020)

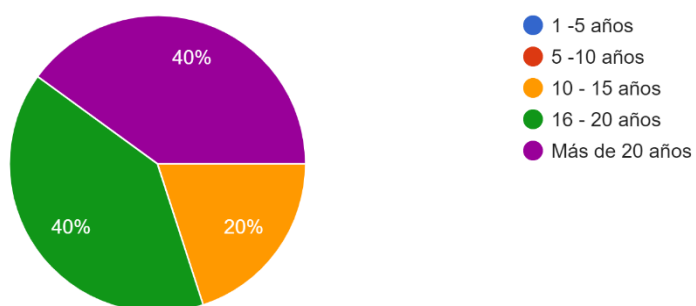


Figura 15 Tiempo de permanencia en la vivienda.

Fuente: (Autor, 2020)

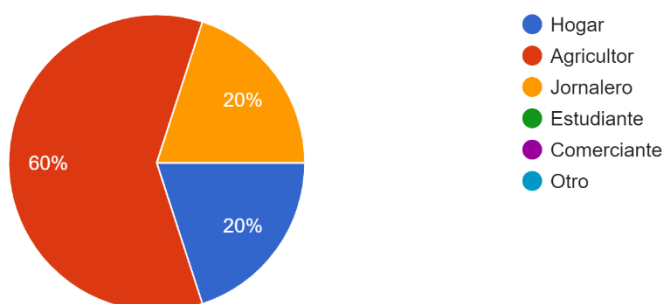


Figura 16 Actividad principal realizada por los habitantes de la vereda
Fuente: (Autor, 2020)

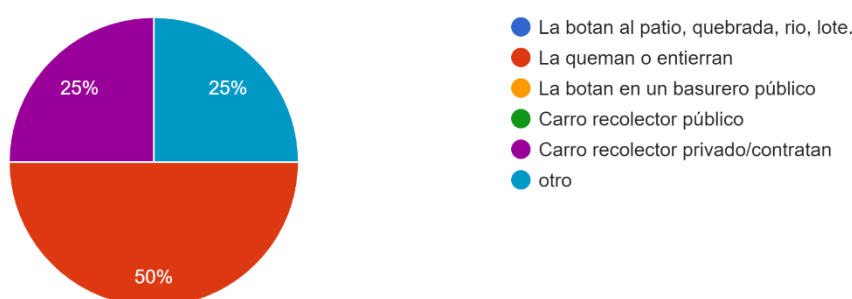


Figura 17 Eliminación de desechos sólidos (bolsas, frascos, entre otros)
Fuente: (Autor, 2020)

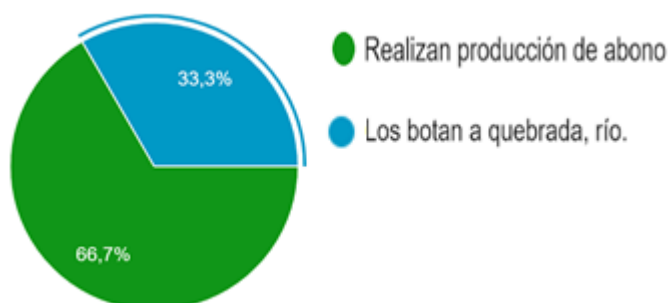


Figura 18 Residuos orgánicos producidos tras la cosecha
Fuente: (Autor, 2020)

Parte del diagnóstico consistió en conocer el estado de las viviendas de la vereda “El Diamante”, los tipos de materiales utilizados para la construcción y las características de las adecuaciones cuando tuvieran lugar, esto con el fin de identificar los posibles usos del biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café en la mejora de las viviendas de la vereda “El Diamante”.

La información obtenida indica que las viviendas están construidas en bloque de cemento y los techos en zinc, lámina y madera (Figuras 19 y 20). El 100% han sido remodeladas en pisos, paredes techos o ventanas, con materiales de concreto y zinc, seleccionados en un 98% por economía de los productos. Esto indica que el factor económico es un condicional a la hora de elegir materiales de construcción, lo que

representa un ventaja al biocomposito al ser una alternativa que puede obtenerse de los residuos generados por la cosecha del café, cultivo que es abundante en la zona.

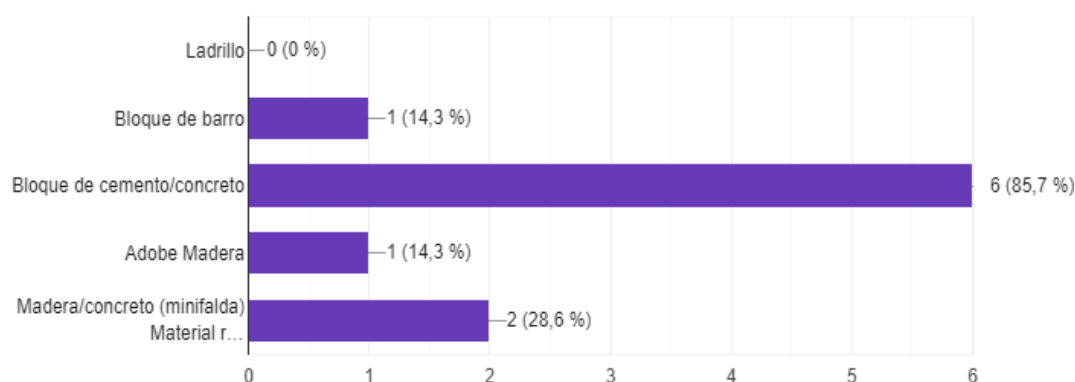


Figura 19 Identificación de materiales de construcción de las viviendas
Fuente: (Autor, 2020)

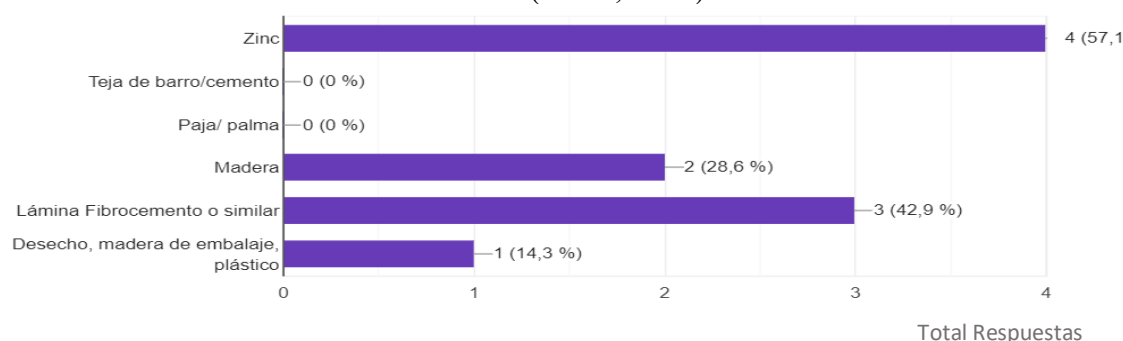


Figura 20 Identificación de materiales de construcción del techo
Fuente: (Autor, 2020)

La entrevista se analizó a través de la técnica de análisis del contenido en la (Tabla 8). Se interpretaron los textos (transcripción de entrevista) de forma sistemática, objetiva, replicable, y válida. Para esto, se determinaron 13 categorías a partir de las respuestas a las preguntas de la entrevista, se categorizó la información transcrita de la entrevista en las proposiciones, luego se hicieron las agrupaciones como inferencias, con el objetivo de explicar o deducir lo que hay en el texto (Abela, 2002). De esta manera, se obtuvo información sobre las técnicas para el sembrado del café, los desechos que se producen y el aprovechamiento que se le da a los mismos en la vereda.

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

Tabla 8 Triangulación de los resultados de la entrevista a caficultor de la vereda El Diamante para conocer los procesos de cultivo, beneficio y comercialización del café

CATEGORÍAS	PROPOSICIONES	AGRUPACIONES
Siembra del café	Usted ve el café a la intemperie y café bajo sombra, tenemos tres clases de sobra el banano, lo frutales y el sombrío natural que son los árboles nativos y las nubes.	Las plantas de café de la zona son sembradas cada 3 años, y completados los seis años se eliminan completamente. Para la siembra eficiente del café se requieren espacios establecidos desde la federación, para que el crecimiento y cosecha no afecte las plantas.
	el café más antiguo que tenemos es de seis años	
	En uno o dos años se debe soquear o resembrar, el zoqueo se quita el café verde, cuando queda el tallo principal se corta a 30 centímetros del suelo y la plata a los 6 meses se empieza a ver el proceso de crecimiento	
	El café que se sembró hace 6 años está próximo a ser soqueado (podado)	
	La siembra se hace una distancia establecida para que no se quede mucho grano en la planta que puede afectar la producción	
	Este lote se llama semi-café 1, la característica es que es de porte bajo y alta producción.	
	Este café se sembró en octubre del 2018 ya va a empezar la producción	
	Esta planta dará café por otros tres años. Y ahí definitivamente se arranca la planta y se vuelve a sembrar.	
	La Finca tiene entre 1200 y 1500 plantas de café	
	Es que el café no se deja a libre crecimiento, sino cuando está a una altura de 1,20 o 150. se corta y se vuelve más frondoso	
Descripción de la cosecha	Producción de café se afecta por el exceso de sombrío entonces no le entra mucha luz ni mucho calor, entonces la planta parece ornamental, solo hojas.	La cosecha de café debe regularse la cantidad de sombra y las plantas que se siembren para acompañar el cultivo. La cosecha inicia con la recolección de los granos maduros, estado uva; la planta debe quedar sin semillas para evitar contagios de broca. Se estima que la cosecha se dé
	La cosecha inicia con la recolección.	
	Nosotros estamos trabajando con cafés especiales, entonces la recolección es sólo granos maduros	
	La producción disminuye mucho después de la poda.	
	El café se recoge en estado uva	
	La prueba de que acabo de pasar la cosecha es que la plata no tiene ninguna semilla	
	La planta en este momento ya se está preparando para la nueva cosecha, ya se evidencian unos brotes	

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

	Se recolecta los granos uva que son los utilizados para hacer la prueba de taza	dos veces al año.
	La próxima cosecha será escasa por la falta de lluvia y se recogerá al final del año.	
	En otras Fincas lo dejan a libre crecimiento y cuando lo cosechan usan un gancho con unas herramientas, pero lesiona el gajo principal.	
	Tener lotes en diferentes tiempos garantiza la cosecha del café casi todo el año.	
	Es necesario que se recoja toda la cereza.	
CATEGORÍAS	PROPOSICIONES	AGRUPACIONES
Beneficio del café	El café sobre maduro afecta la calidad de taza	Para obtener un kilo de café en pergamino es producto del 20% del café en cereza, en otras palabras, para obtener 20% kilos de café en pergamino se debió recoger 100 kilos de café en cereza. Una vez colectada la cereza, las semillas absorben el azúcar, por esto es necesario dejar en reposo las semillas por 24 horas. Luego del reposo se agrega agua y se inicia el proceso de selección, separando los balsos. Este proceso se conoce como descerezado. Posterior a esto se lleva a cabo el secado y los desechos de la cereza son lavados y removidos.
	La federación tiene como base que para que el cultivo sea rentable una planta debe producir un kilo de café pergamino al año. Un kilo de café es el 20% de una cereza.	
	Inicia con la recolección del café, los granos maduros.	
	La almendra entra en crisis y empieza a buscar el azúcar en la cereza	
	Para tener 20% kilos de café en pergamino se debió recoger 100 kilos de café en cereza.	
	Las semillas se ponen en un tanque de reposo por 24 horas	
	Se agrega agua y separamos los balsos, se llaman balsos, la planta tiene dos cotiledones, se suben y se hace tratamiento aparte.	
	La cereza robusta se hace tratamiento aparte	
	Si se coge el café y se descereza de una vez pierde el sabor.	
	Eso va a los cafés especial	
	La cacota, hace parte del beneficio	
	El tiempo de fermentación es de 48 horas en promedio lo que da un sabor especial que permite obtener los atributos	
	En esta zona se pone el café en cereza, se deja 24 horas	
	El beneficio termina con el secado y obtención del café pergamino.	
	queda la almendra y se hacen los lavados	

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

	El café pelado sin el cisco o trilla se llama café verde.	
	El caficultor recoge los granos maduros, pintones, verdes, lo descerezar el mismo día, lo lava lo seca,	
	Se lava la cereza	
CATEGORÍAS	PROPOSICIONES	AGRUPACIONES
Comercialización del café	La micro central de servicio del café, que atiende a 350 caficultores	La comercialización se hace del café seco de agua, café en pergamino y café molido, la vereda cuenta con un punto de recolección en el pueblo donde se compra el café seco. Para la venta de café en pergamino o café verde se hace con empresas externas a municipio. El pago de café está determinado por la evaluación que se le hace cada lote, dicha evaluación está basada en valores establecidos que indican la calidad del café y con esto el precio de compra.
	Se recolecta el café recién cogido, se lo compran y se lo pagan	
	La micro central se encarga del proceso de beneficio.	
	as personas entregan café en cereza y recogen el abono	
	La idea es tener en la vereda una micro central,	
	se evalúan fragancia, aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, balance, uniformidad, taza limpia, dulzor, y sale el puntaje catador global, los valores se dan de 1 a 10	
	La calificación y captación se hace por cada lote	
	café molidos son comercializado	
	EL café pergamino se lleva a alma café	
	La federación califica los 10 atributos para café especiales, dos aromas y acidez.	
	Ese café molido se entrega y se empaca.	
	existe café para el consumo y su valor es de \$6000 la libra	
	32.5 kilos en pergamino salen 41 libras de café molido.	
	La federación mide los atributos del café y entrega una curva	
	se saca el partido y se usa para el café de consumo,	
	Café especial, que sale de la cereza Grande se vende a \$18000 la libra.	
	Ese café se vende a granel en la cooperativa	
	El 80% vende el café seco de agua.	
	Allí se mezcla con las demás muestras de los otros caficultores.	
	Al mes se devuelve la cacota con otros componentes como abono y se vende a \$1000 el bulto.	

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

CATEGORÍAS	PROPOSICIONES	AGRUPACIONES
Describe espacios entre plantas	Tenemos tres clases de sobra el banano, lo frutales	La federación de cafeteros establece los espacios para las siembras del café. Existen tres tipos de cultivos, lo que están desprovistos de vegetación, los que están acompañados con frutales y los que se encuentran entre la vegetación nativa y conservada de la vereda.
	Algunas Fincas no tienen ningún tipo de vegetación.	
	La distancia de siembra es la establecida por la federación.	
Plantas que acompaña el cultivo	Usted ven el café a la intemperie y café bajo sombra, tenemos tres clases de sobra el banano, lo frutales y el sombrío natural que son los árboles nativos	La mayoría de los cultivos están acompañados principalmente con banano y plátano. Seguido de frutales como naranja. Algunas Fincas acompañan el cultivo de café con vegetación nativa, sin embargo, la producción de café es menor.
	Cuando el café estaba pequeño se sembraron algunas plantas de guanábana, alrededor de 100 plantas	
	La vegetación cercana al cultivo, se quita con guadaña no se usan químicos como matamalezas	
	La Finca tiene 1500 plantas de banano distribuidas.	
	Sembraran banano.	
	En esta zona se tenía un bosque, se desplazó el bosque para probar la siembra de esta nueva variedad.	
Tiempo, tipo y cantidad de fumigaciones, para el cuidado del cultivo.	La federación patrocina la fumigación para el mantenimiento de las plantas	La federación autoriza el uso de sustancias químicas para la eliminación de plagas asociadas al cultivo de café. Sin embargo, algunas familias han decidido no emplear químicos, se despejan las plantas con guadaña y se agrega abono orgánico, con el fin de
	Pero acá en la Finca no se fumiga, ni insecticida, ni matamalezas	
	No queremos cambiar las características el terreno sobre todo en los micronutrientes.	

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

		mejorar las propiedades del suelo.
CATEGORÍAS	PROPOSICIONES	AGRUPACIONES
Tiempo entre cosechas	Lo ideal es que las cosechas sean cada 6 meses,	La recolección de café se hace en promedio cada 6 meses.
	Al final del año se tuvo una cosecha bastante buena	
	La recolección se hizo entre octubre, noviembre y diciembre.	
	Ahorita se ve café verde que se podrá recoger a finales de abril y mayo y mediados de junio	
Qué ocurre con la cereza del café	Se deja la semilla durante 24 horas en reposo para que la almendra absorbe el azúcar de la cereza	El descerezado inicia 24 horas después de la cosecha, se separa de las semillas con ayuda de agua, que acompaña la cereza durante 48 horas. Los residuos de la cereza del café se emplean para la producción de abono.
	Se entregan café en cereza y recogen el abono	
	En esta zona se pone el café en cereza, se deja 24 horas	
	Café especial, que sale de la cereza grande	
Beneficios para el cultivo del café	El agua que es el más beneficio le produce al café.	Controlar la cantidad de agua y el uso de abono orgánico, genera los beneficios a la planta de café ya que aumenta la cantidad de semillas producidas
	Estas características del café son naturales solo se apoyan con abono químico y orgánico.	
Nombre los residuos generados durante el proceso	Se quitan todos los gajos y se amontonan,	Granos verdes recolectados, son secados y usados de abono, el agua del lavado para el descerezado del café es almacenada como abono líquido, los residuos de la cereza del café se almacenan para producir abono que es servido en los cultivos de café.
	La pepa de café verde para evitar la broca y se lleva a la fosa de abono, se deja secar.	
	Salen los lixiviados y se almacena en un tanque como abono líquido	
	El abono se saca en baldes para revolver con abono químico y se agrega a los cultivos.	
	El proceso natural, se le da vuelta, no se le mide temperatura, ni humedad, ni acidez, ahí dura más o menos un mes, se cambia de lugar y esos es todo el proceso.	
	Cisco, se usa para concentrados de perros y gatos y abonos.	

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

	El abono tiene bastantes organismos	
	El agua que queda del lavado y descerezado pasa por un tanque	
CATEGORÍAS	PROPOSICIONES	AGRUPACIONES
Disposición de los residuos en la producción de café.	El abono no tiene medición de algún microorganismo	Los residuos son almacenados de acuerdo a sus características y origen, el agua usada para el proceso de beneficio es almacenada en tanques para su posterior aprovechamiento. Los residuos de la cereza de café son depositados, tapados pero no estudiados, para la producción de abono. Los residuos como plásticos, se almacenan temporalmente y se entregan a los vehículos dispuestos por la alcaldía para dicho fin.
	Se amontonan al pie del árbol se recoge la pepa de café verde para evitar la broca y se lleva a la fosa de abono, se deja secar.	
	En algunos lugares se queman, que no deben ser.	
	A este (lixiviados) no se le mide el pH ni nada.	
	En un mes se quita esto que ya se ha descompuesto	
	se agrega a los frutales y al banano y estas plantas estas cerca al café y esto beneficia al café	
	Lo que se produce en la Finca que no se descomponga lo agregan ahí en un lugar de almacenamiento que contiene bolsas.	
	Los plásticos se sacan a la orilla de la carreta mientras su recolección se almacene en la Finca.	
Productos de desecho pueden ser aprovechados	Descomposición de la cereza se mezcla con ceniza y desechos de la casa se revuelve con abono químico y se aplica a las plantas.	El abono producto de las descomposiciones de la cereza del café es mezclado con ceniza y agregado a los cultivos, frutales.
	Se agrega a los frutales y al banano	
	se va dando vuelta y vuelta, de acá se va sacando para agregar abono al cultivo	
	Fuente: (Autor, 2020)	

El análisis parte de la categorización y triangulación, a través de la técnica análisis del contenido (Abela, 2002), de los resultados obtenidos de la entrevista hecha al presidente de la Junta de acción comunal, con el fin de establecer los parámetros con los cuales se siembra el café, se llevan a cabo los procesos de beneficio, y conocer los tipos de residuos generados durante el proceso.

Se pudo establecer, que las plantas de café se vuelven a sembrar cada tres años, bajo técnicas que permiten mejorar la cosecha. Pasado seis años se elimina completamente el cultivo. La federación de cafeteros recomienda los espacios entre plantas, la regulación de la cantidad de sombra y las plantas que acompañan al cultivo (Valencia & Robledo, 2009). En tanto, la vereda El Diamante cuenta con tres tipos de cultivos, los que están desprovistos de vegetación, los que están acompañados con frutales, cultivos de banano y plátano, los que se encuentran entre la vegetación nativa cuya producción de café es menor.

Para eliminar o prevenir las plagas asociadas al cultivo, evitar la pérdida del fruto y daño de las plantas durante la cosecha, que ocurre dos veces al año, la federación recomienda que se recolectan todos los granos maduros y que es posible aplicar sustancias químicas como abonos (Bustillo, 2007). Sin embargo, algunas familias han decidido no emplear químicos, en tanto, se emplean técnicas como despeje de plantas con guadaña y suministro de abono orgánico, con el fin de mejorar las propiedades del suelo, que ha traído como resultado aumento en la cantidad de semillas producidas.

Una vez colectada la cereza, las semillas se dejan en reposo por 24 horas. Pasado este tiempo, se agrega agua para dar inicio a la selección, haciendo una separación de balso, este proceso se conoce como descerezado, los desechos de la cereza son lavados y removidos.

Los residuos de descerezado son almacenados de acuerdo a sus características y origen, el agua usada para el proceso de beneficio es almacenada en tanques para su posterior aprovechamiento, como abono líquido. Los residuos de la cereza de café son depositados, tapados, pero no estudiados, para la producción de abono que es mezclado con ceniza y servido en los cultivos, y frutales.



Figura. 21 Residuos de la cereza del café en el proceso de beneficio, Vereda el Diamante.

Fuente: (Autor, 2020)

La comercialización se hace del café seco de agua, café en pergamino y café molido. La vereda cuenta con un punto de recolección en el pueblo donde se compra el café seco. La venta de café en pergamino o café verde se hace con empresas externas al municipio. Es importante resaltar que para obtener 20 kilos de café en pergamino (café listo para ser molido), se requiere coleccionar 100 kilos de café en cereza, cuyo pago está determinado por la evaluación que se le hace cada lote. Dicha evaluación está basada en valores establecidos que indican la calidad del café y con esto el precio de compra.

7.1.3 Proceso de cultivo del café en la vereda “El Diamante” y generación residuos

En base a la visita de diagnóstico realizada a la vereda el Diamante, fue posible determinar y comparar los procesos adelantados para el cultivo del café y lo expuesto en la bibliografía. En tanto, el cultivo del café tiene inmersos procesos en los cuales se producen distintos tipos de residuos (Figura 22). Sin embargo, los residuos son aprovechados únicamente para la producción de abono, no se hace el seguimiento de variables fisicoquímicas tales como pH, humedad o temperatura. Es un abono no tecnificado lo que contribuye potencialmente a generar problemas de eutrofización a los que se expone el suelo producto de dichas prácticas.



Figura. 22 Procesos en el cultivo del café y sus residuos.

Fuente: (Autor, 2020)

Como parte del diagnóstico se llevó a cabo un registro fotográfico con el fin de establecer las características de las viviendas de la vereda El Diamante (Venecia - Cundinamarca) (Tabla 9) y se determinó que una de las necesidades apremiantes en la vereda lo constituye la mejora de las viviendas que están construidas con madera, adobe y las que han hecho remodelaciones han utilizado bloque, pero faltan acabados o están incompletos.

7.1.4 Descripción de problemáticas asociadas al estado de las viviendas en la vereda “El Diamante”

Tras la visita diagnóstica, la revisión fotográfica y la revisión de los postulados de la resolución 620 de 2008, se observa que las viviendas pertenecen al área rural. Los elementos constructivos empleados en su estructura y acabados son principalmente en bloque, madera, los techos en su mayoría son de madera y zinc. Las casas no cuentan con obras adicionales o complementarias adicionales. Se estima que las construcciones tienen alrededor de 11 años en promedio. El estado de conservación física de dichas viviendas se debe determinar teniendo en cuenta que se encuentran en ecosistemas naturales que cultiva, conserva, transforma o deteriora.

Tabla 9 Viviendas de la vereda El Diamante

		
Vivienda construida en madera, tejas en Zinc. No ha sido remodelada.	Vivienda construida en madera, cuenta con una habitación reconstruida en ladrillo, pero el techo está en plástico.	Vivienda construida en bahareque, las tejas en Zinc bastante antigua.

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

		
Vivienda construida con ladrillo, teja en zinc. En las paredes posteriores se evidencia deterioro y posibles colmenas de abejas.	Vivienda construida en ladrillo, tiene adecuaciones para la mejora, como el baño con pared en poli sombra y zinc.	Casa que se encuentra a la orilla de camino, quemada por turistas en la zona. Se reconstruye con teja y madera y ahora funciona como depósito.
		
Caseta para el almacenamiento de productos de la cosecha o insumos, construido en teja y madera.	Caseta para el almacenamiento de productos de la cosecha o insumos, construido en teja y madera.	Invernadero construido en PVC y plástico, para el secado del café.

Fuente: (Autor, 2020)

En cuanto a la tecnología, para la construcción, la vereda El Diamante cuenta con dos tipos de vivienda: la rural tradicional, en donde se emplean materiales industriales, mezclándolos con componentes tradicionales; y la rural artesanal la cual emplea técnicas artesanales y materiales naturales del entorno (Sánchez et al., 2010).

Para la construcción de viviendas rurales se tiene como referencia la Norma Colombiana Sismo Resistente (NSR10) en su título E “Casas de uno y dos pisos” en donde se define las especificaciones técnicas de diseño para la construcción de este tipo de viviendas. Además, de la tipología empleada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural elaborada por el Banco Agrario que corresponde a un sistema estructural de muros confinados (DNP, 2017).

Los procedimientos de diseño y construcción de instalaciones eléctricas e hidráulicas, deben ceñirse a las normas RETIE, y RAS respectivamente, y siempre deben estar validados con el acompañamiento de los profesionales idóneos para tal fin. Los materiales

a emplear deben ser de fuentes confiables, preferiblemente con acreditaciones de calidad y cumplimiento de las normas ISO e INVIAS (para granulares y geotextiles). Las actividades de obra deberán contar con el respectivo plan de manejo ambiental para la adquisición de la licencia ambiental de construcción como lo dispone la ley 99/93 (DNP, 2017). Las viviendas deben contener un diseño estructural, que contenga: Planta estructural de cimentación y cubierta, Cortes transversales, Detalles de refuerzo en vigas y columnas, Detalles de refuerzo de elementos no estructurales (DNP, 2017).

En este sentido se considera que las construcciones visitadas en la vereda El Diamante requieren de un mejoramiento, entendido este como la intervención habitacional que pretende subsanar una o varias de las deficiencias, con el fin de superar uno o más de las deficiencias de habitabilidad. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que cualquier tipo de adecuación, debe cumplir como mínimo con las normas técnicas constructivas vigentes en Colombia, en lo especial con lo definido en la Ley 400 de 1997, la norma NSR-10, o la norma que la modifique (Gobernación de Cundinamarca, 2017).

7.2 Resultados del objetivo específico 2.

Objetivo específico 2: Analizar información sobre alternativas de aprovechamiento de cáscara de la cereza de café como potencial de biocomposito.

7.2.1 Búsqueda de información

Como parte del desarrollo del segundo objetivo, se obtuvieron como resultados de la búsqueda en las bases de datos establecidas 45 investigaciones, las cuales fueron almacenadas y organizadas empleando el software Zotero (Figura 23). Luego se seleccionaron 21 investigaciones que se relacionaban específicamente con el aprovechamiento de los residuos de café y la producción de un biocomposito. Teniendo en cuenta que la búsqueda se dio en diversas bases de datos, las 21 investigaciones seleccionadas fueron organizadas (Tabla 10) para visualizar el potencial impacto de las publicaciones en la comunidad científica, considerando la reputación de las revistas en términos de categorización, indexación, número de citaciones entre otras variables. Es importante aclarar que dichas características no aplican para los trabajos de grado.

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

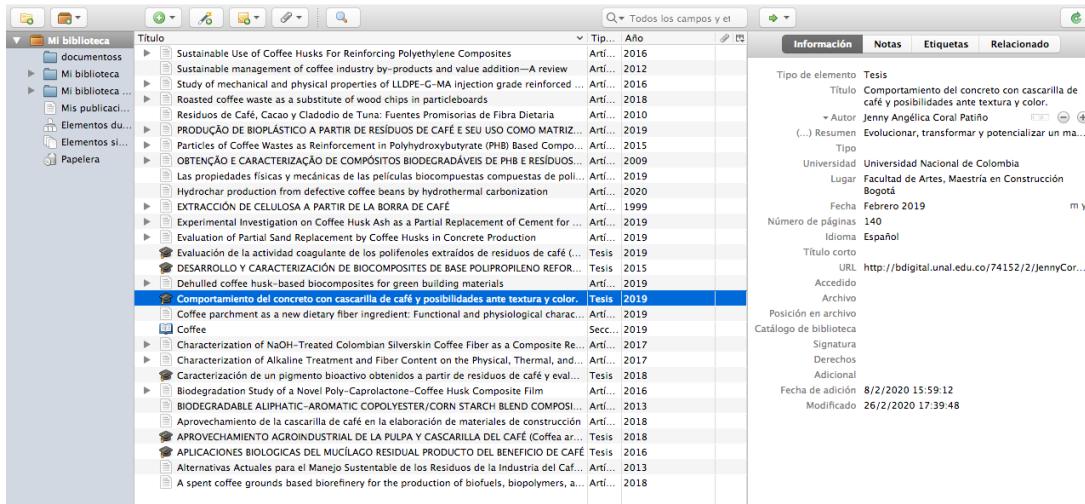


Figura 23 Software de Zotero para el almacenamiento y organización de la información sobre el aprovechamiento de los residuos de la cereza del café.

Fuente: (Autor, 2020)

Tabla 10 Investigaciones seleccionadas con su nivel indexación y categoría.

Nº	Tipo de Documento	Revista	Factor de impacto	Indexación	Categoría	Url
1	Journal Article	J Polym Environ	2.765	Scopus	Q2	https://link.springer.com/article/10.1007/s10924-016-0917-x
2	Journal Article	Revista Tecnológica ESPOL – RTE	-	-	-	file:///Users/juanjose/Downloads/57-88-1-SM.pdf
3	Thesis	NO APLICA	-	.	-	ttp://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10317/1/UDLA-EC-TIAG-2018-28.pdf
4	Book Section	NO APLICA	-	-	-	https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814138-0.00017-4
5	Journal Article	Revista Cenicafe	-	-	-	https://www.cenicafe.org/es/publications/arc050(03)205-214.pdf
6	Thesis	NO APLICA	-	-	-	http://noesis.uis.edu.co/bitstream/123456789/39345/1/161238.pdf
7	Journal Article	Materials Research	1982	Scopus	Q2	http://dx.doi.org/10.1590/1980-5373-MR-2015-0586
8	Journal Article	Journal of Composite Materials	1755	Scopus	Q2	sci-hub.tw/10.1177/0021998316644854

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

9	Journal Article	Journal of Thermoplastic Composite Materials	1343	Scopus	Q2	sci-hub.tw/10.1177/0892705719876308
10	Journal Article	BioResources	1396	Scopus	Q2	https://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_12_4_8803_Ochoa_Colombian_Silverskin_Coffee_Fiber/5639
11	Journal Article	SIMPOSIO	-	-	-	http://www.consorciopesquisacafe.com.br/ojs/index.php/SimposioCafe2019/article/view/234/119
12	Journal Article	Journal of Environmental Science and Engineering	6	Scopus	Q4	http://www.davidpublisher.com/Public/uploads/Contribute/5db25a694aa00.pdf
13	Journal Article	Cikitusi Journal for Multidisciplinary Research	-	-	-	file:///C:/Users/JJCM/Downloads/Experimental_Investigation_on_Coffee_Hus.pdf
14	Journal Article	Key Engineering Materials	2550	Scopus	Q3	https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.824.87

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

15	Journal Article	Instituto de energía e investigación nuclear Depósito Digital de Producción Científica Técnica	-	-	-	https://www.ipen.br/biblioteca/cd/cbpol/2009/PDF/1281.pdf
16	Journal Article	Distribution Annals are distributed by the Bookshop of Warsaw University of Life Sciences Press, 166 Nowoursynowska St., Warsaw, Poland.	-	-	-	https://www.researchgate.net/profile/Vicente_Ibanez2/publication/330846543_Using_robotics_for_complex_furniture_fatigue_tests/links/5d8cc9ca299bf10cff129418/Using-robotics-for-complex-furniture-fatigue-tests.pdf#page=45
17	Journal Article	International Journal of Polymer Science	700	Scopus	Q2	https://doi.org/10.1155/2017/6258151
18	Journal Article	Materials Research	1982	Scopus	Q2	http://dx.doi.org/10.1590/1516-1439.318114

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

19	Journal Article	<i>El Higo Revista Científica</i>	1473	Revistas de Nicaragua	-	http://revistas.uni.edu.ni/index.php/higo/article/view/31
20	Thesis	NO APLICA	-	-	-	http://bdigital.unal.edu.co/74152/2/JennyCoralPatino.2019.pdf
21	Journal Article	Journal of Renewable Materials	1427	Scopus	Q3	https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.32604/JRM.2018.00127

Fuente: (Autor, 2020)

Posteriormente se realizó una matriz (anexo 4) con el fin de relacionar metodología, materiales, producto, posibles usos o aplicaciones de biomaterial producido y la normatividad en la que se basaron para desarrollar los protocolos. Dicha relación en la matriz se llevó a cabo a través de categorías, que permitieron seleccionar el tipo de biocomposito a analizar y con esto comparar los protocolos y materiales empleados, para proponer el procedimiento objetivo de esta investigación.

7.2.2 Selección de protocolos

A partir de las necesidades identificadas durante el diagnóstico en la vereda “El Diamante”, fueron seleccionadas 4 investigaciones, en las cuales la cáscara de café se emplea para la obtención de productos que sustituyan la producción de hormigón, a fin de reducir el uso de arena; producción de Hormigón aunque también se puede obtener Cemento; elaboración de bloques en concreto “Concreto portland” con el fin de reducir los costos de producción del mismo, e impactar de forma positiva al medio ambiente. Estas cuatro investigaciones se categorizaron para obtener materiales, tipo de residuo empleado y tratamiento llevado a cabo para su conservación, procesamiento, propiedades del biocomposito y métodos para la identificar de las características de dicho biocomposito.

Con la categorización de las cuatro investigaciones se consolidó el protocolo (Figura 24) para la obtención de un biocomposito a partir de los resultados de la cereza del café, dicho protocolo se organizó en etapas basados en las categorías establecidas en la matriz (Tabla 11).

Tabla 11 Categorización para consolidar el protocolo para elaborar el biocomposito.

Tipo de residuo	Tratamiento para el residuo	Materiales	Procedimiento	Propiedades de biocomposito	Pruebas de calidad
Residuos de las cascavas del café	Se tritura en molino los residuos de café	Agregado grueso de 26,5 mm a 2,36mm.	Los ingredientes del hormigón se mezclaron manualmente a fondo con una cantidad calculada de agua.	Los niveles de sustitución del cemento por la ceniza de cáscara de café considerados fueron 10 %.	Las propiedades se evaluaron a través de la prueba de la resistencia a la compresión que se realizaron en el laboratorio de Universidad Nacional
	Cascarilla de café, secada en un horno a 55° durante 25 horas,	Compuesto de silicatos y aluminatos para el cemento. dando mayor resistencia mecánica	La proporción adecuada en 1:3:3 (cemento, arena, agregado grueso)	Las pruebas de resistencia de compresión deben estar bajo la norma para los materiales de construcción	La prueba a la compresión se realizaron a los 7,14, y 28 días. de producidos los bloques
	Proceso propio del café para evitar que se degrade. Se realiza análisis granulométrico	Agua para la mezcla corresponde al 28% de la solución. Agregado fino: arena menos 2,0 mm	Se hidrata en presencia de agua para formar un material de alta resistencia mecánica.	Se elaboraron bloque de 150 mm ³ que se dejaron secar por 24 horas	Los bloques de cemento se agregaron a una solución saturada de agua y cal pasadas 24 horas de la producción, para curación
	El residuo de café, las cáscaras de café. la arena se tamizaron y las fracciones retenidas en un tamiz de 1,18 mm	Cal agrícola con agua para curar los bloques de cemento	El valor del pH del agua no debe ser inferior a 6	Se prueba el cemento y la ceniza de café en agua para identificar impurezas	
Fuente: (Autor, 2020)					

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

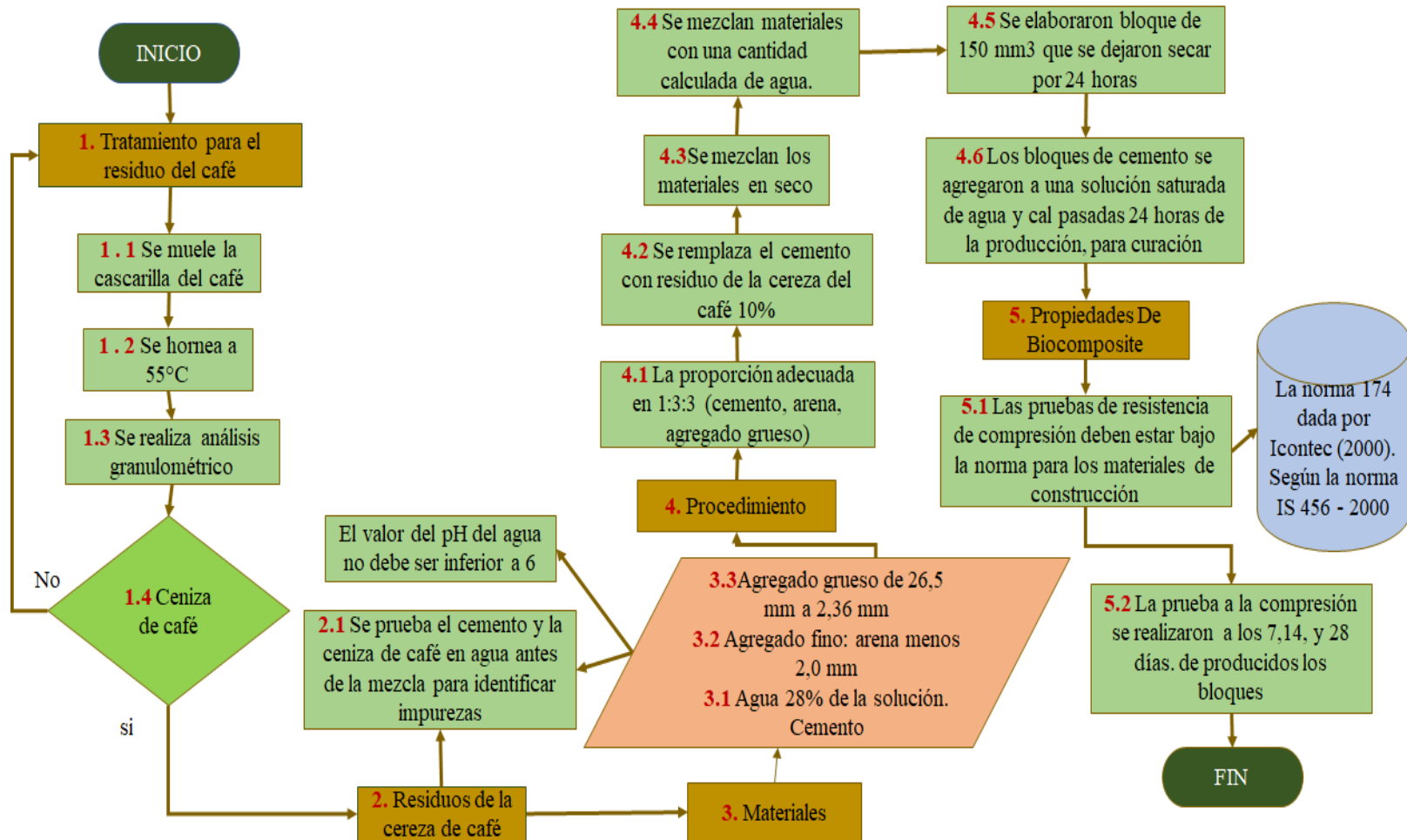


Figura 24 Protocolo para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café

Fuente: (Autor, 2020)

Finalmente es importante mencionar que para obtener este protocolo se realizó una búsqueda en fuentes bibliográficas, en las que se encontraron varios trabajos en común sobre la posibilidad de obtener un biocomposito para la construcción. Sumado a esto, la necesidad de mejora que tienen las viviendas de la vereda El Diamante, que se evidenció tras la visita de diagnóstico, fueron los argumentos que permitieron seleccionar este protocolo como la alternativa más relevante para el área de estudio.

Sumando a esto, el aprovechamiento de los residuos de la cereza del café generados en la vereda El Diamante en la elaboración de un biocomposito, disminuirá la acidificación del suelo en donde se ha almacenado los residuos orgánicos sin tecnificación, teniendo en cuenta que dichos residuos contiene pH ácido y alta carga de fenoles y polifenoles que son tóxicos para la mayor parte de la fauna edáfica (Beyra et al., 2015). Además, se disminuirá la contaminación generada en los cuerpos de agua por efectos de los lixiviados de los residuos del beneficio del café. En tanto, con el uso potencial de este biocomposito como refuerzo para la obtención de hormigón se solventa, la necesidad de mejora de las casas de la vereda, la disminución en la erosión, la acumulación de residuos sólidos, generación de olores, la contaminación del agua por lixiviados de los residuos sólidos del café y cambios en los componentes químicos del agua (Trujillo, 2016).

7.3 Resultados del objetivo específico 3.

Objetivo específico 3: Seleccionar un protocolo para la elaboración de un biocomposito basado en los residuos de la cereza del café, con base en la alternativa más relevante para el área de estudio, considerando los principios de la química verde.

7.3.1 Selección del protocolo unificado y química verde del proceso

Para el desarrollo del objetivo tres, se llevó a cabo la evaluación del protocolo para el aprovechamiento de los residuos de la cereza de café a través de los principios de la química verde, ya que el proponer un biocomposito por sí solo no representa un alivio a las problemáticas ambientales. En tanto, para conocer si en realidad son amigables con el ambiente, se requiere de la evaluación de los procesos inmersos en la obtención de este biocomposito, y mediante la práctica de una química se pueden encontrar rutas y realizar procesos que disminuyan el impacto negativo que, hasta ahora, se ha ejercido sobre el ambiente, premisa fundamental del desarrollo sostenible (Reyes-Sánchez, 2009). Sin embargo, es preciso recordar que ya en el Informe Brundtland, se señalaba que “el desarrollo sostenible requiere la satisfacción de las necesidades básicas de todos, en particular las de los más pobres, a las que se deberá otorgar prioridad preponderante”, así como que el “desarrollo sostenible es aquel que garantiza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. En ese sentido, una posible alternativa para crear una química que busca acercarse a la sostenibilidad mediante la práctica de procesos amigables con el ambiente y económicamente redituables, es la que corresponde a la Química Verde (Morales et al., 2011).

Con la finalidad de contribuir con aprovechamiento de los residuos de la cereza del café y el mejoramiento de las viviendas en la vereda “El Diamante”, basados en la búsqueda de la sostenibilidad y teniendo en cuenta los principios de la Química Verde, se realizó una evaluación del protocolo para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café y así prevenir o reducir los impactos sobre el ambiente.

La herramienta empleada fue abordada por Morales et al. (2011) y en consecuencia la metodológica fue mixta: cualitativa, mediante un código de color, y semicuantitativa, mediante el uso de una escala numérica tipo Likert (1–10), que va de totalmente café (1) a totalmente verde (10) (Figura 24). De manera ponderal se indicó cuál fue el grado de acercamiento del protocolo a la Química Verde.

El protocolo propuesto para obtener biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café (Figura 24) se modificó incluyendo un número a cada proceso dentro del flujograma que indica el principio de la química verde que abarca, acompañado del código de color propuesto en la (Figura 25) que indica el grado de acercamiento verde de dicho proceso, esto es posible evidenciarlo en la (Figura 26). Adicionalmente, se construyó la (Tabla 12) para la evaluación en la que se plasma el orden en el cual aparecen cada uno de los pasos experimentales en el diagrama de flujo, la evaluación justificada en los 12 Principios de la Química Verde que se hace para cada paso del proceso.

10	(10) Totalmente verde
9	(9) Gran acercamiento verde
8	(8) Muy buen acercamiento verde
7	(7) Buen acercamiento verde
6	(6) Ligero acercamiento verde
5	(5) Transición café a verde
4	(4) Ligeramente café
3	(3) Medianamente café
2	(2) Muy café
1	(1) Totalmente café

Figura 25 Escala numérica tipo Likert para la evaluación de protocolo para la elaboración de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café.

Fuente: Adaptado de (Morales et al., 2011)

Tabla 12 Justificación de la evaluación del protocolo para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café.

Paso	Descripción	Principio de la química verde y su descripción
1	Residuo de la cereza del café	Los residuos de la cereza del café se consideran renovables, ya que su producción será constante mientras pueda cultivarse. En tanto se evalúa con el principio 7 como totalmente verde, con una puntuación de 10. Por su alto contenido de humedad, se llevan a cabo procesos de descomposición muy rápido devolviendo al ambiente los nutrientes. Es un material que no afecta la salud pero sí se almacena inadecuadamente genera eutrofización del suelo, en tanto se tiene en cuenta el principios 3 con una puntuación de 7.
1.1	Se muele la cascarilla del café	Se evalúa a partir de principio 6 ya que los requerimientos energéticos es un proceso que tiene un bajo impacto económico y al medio ambiente, en tanto la coloración es verde (10)
1.2.1	Produce MP, MO,	El calentamiento se lleva a cabo empleando hornos que producen contaminantes como Mp y MO, por lo cual el acercamiento al principio 6 se considera actualmente café (1).
1.2.2	Se enfría a temperatura ambiente	El enfriamiento se realiza a temperatura ambiente, por lo que este paso es apropiado evaluarlo como totalmente verde (10) con respecto al principio 6
1.3	Se realiza análisis granulométrico	Con relación al principio 2, hay una muy buena economía atómica, este paso presenta un muy buen acercamiento verde (9) ya que los residuos de la cereza del café al ser procesados son empleados al máximo y dependiendo de la granulometría se obtendrá mayor acumulación de la biomasa (Manals et al., 2018). Además se emplea un método físico para el filtrado de la ceniza de los residuos de la cereza del café.
2	Ceniza de café	La ceniza del tratamiento de los residuos de la cereza del café, se empleara toda la producción del biocomposito, en tanto no se genera residuo de este proceso y se evalúa el principio 1 con 10, totalmente verde.
2.1	Residuos de la cereza de café	Como residuo se genera agua con restos de cemento y ceniza de residuo de café, se relaciona con el principio 1 es verde claro (7)
3.1	Se prueba el cemento y la ceniza de café en agua antes de	Como ingrediente del biocomposito se emplea agua, disolvente considerado verde por excelencia (Anastas & Warner, 1998); sin embargo, se deben considerar los residuos generados. En

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

	la mezcla para identificar impurezas	consecuencia, este paso es conveniente calificar como totalmente verde (10) en relación al principio 5.
Paso	Descripción	Principio de la química verde y su descripción
3.2	Agua 28% de la solución. Cemento (pH del agua no debe ser inferior a 6	Se califica con (4) de acuerdo al principio 7 en donde se plantea el uso de materias primas renovables como la arena que pueden causar problemas ambientales ya que se extraen con alta frecuencia, lo que no permite la pronta regeneración. (PNUMA, 2014)
3.3	Agregado fino: arena menos 2,0 mm	Se califica con (4) de acuerdo al principio 7 en donde se plantea el uso de materias primas renovables como la grava que puede causar problemas ambientales ya que en la actualidad se explotan mucho más rápido de lo que se regeneran. (PNUMA, 2014)
4.1	Agrega grueso de 26,5 mm a 2,36 mm	Se califica con 10 totalmente verde el principio 5 al usar como disolvente el agua. El principio 7 se evalúa con 4, que se emplean materia prima que no se renuevan. Y el principio 3 con el valor de 5 ante la posibilidad de contar con materia prima con restos de materia orgánica que puede representar cierto peligro en la elaboración del biocomposito.
4.2	La proporción adecuada en 1:3:3 (cemento, arena, agregado grueso	Con relación al principio 2, hay buena economía atómica (Lancaster, 2016), se emplean todos los componentes sin generar desechos. Este paso tiene un buen acercamiento verde (9). El principio 10 ya que se pretende obtener un biocomposito que emplee los residuos de la cereza de café, se otorga un (6) ya que solo es un porcentaje del proceso lo que es reemplazado. El principio 6 es evaluado en el proceso ya que el proceso se lleva a cabo a temperatura y presión ambiente, en tanto, el valor es 10, totalmente verde.
4.3	Se reemplaza el cemento con residuo de la cereza del café 10%	Con relación al principio 1 no se generan residuos, todos los productos de la mezcla se aprovechan, en tanto tiene una tonalidad totalmente verde (10)
4.4	Se mezclan los materiales en seco	Se evalúa este procesos a partir principio 5 ya que se emplean como disolvente el agua, en tanto, se otorga un valor de 10 Muy verde

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

4.5	Se mezclan materiales con una cantidad calculada de agua	El biocomposito se deja secar por 24 horas, lo que evalúa este paso como totalmente verde (10) en cuanto al principio 5.
Paso	Descripción	Principio de la química verde y su descripción
4.6	Se elaboran bloques de 150 mm ³ que se dejan secar por 24 horas	Se hace uso de CaO en mezcla saturada acuosa, el cual es nocivo y corrosivo para el ser humano, por lo que se sugiere una evaluación medianamente café (3) del principio 5.
5.1	Los bloques de cemento se agregan a una solución saturada de agua y cal pasadas 24 horas de la producción, para curación	Diseño de químicos seguros hace referencia al principio 4, en este caso se lleva a cabo pruebas en tanto se otorga un valor de 8 ya que es un proceso eficaz. Se evalúa esta parte del proceso a partir del principio 12 ya que se genera un producto seguro ya que se prueba la resistencia y la flexibilidad con el fin de evitar accidentes al usarlo, en tanto se da una puntuación de 8. Adicionalmente se evalúa el principio 6 y se otorga un valor de 10 ya que todo el proceso de prueba se lleva cabo a temperatura ambiente.
5.2	Las pruebas de resistencia de compresión deben estar bajo la norma para los materiales de construcción	Se evalúa esta parte del proceso a partir del principio 11 puesto que se lleva a cabo medición de la resistencia y la flexibilidad del biocomposito, en tiempo real para prevenir la contaminación, permitiendo un seguimiento y control en tiempo real del proceso. En tanto se otorga un valor de 8

Fuente: (Autor, 2020)

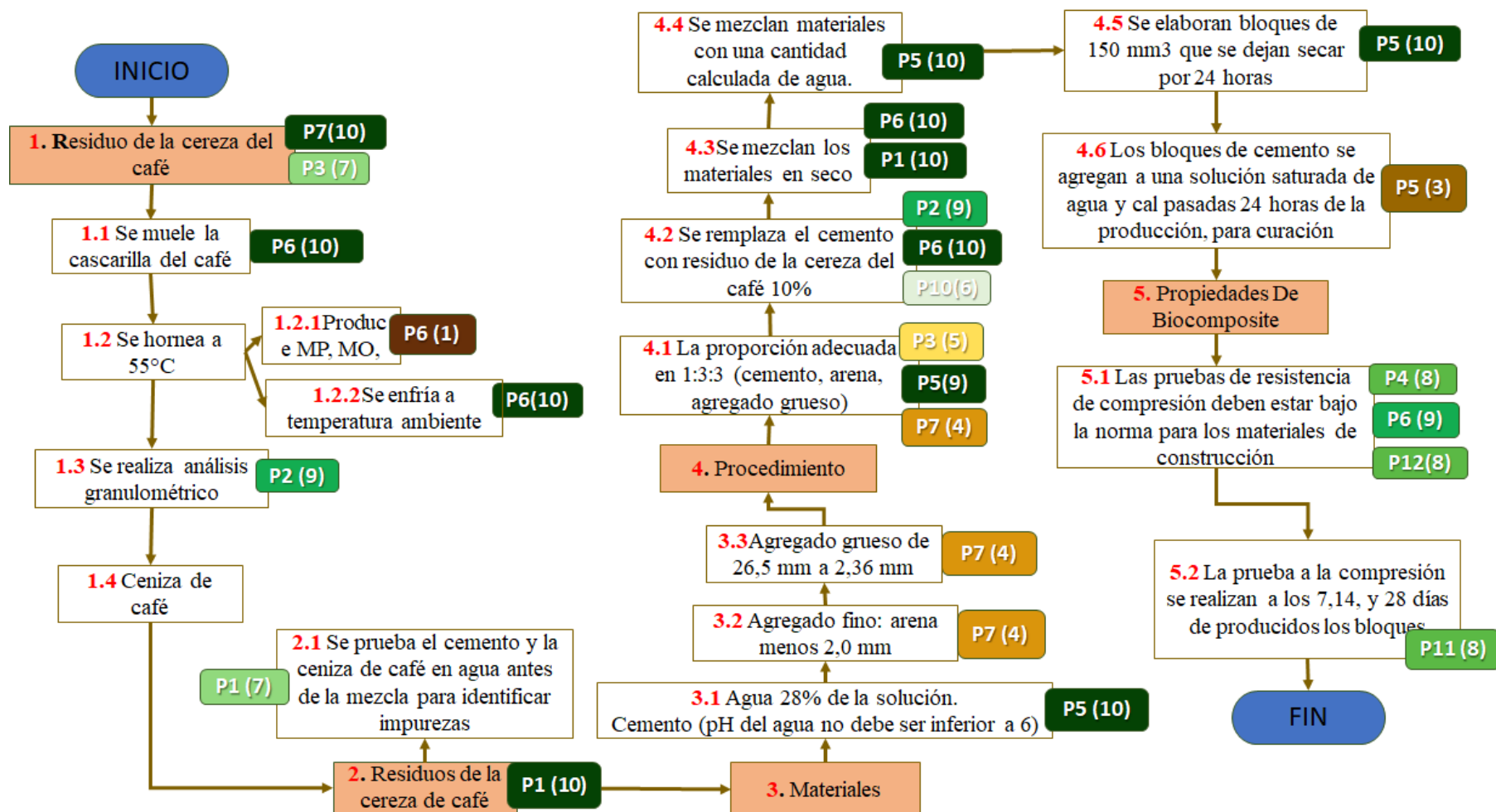


Figura 26 Protocolo para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café evaluado bajo los principios de la química verde

Fuente: (Autor, 2020)

Para la evaluación del protocolo se organizó cada paso del protocolo, el principio evaluado y la valoración dada, posteriormente, se realizó la sumatoria de todas las valoraciones y se dividió en el total de procesos (Tabla 13); se obtuvo como resultado un proceso con un muy buen acercamiento verde (8), como se evidencia en la (Figura 27).

Tabla 13 Evaluación a través de los índices verdes al protocolo para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café.

Paso	Principios evaluados	Categoría	Paso	Principios evaluados	Categoría
1	P3	[7]	4.2	P2	[9]
	P7	[10]		P6	[10]
1.1	P6	[10]		P10	[6]
1.2.1	P6	[1]	4.3	P1	[10]
1.2.2	P6	[10]		P6	[10]
1.3	P2	[10]	4.4	P5	[10]
2	P1	[10]	4.5	P5	[10]
2.1	P1	[7]	4.6	P5	[3]
3.1	P5	[10]	5.1	P4	[8]
3.2	P7	[4]		P6	[9]
3.3	P7	[4]		P12	[8]
4.1	P3	[5]	5.2	P11	[8]
	P5	[9]			
	P7	[4]	26 Procesos evaluados		201

Fuente: (Autor, 2020)

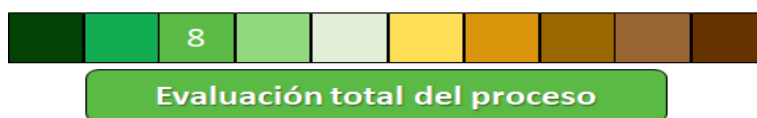


Figura 27 Evaluación total del protocolo para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café.

Fuente: (Autor, 2020)

En la evaluación del protocolo para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café, a través de la métrica semicuantitativa, la Estrella Verde (GS), se estableció el verdor global de los procesos que permiten la obtención del biocomposito y así recomendar su uso al involucrar reacciones que apunten a la sostenibilidad.

En la (Tabla 14) se indica el promedio de cada uno de los principios evaluados en el flujograma (Figura 26) para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café, que facilitó la construcción de gráfica radar de Excel (Figura 28). Su

análisis y acercamiento verde se estableció a partir de los datos obtenidos del área de cada principio dentro del protocolo (Tablas 15 y 16). Se calculó del área de la Estrella Verde (GS) y el Índice de Área de Estrellas Verdes (GSAI) que permitió hacer interpretaciones de los resultados de la estrella verde (Ribeiro et al., 2010). En este sentido es importante mencionar que el protocolo tiene un muy buen acercamiento a lo verde al obtenerse una estrella que ocupa el 80% del radar.

Tabla 14 Promedio de los puntajes a los principios evaluados en el protocolo para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café.

Principio	Promedio
P1	9
P2	9
P3	6
P4	8
P5	8
P6	8
P7	6
P10	6
P11	8
P12	8

Fuente: (Autor, 2020)

Tabla 15 Porcentaje de cumplimiento del proceso para la obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café determinado bajo los principios de la química verde

Principios	Puntuación	Área	Área de la estrella verde(GS)	Área total del radar	Índice de relleno de estrella (GSAI)
P1 ~ P2	9 ~ 9	A1	284	353	80% Muy buen acercamiento verde
P2 ~ P3	9 ~ 6	A2			
P3 ~ P4	6 ~ 8	A3			
P4 ~ P5	8 ~ 8	A4			
P5 ~ P6	8 ~ 8	A5			
P6 ~ P7	8 ~ 6	A6			
P7 ~ P10	6 ~ 6	A7			
P10 ~ P11	6 ~ 8	A8			
P11 ~ P12	8 ~ 8	A9			
P12 ~ P1	8 ~ 9	A10			

Fuente:(Autor 2020)

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

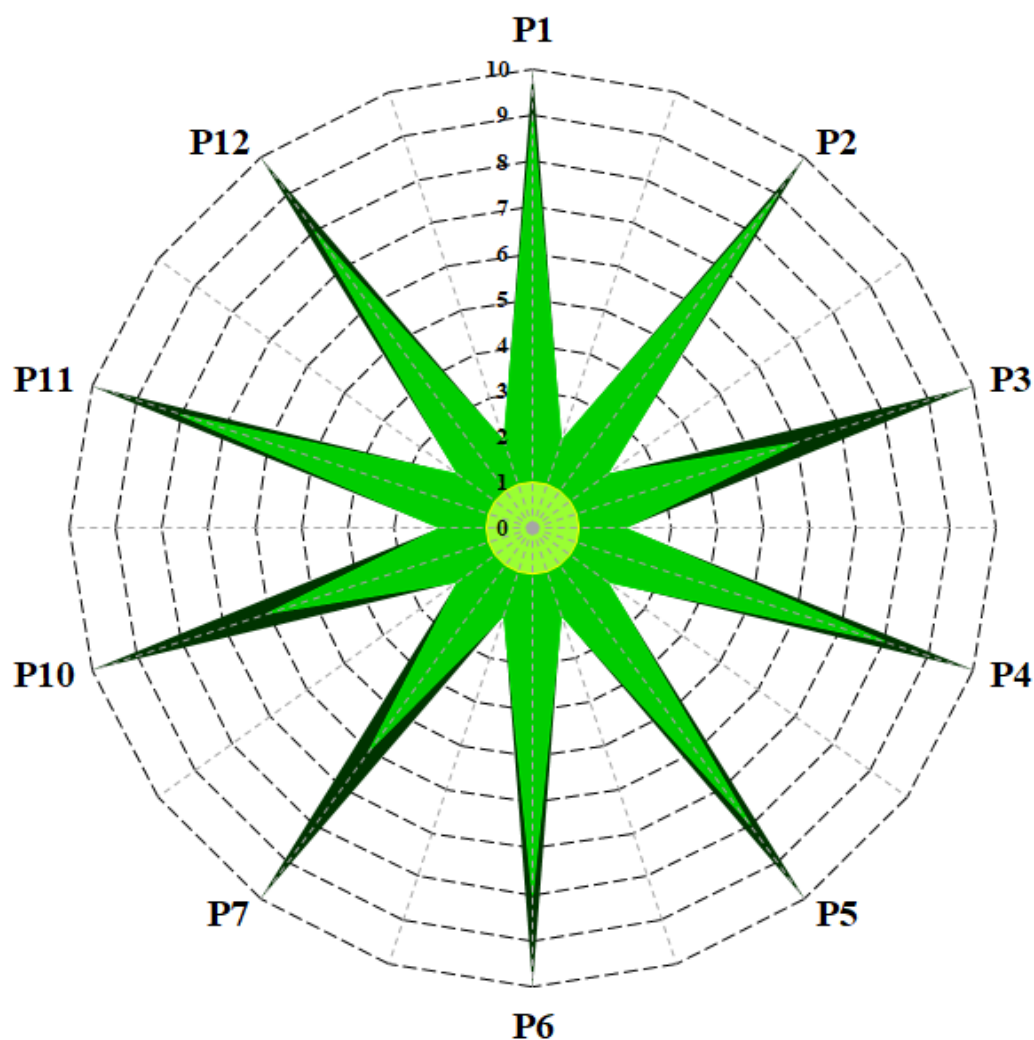


Figura 28 Estrella verde obtenida para el proceso de obtención de un biocomposito a partir de los residuos de la cereza del café evaluado bajo los principios de la química verde.

Fuente: (Autor, 2020)

T

Tabla 16 Parámetros para la construcción de Estrella verde

Principios de la química verde																					
P1	Prevención																				
P2	Economía atómica																				
P3	Síntesis menos peligrosas																				
P4	Diseño de químicos seguros																				
P5	Uso de disolventes seguros o auxiliares																				
P6	Diseño de la eficiencia energética																				
P7	Uso de materias primas renovables																				
P10	Diseñar sustancias biodegradables																				
P11	Análisis en tiempo real																				
P12	Química segura para prevenir accidentes																				
	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7		P10		P11		P12		P1
Ideal	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10
Experiencia	9	2	9	2	6	2	8	2	8	2	8	2	6	2	6	2	8	2	8	2	9
Inaceptable	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cálculos:																				Área:	
"Área" máxima	10	20	20	20	3	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	373
"Área" da EV	18	18	18	12	12	16	16	16	16	16	16	12	12	12	12	16	16	16	16	18	304
"Área" mínima	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
																		GSAI 80,45			

Fuente: Adaptado de (Ribeiro & Machado, 2014)

Es importante enfatizar sobre el carácter relativo del verdor químico evaluado por las métricas de verdor, ya que depende del contexto en donde se realizan los procesos y de donde se obtiene las materias primas o de donde provienen los reactivos. Sin embargo, la utilización de métricas para evaluar el verdor químico de procesos fomenta la planificación de actividades y procesos más favorables desde el punto de vista ambiental (Gonçalves et al., 2017).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la evaluación del protocolo es pertinente mencionar que es necesario hacer un esfuerzo por emplear materiales y llevar a cabo procesos menos contaminantes, ya que es posible mitigar los efectos ambientales asociados, reduciendo el consumo de materiales e incrementar la participación de recursos renovables (Castro & Verbel, 2011). Hacer una evaluación precisa de cada proceso permite no solo identificar las posibles afectaciones al ambiente, sino que además corregirlas.

En Colombia la producción de cemento gris a nivel nacional es de 1.037,3 miles de toneladas según el DANE (2020). La síntesis del cemento se realiza por un proceso llamado síntesis en estado sólido, en el que se utilizan materiales como caliza y arcilla que al ser procesados durante largo tiempo y a altas temperaturas son los que emiten grandes cantidades de dióxido de carbono (Universidad Nacional de Colombia, 2015). Con la implementación de protocolos como el evaluado en esta investigación, con el que se pueda producir el mismo cemento pero a partir de un proceso diferente, en donde además se aprovechan los residuos generados en procesos de beneficio del café, se contribuye al desarrollo de procesos que disminuyen su impacto ambiental mediante el uso de menores contaminantes. Para dar cuenta de esto, en la evaluación del protocolo para la obtención de un biocomposito cemento para el aprovechamiento de los residuos de la cereza del café, se analizaron 10 principios de la química verde, con implicaciones en los principios 3, 7 y 10, pero con valoraciones total del proceso de 8, lo que indica un buen acercamiento a lo verde. Asimismo, la métrica de estrella verde indica que el proceso tiene un 80% de acercamiento a lo verde.

En tanto, está claro que la química verde pretende contribuir a un cambio cultural y educativo que acerque la química a la búsqueda diaria de la sostenibilidad. Así que, emplear la métrica de estrella verde y la evaluación bajo la escala Likert permite analizar de forma crítica y bajo el protocolo de la Química Verde, qué tan verde es el proceso químico. Entendiendo que no es necesario emplear un número mínimo de principios que deben satisfacerse para que un proceso sea considerado como verde, lo determinante serán los valores que se den a dichos principios (García et al., 2018).

Finalmente, se pudo establecer que es posible realizar un mejor aprovechamiento de los residuos de café por parte de la comunidad, y una de las alternativas potenciales es el biocomposito para refuerzos de hormigón que cumple con la mayoría de los postulados de la química verde y que puede ser empleado para el mejoramiento de las viviendas de la vereda.

8. Conclusiones

El diagnóstico realizado en la vereda el Diamante (Venecia - Cundinamarca) permitió realizar un acercamiento a la dinámica social, económica y ambiental del lugar y conocer aspectos importantes que sentaron las bases para la realización de esta investigación, como por ejemplo conocer que la agricultura del café es la fuente económica principal, en la que

se generan residuos que están siendo poco aprovechados y que acidifican el suelo por el almacenamiento orgánicos sin tecnificación, teniendo en cuenta que dichos residuos contiene pH ácido y alta carga de fenoles y polifenoles que son tóxicos para la mayor parte de la fauna edáfica.

Además, con el diagnóstico fue posible conocer las características de las viviendas, que requieren de mejoras, siendo esta una necesidad inminente permitió encaminar la revisión sistemática de la bibliografía científica en la búsqueda de un biocomposito de reforzará en hormigón o cemento.

La revisión sistemática y en general la aplicación de su metodología, como la elaboración de pregunta PICO, los métodos de búsqueda y las bases de datos seleccionadas permitió obtener 21 investigaciones, las cuales se organizaron y categorizaron, a través del software Zotero y matriz en Excel, para obtener 4 investigaciones claves de donde se construyó el protocolo para el aprovechamiento de cáscara de la cereza de café como potencial de biocomposito.

Se estableció una propuesta de protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda el Diamante (Venecia-Cundinamarca) en donde se propone producir biocomposito, a partir de la categorización de la metodología y los materiales de 4 investigaciones que indican cómo es posible obtener dicho biomaterial.

El protocolo para la elaboración de un biocomposito basado en los residuos de la cereza del café se evaluó a partir de los principios de la química verde, con el fin de evaluar el impacto de dicho proceso sobre el ambiente. Se empleó la métrica Escala Verde, obteniendo un “muy buen acercamiento verde”, con un valor numérico de 8 en la escala Likert, Se complementó la evaluación con la métrica de la estrella verde en la que se obtuvo un porcentaje de 80% de acercamiento a lo verde. Identificándose procesos puntuales que pueden corregirse dentro del protocolo para aumentar el verdor del proceso, como la reducción de material particulado y gases efecto invernadero en el proceso de horneado, el uso de grava y arena que contamina los cuerpos de agua por su extracción excesiva, el uso de Cal para el curado de los bloques de cemento.

Organizar el protocolo por procesos permitió un acercamiento a los 12 principios de la química verde y a metodologías de evaluación que contribuyen en la construcción que como ingenieros ambientales debe hacerse en miras de consolidar y fomentar las acciones pensadas en la sostenibilidad, ganando experiencia en la identificación de aspectos que se deben cambiar para mejorar el verdor de las reacciones químicas y procesos químicos.

9. Recomendaciones

La principal recomendación es poner en práctica el protocolo y evaluarlo, para comparar la eficiencia obtenida frente a la literatura y testear la química verde con datos experimentales.

Se sugiere la elaboración de un manual, para ser entregado a la comunidad de la vereda el Diamante (Venecia - Cundinamarca) con los parámetros para la elaboración del biocomposito para reforzar el hormigón o cemento.

Los principios de la química verde deberían ser abordados como elementos del currículo del estudiante de ingeniería ambiental, ya que pueden ser empleados en diversos escenarios a los que se enfrenta el ingeniero en su quehacer profesional.

Sería interesante, como proyecto que pueda ser implementado por el municipio de Venecia Cundinamarca como parte de las estrategias dentro del plan desarrollo.

10. Bibliografía

- Abarca, D., Martínez, R., Muñoz, J., Torres, M., & Vargas, G. (2010). Residuos detercafé, cacao y cladodio de tuna: fuentes promisorias de fibra dietaria. *Revista Tecnológica ESPOL*, 23, 63–69.
- Abela, J. A. (2002). *Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada*. <http://mastor.cl/blog/wp-content/uploads/2018/02/Andreu.-analisis-de-contenido.-34-pags-pdf.pdf>
- Abril, A., & Navarro, E. (2012). Etanol a partir de biomasa lignocelulósica. España: Aleta Ediciones.
- Acevedo, H. (2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 15(1), 105-118.
- Alcaldía municipal de Venecia. (2019). Documento de diagnóstico (EOT). Alcaldía municipal de Venecia, Cundinamarca, Venecia.
- Alcaldía municipal de Venecia. (2020). Plan territorial de salud. Recuperado el 01 de 02 de 2020, de Alcaldía municipal de Venecia: <http://www.venecia-cundinamarca.gov.co/planes-253442/plan-territorial-de-salud-pts-20202023>
- Alfonso, I. (1995). Técnicas de investigación bibliográfica. Caracas: Contexto ediciones.
- Almeida, A. C. de, Silva, M. A. L. da, Abreu, Q. C. de, Silva, A. L. da M., Ribeiro, S. P., & Pereira, C. de S. S. (2019). Evaluation of Partial Sand Replacement by Coffee Husks in Concrete Production. *Journal of Environmental Science and Engineering B*, 8, 129–133. <https://doi.org/10.17265/2162-5263/2019.04.001>
- Alvarado, & Rojas. (1994). El cultivo y beneficio del café (1 ed.). San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia. Recuperado el 2020 de 01 de 15, de https://books.google.com.co/books?id=15qrSG-51l4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Ameta, S. C., & Ameta, R. (Eds.). (2013). *Green Chemistry: Fundamentals and Applications*. CRC press. AVELLANEDA Jaume; González, Josep María; Madrazo,
- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice: Paperback: Paul Anastas - Oxford University Press*. Oxford University Press. <https://www.worldcat.org/title/green-chemistry-theory-and-practice/oclc/39523207>
- Antman, E. M., Lau, J., Kupelnick, B., Mosteller, F., & Chalmers, T. C. (1992). A Comparison of Results of Meta-analyses of Randomized Control Trials and Recommendations of Clinical Experts: Treatments for Myocardial Infarction. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 268(2), 240–248. <https://doi.org/10.1001/jama.1992.03490020088036>

- Arcila, Farfan, Moreno, Salazar, & Hincapie. (2007). *Sistemas de Producción de Café en Colombia* (1 ed.). (Cenicafé, Ed.) Chinchiná, Colombia: Blanecolor Ltda. Recuperado el 2020 de 01 de 21, de <https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf>
- Averous, L., & Boquillon, N. (2004). Biocomposites based on plasticized starch: Thermal and mechanical behaviours. *Carbohydrate Polymers*, 56, 111–122
- Awwad, E., Hamad, B., Mabsout, M., & Khatib, H. (2010). Sustainable construction material using hemp fibers-preliminary study. *Proceeding of the second international conference on sustainable construction materials and technologies*. . Ancona, Italy: Università Politecnica delle.
- Bastidas, R. A. (2015). “Proceso de sensibilización ambiental para el manejo de los residuos sólidos en la comunidad educativa del municipio de Venecia, Cundinamarca.” <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/22593/1/TESIS TGASP.pdf>
- Beltrán, O. (2005). Revisiones sistemáticas de la literatura. *Revista Colombiana de Gastroenterología*, vol. 20, núm., 60-69.
- Beyra, R. C., León, D. P. de, Espinosa, C. B., Alfonso, J. R. C., & Chuaiery, L. F. (2015). Efecto de la pulpa de *Coffea arábica* L., sobre suelos del macizo montañoso Guamuhaya. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias.*, 24(2), 38–43. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v24n2/rcta06215.pdf>
- Binek, M., Bogacka, K., Brzezicki, B., Klepacki, B., Kluciński, W., Kołajtis-Dołowy, A., Lenart, A., Łobocka, M., Mosiej, J., Orłowski, A., Riedel, M. J., Szyndel, M. S., Wilkowski, J., Wojdalski, J., & Zasada, M. (2018). *Annals Warsaw University of Life Sciences Forestry and Wood Technology* No 104. https://www.researchgate.net/profile/Vicente_Ibanez2/publication/330846543_Using_robotics_for_complex_furniture_fatigue_tests/links/5d8cc9ca299bf10cff129418/Using-robotics-for-complex-furniture-fatigue-tests.pdf#page=45
- Borghesi, D. C., Molina, M. F., Guerra, M. A., & Campos, M. G. N. (2016). Biodegradation study of a novel poly-caprolactone-coffee husk composite film. *Materials Research*, 19(4), 752–758. <https://doi.org/10.1590/1980-5373-MR-2015-0586>
- Botero, P. (2016). Valoración contingente de la contaminación derivada del beneficio del café. Universidad de Manizales. Manizales: Universidad de Manizales.
- Braham, J. E., & Bressani, R. (Eds.). (1978). *Pulpa de café: composición tecnológica y utilización*. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP*. Recuperado 13 de 01 de 2020.
- Burgueño, R., Quagliata, M. J., Mehta, G. M., Mohanty, A. K., Misra, M., & Drzal, L. T. (2005). Sustainable cellular biocomposites from natural fibers and unsaturated polyester resin for housing panel applications. *Journal of Polymers and the Environment*, 13(2), 139–149. <https://doi.org/10.1007/s10924-005-2945-9>
- Bustillo, Á. E. P. (2007). El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/579/1/024.pdf>
- Campos De Bomfim, A. S., Jacobus, H., Voorwald, C., Odila, M., Cioffi, H., & Coelho De Carvalho Benini, K. C. (2018). Thermal properties study of recycled espresso coffee capsules for biocomposite application. *Composite Materials*. Rio de Janeiro. <https://doi.org/10.21452/bccm4.2018.14.01>

- CAR. (2016). Estudio de diagnóstico, prospectiva y formulación de la cuenca del río Sumapaz. Bogotá D.C.: CAR.
- CAR. (2019). Objetivos y Funciones. Recuperado el 01 de 02 de 2019, de CAR: <https://www.car.gov.co/vercontenido/5>
- Castañeda, S., & Rodríguez, J. P. (2017). Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia. Cundinamarca: Universidad y salud.
- Castro, A. C. C. M., Oda, F. B., Almeida-Cincotto, M. G. J., Davanço, M. G., Chiari-Andréo, B. G., Cicarelli, R. M. B., Peccinini, R. G., Zocolo, G. J., Ribeiro, P. R. V., Corrêa, M. A., Isaac, V. L. B., & Santos, A. G. (2018). Green coffee seed residue: A sustainable source of antioxidant compounds. *Food Chemistry*, 246, 48–57. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.153>
- Castro, N. P. P., & Verbel, J. T. O. (2011). Química verde: un nuevo reto. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 21(2), 169–182. <https://www.redalyc.org/pdf/911/91123440009.pdf>
- Cealdes. (2018). Centro de alternativas al desarrollo- estatutos. Estatutos finales, Cealdes, Cundinamarca, Bogotá D.C.
- Charis M. Galanakis (Ed.). (2017). *Handbook of Coffee Processing By-Products*. Academic Press.
- Collazo, S., Ortega-Toro, R., & Boix, A. C. (2018). Reinforcement of thermoplastic starch films with cellulose fibres obtained from rice and coffee husks. *Journal of Renewable Materials*, 6(6), 599–610. <https://doi.org/10.32604/JRM.2018.00127>
- Consorcio PGIRS Cundinamarca. (2016). Revisión, ajuste, formulación y actualización de Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS. Venecia-Cundinamarca: Empresas Públicas de Cundinamarca S.A.
- Coral, J. A. (2019). Comportamiento del concreto con cascarilla de café y posibilidades ante textura y color.
- DANE. (2020). Estadísticas de cemento gris. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/estadisticas-de-cemento-gris>
- Despacho Municipal de Venecia. (2016). Plan de Desarrollo Territorial 2016-2019. Venecia-Cundinamarca: República de Colombia.
- Díaz, D., Asesor, R., Héctor, M., & Rojas, A. C. (2018). “Revisión Sistemática: Construcciones sostenibles”. En Universidad Privada del Norte. Universidad Privada del Norte.
- DNP. (2017). Construcción de Viviendas de Interés Social Rural. Departamento Nacional de Planeación. Bogotá D.C.: Ministerio de agricultura. Recuperado el 2020 de 01 de 21, de <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/viviendainteresrural/PTviviendarural.pdf>
- Espinosa, W. J. M., Valencia, B. A. R., & Valencia, F. R. (2014). Desarrollo de materiales biocompuestos reforzados con fibras naturales Colombianas. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*, 4(2). <https://doi.org/10.24054/19009178.V2.N2.2013.507>
- Esquivel, P. y Jiménez, V. M., 2012. Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*, 46, 488-495.

- Farfán, F. (2007). Las buenas prácticas agrícolas en la caficultura. En Arcila, Farfán, Moreno, Salazar, & Hincapié, Sistemas de producción de café en Colombia (págs. 275-309). Chinchiná - Caldas: Blanecolor LTDA.
- Federación Nacional de cafeteros de Colombia. (2012). Guía Ambiental para el Sector Cafetero. Bogotá D.C.: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Recuperado el 16 de 01 de 2020, de <https://federaciondecafeteros.org/static/files/8Capitulo6.pdf>
- Federación nacional de cafeteros de Colombia. (2014). Por la caficultura que queremos. Cundinamarca. Bogotá D.C.: © FNC.
- Federación nacional de cafeteros de Colombia. (2018). 86 Congreso nacional de cafeteros. . Bogotá. Bogotá D.C.: Rentabilidad, legitimidad y resiliencia.
- Federación nacional de cafeteros de Colombia. (2019). *Informe del gerente al 87 congreso nacional de cafeteros*. www.federaciondecafeteros.org
- Fernández, L., Soto, M., & Hernández, L. (2013). Uso de indicadores verdes para evaluar cuán limpio es un proceso en su síntesis tradicional vs la síntesis triboquímica y en microescala. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 4(2), 79-90.
- Foladori, G. (2001). La Economía Frente a la Crisis Ambiental. Controversias sobre sustentabilidad. México: Universidad Autónoma de Zacatecas-Miguel Ángel Porrúa-Colegio de Bachilleres, 229 p. (pp. 127-146)
- Franca, A. S., & Oliveira, L. S. (2019). Coffee. In *Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products* (pp. 413–438). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814138-0.00017-4>
- García, A. F., & Riaño, C. E. (1999). Extracción de celulosa a partir de la borra de café (Vol. 50, Issue 3). [https://www.cenicafe.org/es/publications/arc050\(03\)205-214.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc050(03)205-214.pdf)
- García, G. G., Guillermo Morales, J., & Lopez, L. A. (2018). Evaluación del grado de verdor de la Síntesis del Complejo CuCl₂ (DMSO)₂ a Escala Micro Empleando la Métrica Escala Verde. *BISTUA Revista de La Facultad de Ciencias Básicas*, 16(2). <https://doi.org/10.24054/01204211.v2.n2.2017.2878>
- García, M., Ríos Osorio, L. A., & Álvarez del Castillo, J. (2016). La polinización en los sistemas de producción agrícola: Revisión sistemática de la literatura. En *Idesia* (Vol. 34, Número 3, pp. 53–68). Universidad de Tarapacá. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292016000300008>
- Gifford, C. (2012). *Desarrollo Sostenible* (1 ed.). España: MORATA ISBN.
- Glass (1976). Glass GV. Primary, secondary and meta-analysis of research. *Educational Researcher*. 1976; 5:3-8.
- Gobernación de Cundinamarca. (2015). *Cundinamarca y su café de leyenda*. http://www.cundinamarca.gov.co/wcm/connect/f2463395-82f3-4d68-b978-bb57bcfe1910/SEPARATA%2BCUNDINAMARCA%2BFINAL_BAJA%2B%281%29.pdf?MOD=AJPERES&CVID=I5PBwW8
- Gobernación de Cundinamarca. (2017). Proceso: Formulación de un Proyecto Guía de Condiciones mínimas y lineamientos técnicos generales Para la presentación de oferta Dentro de un estudio de “habitabilidad”. <http://www.cundinamarca.gov.co/wcm/connect/9d4c3a7a-834a-4321-a34c-0193dfb7a863/02-GUIA+LINEAMIENTOS+TECNICOS+HABITABILIDAD+SHV.pdf?MOD=AJPERES&CVID=IEqb4nl>

- Gonçalves, F. P., Yunes, S. F., Guaita, R. I., Marqués, C. A., Pires, T. C. M., Ricardo, J., Pinto, M., & Machado, A. A. S. C. (2017). La dimensión ambiental de la experimentación en la enseñanza de la química: consideraciones sobre el uso de la métrica holística «estrella verde». *Educación Química*, 28, 99–106. <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v28n2/0187-893X-eq-28-02-99.pdf>
- Hernández-Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed.). México D.F.: Mc Graw Hill Education.
- Higgins, J. [Ed], & Green, S. [Ed]. (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* [Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones, in Spanish]. The Cochrane Collaboration, March, 1–639. www.cochrane-handbook.org
- Huang, L., Mu, B., Yi, X., Li, S., & Wang, Q. (2018). Sustainable Use of Coffee Husks For Reinforcing Polyethylene Composites. *Journal of Polymers and the Environment*, 26(1), 48–58. <https://doi.org/10.1007/s10924-016-0917-x>
- Ilangovan, M., Guna, V., Hu, C., Takemura, A., Leman, Z., & Reddy, N. (2019). Dehulled coffee husk-based biocomposites for green building materials. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 089270571987630. <https://doi.org/10.1177/0892705719876308>
- Joana Rodriguez, Lady, & Orrego, C. (2016). Aplicaciones de mezclas de biopolímeros y polímeros sintéticos: revisión bibliográfica. *Revista Científica*, 0124 2253, 1–13. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.25.a9>
- John, M. J., & Thomas, S. (2008). Biofibres and biocomposites. In *Carbohydrate Polymers* (Vol. 71, Issue 3, pp. 343–364). <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.05.040>
- Lancaster, M. (2016). *Green Chemistry 3rd Edition: An Introductory Text* (3rd Ed.). Royal Society of Chemistry.
- Lárraga, R. (2014). Componentes de sostenibilidad de la vivienda tradicional en el ámbito rural de la región Huasteca de San Luis Potosí: Hacia una arquitectura rural sustentable. San Luis Potosí, México: Universidad autónoma de San Luis Potosí.
- Lárraga, R. (2016). Mapa de aproximación a la arquitectura sostenible: Una mirada crítica a sus conceptos y tendencias. San Luis Potosí, México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Lombo Vidal, O., Tsukui, A., Garrett, R., Miguez Rocha-Leão, M. H., Piler Carvalho, C. W., Pereira Freitas, S., Moraes de Rezende, C., & Simões Larráz Ferreira, M. (2020). Production of bioactive films of carboxymethyl cellulose enriched with green coffee oil and its residues. *International Journal of Biological Macromolecules*, 146, 730–738. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.10.123>
- Machado Vargas, M. M., & Ríos Osorio, L. A. (2016). Sostenibilidad en agroecosistemas de café de pequeños agricultores: Revisión sistemática. En *Idesia* (Vol. 34, Número 2, pp. 15–23). Universidad de Tarapacá. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292016005000002>
- Manals, E. M. C., Tort, D. S., & Medina, M. P. (2018). Caracterización de la biomasa vegetal “cascarilla de café” (Characterization of vegetable biomass coffee husk). <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v38n1/rtq13118.pdf>
- Material Thoughts (2002). Fiber reinforced plastics use. *Plastics News*.
- Meneses, J., & Rodríguez, D. (2002). *El cuestionario y la entrevista*. Barcelona, España: UOC.

- Miyatake, Y. (1996). Technology development and sustainable construction. *Journal of Management in Engineering*, 12(4), 23-27.
- Mohanty, A. K., Drzal, L. T., & Misra, M. (2002). Engineered natural fiber reinforced polypropylene composites: Influence of surface modifications and novel powder impregnation processing. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 16, 999–1015.
- Montilla, J., Arcila, J., Aristizábal, M., Montoya, E., Puerta, G., Oliveros, C., & Cadena, G. (2008). Propiedades físicas y factores de conversión del café en el proceso de beneficio. *Avances Técnicos* 370 Cenicafe, 1-8.
- Morales, M., Martínez, J., Laura Reyes, B., Martín, O., Arroyo, G., Obaya, A., & Miranda, R. (2011). ¿Qué tan verde es un experimento? Recuperado el 20 de 12 de 2019, de Science Direct: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X1830140X>
- Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., & Villanueva, J. (2018). Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol*, 11(3), 184-186.
- Mulrow CD, Cook DJ, Davidoff F. (1997). Systematic reviews: critical links in the great chain of evidence. *Ann Intern Med*; 126(5):389-91.) Y evaluada desde los principios de la química verde.
- Ochoa, D. R. H., Rojas-Vargas, J. A., & Costa, Y. (2017). Characterization of NaOH-treated Colombian silverskin coffee fiber as a composite reinforcement. *BioResources*, 12(4), 8803–8812. <https://doi.org/10.15376/biores.12.4.8803-8812>
- Organización internacional del café. (2018). *Informe del mercado de café*. 1–7. www.ico.org
- Ortiz Ramírez, M. A. (2019). Evaluación de un bioplástico de almidón de semillas de mango (*mangifera indica*) con aplicación potencial en envases. In Repositorio Institucional Universidad El Bosque. Recuperado de: <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/2106>
- Oxman, A. D., & Guyatt, G. H. (1993). The Science of Reviewing Research. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 703(1), 125–134. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1993.tb26342.x>
- Pardo, L. F. (2016). Aplicaciones biológicas del mucilago residual producto del beneficio de café. <http://noesis.uis.edu.co/bitstream/123456789/39345/1/161238.pdf>
- Perea, Y. A. (2012). *Sistemas Constructivos y Estructurales Aplicados al Desarrollo Habitacional*. Medellín: Facultad de Ingeniería Civil. Recuperado el 12 de 01 de 2020, de <https://core.ac.uk/reader/51194700>
- Pereira, L., Alves, J. S., Dos Reis, K. C., & Pereira, J. (2009). Obtenção e caracterização de compósitos biodegradáveis de phb e resíduos do beneficiamento de café.
- PNUMA. (2014). Extracción de arena, un recurso no renovable. *Green Facts*. <https://www.greenfacts.org/es/extraccion-arena/index.htm#1>
- Ramos, C. D. R., & Caro, J. C. V. (2014). Biocompuestos en Colombia. Aportes de Diseño en la aplicación de Biocompuestos en el contexto productivo colombiano. *MASD Revista Digital de Diseño*, 8(15), 24. <https://doi.org/10.18270/masd.v8i15.119>
- Reis, K. C., Pereira, L., Melo, I. C. N. A., Marconcini, J. M., Trugilho, P. F., & Tonoli, G. H. D. (2015). Particles of coffee wastes as reinforcement in polyhydroxybutyrate

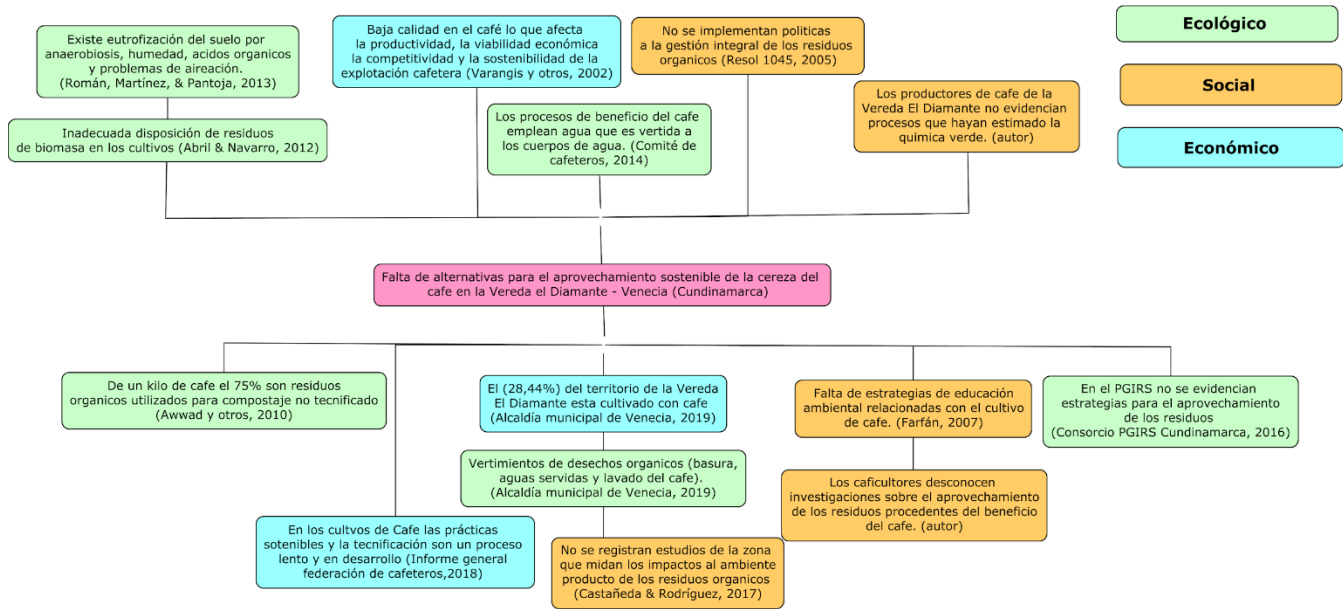
- (PHB) based composites. *Materials Research*, 18(3), 546–552.
<https://doi.org/10.1590/1516-1439.318114>
- Reta, Y., & Mahto, S. (2019). Experimental Investigation on Coffee Husk Ash as a Partial Replacement of Cement for C-25 concrete. *Cikitusi Journal for Multidisciplinary Research*, 6(6), 152–158. <http://cikitusi.com/>
- Reyes-Sanchez, L. B. (2009). Propuesta interdisciplinaria de enseñanza y aprendizaje de las ciencias de orden ambiental, para la educación básica; utilizando el recurso suelo como eje. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3182>
- Ribeiro, M. G. T. C., & Machado, A. A. S. C. (2014). Construção da estrela verde. Catálogo Digital de Verdura de Atividades Laboratoriais Para o Ensino Da Química Verde. http://educa.fc.up.pt/catalogo/pt/construcao_ev
- Ribeiro, M. G. T. C., Costa, D. A., & Machado, A. A. S. C. (2010). “Green Star”: a holistic Green Chemistry metric for evaluation of teaching laboratory experiments. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 3(2), 149–159.
<https://doi.org/10.1080/17518251003623376>
- Rojas Sánchez, Á. Hartman Ulloa, K., Almonacid Márquez, R., & Desarrollo, A. Y. (2012). The Impact of Coffee Production on Biodiversity, Landscape Transformation and Invasive Exotic Species L’impact de la production de café sur la biodiversité, la transformation du paysage et les espèces exotiques envahissantes 94.
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual de Compostaje del Agricultor. Experiencias de América Latina. Santiago de Chile: FAO.
- Romero, B., 2003. El Análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental [en línea]. Boletín IIE. [Consulta 7 marzo 2009]. Disponible en internet: <http://www.iie.org.mx/boletin032003/tend.pdf>
- Sánchez Quintanar, C., Orlando, E., & Rosas, J. (2010). La vivienda rural. Su complejidad y estudio desde diversas disciplinas. *luna.azul*, 30(30), 174–196.
- Santos, G. dos, Santos, J., Barros, A. de O., Caixeta, E. T., & Mendes, T. A. de O. (2019). Produção de bioplástico a partir de resíduos de café e seu uso como matriz de liberação de antimicrobianos. X Simpósio de Pesquisa Dos Cafés Do Brasil, 1984–9249, 4–9.
<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/ojs/index.php/SimposioCafe2019/article/view/234/119>
- Santos-Iglesias, P., & Sierra, J. C. (2010). El papel de la asertividad sexual en la sexualidad humana: una revisión sistemática 1. En © International Journal of Clinical and Health Psychology (Vol. 10).
- Sierra, J., Roque, H., & Medrano, J. (2018). Aprovechamiento de la cascarilla de café en la elaboración de materiales de construcción. *El Higo Revista Científica*, 3(1), 7–9.
<http://revistas.uni.edu.ni/index.php/higo/article/view/31/27>
- Suaduang, N., Ross, S., Ross, G. M., Pratumshat, S., & Mahasaranon, S. (2019). The physical and mechanical properties of biocomposite films composed of poly (Lactic acid) with spent coffee grounds. *Key Engineering Materials*, 824 KEM, 87–93.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.824.87>
- Suárez, L. dayanna. (2018). Aprovechamiento agroindustrial de la pulpa y cascarilla del café (Coffea arábica) variedad caturra en el noroccidente de pichincha. <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10317/1/UDLA-EC-TIAG-2018-28.pdf>

- Takács-Santa, A. (2004). The major transitions in the History of Human Transformation of the Biosphere. *Human Ecology Review*, Vol. 11, No. 1.
- Tan, M. Y., Tien, H., Kuan, N., & Lee, M. C. (2017). Characterization of Alkaline Treatment and Fiber Content on the Physical, Thermal, and Mechanical Properties of Ground Coffee Waste/Oxobiodegradable HDPE Biocomposites. <https://doi.org/10.1155/2017/6258151>
- Trujillo, E. Y. U. (2016). Identificación de impactos ambientales relacionados con el proceso de beneficio húmedo del café en la vereda de tres esquinas-Huila-Colombia estudiante. In *La Nacion, «Noticia Regional,» Huila el primer productor de cafe a nivel Nacional, p. 5, 17 Enero 2015*. Universidad Militar Nueva Granada. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/15205>
- Tummala, P., Mohanty, A. K., Misra, M., Drzal, L. T., (2003). Proceedings of 14th international conference on composite materials (ICCM-14).
- Universidad Nacional de Colombia. (2015). Reducir el impacto ambiental en la producción de cemento. Noticias En La Facultad de Minas. <https://minas.medellin.unal.edu.co/noticias/facultad/396-reducir-el-impacto-ambiental-en-la-produccion-de-cemento>
- Urrego, W., Posada, J. C., Jaramillo, L. Y., & Sierra, J. D. (2017). Study of mechanical and physical properties of LLDPE-G-MA injection grade reinforced with coffee husk post-industrial waste. *Journal of Composite Materials*, 51(3), 419–429. <https://doi.org/10.1177/0021998316644854>
- Valencia, F. F., & Robledo, Á. J. (2009). Sombrío para el cultivo del café según la nubosidad de la región. In *Cenicafé*. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0379.pdf>
- Varangis, P., Siegel, P., Lewin, B., & Giovannucci, D. (2002). La crisis cafetalera: Efectos y estrategias para hacerle frente. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Villegas, B. (06 de 10 de 2003). Rápida y pertinente búsqueda por internet mediante operadores booleanos. *Universitas Scientiarum*, 8, 51-54.
- Wilkinson, S. L. (2001). *Chemical and Engineering News*, 61.
- WRI. (2003). World Resources Institute 2002-2004: Decisions for the Earth: Balance, voice, and power. UNDP, UNEP, WRI.
- Yara. (2020). Glosario del café | Yara Colombia. <https://www.yara.com.co/nutricion-vegetal/cafe/cafe-glosario/>

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.

11. ANEXOS

Anexo 1. Árbol de problemas



Anexo 2. Formato de la encuesta

Cuestionario

Objetivo: Hacer un diagnóstico a los habitantes de la vereda el Diamante (Venecia Cundinamarca) sobre las características de las viviendas y las zonas de cultivo.

Fecha: (día/mes /año):	Encuesta N°
Nombre de la Finca:	Número de habitantes en la vivienda:

¿Cuántos años cumplidos tiene cada uno de los que viven en la casa?

Rango	0 - 10	11 - 17	18 - 35	36 - 44	45 - 60	Mayor a 61
Cantidad						

Indique cuántos hombres y mujeres viven en la casa.

1. Total Hombres _____
2. Total Mujeres _____

¿Desde hace cuánto vive usted y su familia en esta vivienda? Marque con una X

1 -5 años	5 -10 años	10 - 15 años	16 - 20 años	Más de 20 años

¿Cuál es la actividad o actividades (a qué se dedica) de cada una de las personas que habitan en la casa?

Oficio	Hogar	Agricultor	Jornalero	Estudiante	Comerciante	Otro
Cantidad						

¿La vivienda es?

Propia	Familiar	Arriendo	Gratuita, cedida, o por servicio

¿Indique el tipo de vivienda?

Ladrillo	Bloque de barro	Bloque de	Adobe Madera	Madera/ concreto	Material reciclado	otro
----------	-----------------	-----------	--------------	------------------	--------------------	------

**Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del
café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca)
como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.**

		cemento /concret o		(minifal da)	o	

¿Cuál es el material de construcción del techo?

Z in c	Teja de barro/ceme nto	Paj a/ pal ma	Mad era	Lám ina	Fibrocemen to o similar	Desecho, madera de embalaje, plástico

¿De cuántos cuartos dispone esta vivienda (no incluye baños, cocina, pasillos, garajes)?

1	2	3	4	5	otro

¿Cómo siente la temperatura dentro de su vivienda?

Muy caliente	Caliente	Ni caliente ni frío (agradable)	Frío	Muy frío

Año de construcción o antigüedad de la vivienda

Hasta 1940	Más de 58	
De 1941 a	años.	
1960	Entre 56 y 37	
De 1961 a	años	
1975	Entre 36 y 22	
De 1976 a	años	
1985	Entre 21 y 12	
De 1986 a	años	
1995	Entre 12 y 3	
De 1986 a	años	
1995	Menos de 3	
Ns/nc	años	
	Ns/nc	

La vivienda ha sido remodelada

SÍ	NO

¿Hace cuánto tiempo?

Menos de un año	Más de un año

¿Qué tipo de adecuaciones ha realizado?

Piso	Paredes	Techo	Ventanas

¿Qué material utilizo para la remodelación?

Vidrio		Adobe Madera		Fibrocemento	
Ladrillo		Zinc		Madera/concreto	
Bloque de barro		Paja/palma		madera de embalaje	
Bloque de cemento/conc reto		Lámina		Material reciclado	

¿Por qué seleccionó este tipo de materia para la remodelación?

Econo mía	Tipo de material	Recomenda ción

Si tuviera la posibilidad de mejorar su vivienda, ¿Estaría dispuesto a usar un biomaterial de construcción?

Si	NO	¿Por qué?

¿Cómo eliminar los desechos que sale de esta vivienda?

**Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del
café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca)
como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.**

Los botan al patio, quebrada, rio, lote.

Los queman o entierran.

Los botan en un basurero público.

Los colecta el carro recolector público.

Los colecta el carro recolector privado/contratan.

Otro

¿La vivienda hace parte de una Finca con extensión entre?

1 - 5 hectáreas	6 - 10 hectáreas	11 - 15 hectáreas	16 - 20 hectáreas	otro

¿La Finca tiene cultivo?

SI	NO

¿Cuántas son las hectáreas cultivadas?

1 - 5 hectáreas	6 - 10 hectáreas	11 - 15 hectáreas	16 - 20 hectáreas	otro

¿Cuál es el principal tipo de cultivo sembrado en la Finca?

Café	Plátano	Habichuela	Banano	Tomate de árbol	Maíz	otro

¿Realiza rotación de cultivos?

SI	NO
----	----

¿Cuál es el tiempo estimado entre una y otra cosecha?

1 mes	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses
-------	---------	---------	---------	---------

¿Cuál es el destino de la cosecha?

Venta directa (puerta a puerta)	
Venta en mercadillos / mercado	

**Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del
café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca)
como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.**

agrícola	
Venta a minoristas (pequeñas fruterías, pequeñas tiendas)	
Venta a supermercados e hipermercados	
Venta a hoteles y restaurantes	
Venta a mayoristas	
Exportación	

¿Cómo eliminar los desechos (bolsas, frascos, entre otros) que sale de los cultivos?

La botan al patio, quebrada, río, lote.	
La queman o entierran	
La botan en un basurero público	
Carro recolector público	
Carro recolector privado/contratan	
otro	

¿Qué ocurre con los residuos orgánicos producidos en la cosecha?

Los botan a quebrada, río.	
La queman	
La botan en un basurero público	
Realizan producción de abono	
Elaboran productos	
Otros	

¿El cultivo es tecnificado?

SI	NO
----	----

Indique las características que debe cumplir para tecnificar su cultivo	
¿Ha recibido capacitación en el uso de los residuos productos de la cosecha?	

SI USTED ES AGRICULTOR DE CAFÉ RESPONDA LAS SIGUIENTES PREGUNTAS

¿Cuántas Hectáreas cultivadas de café tiene la Finca? _____
Número de cargas de café producidas en el periodo de cosecha _____

- ¿Qué tipo de café cultiva?
- Sin tostar y sin descafeinar
 - Sin tostar y sin descafeinar, para siembra
 - Tostado, sin descafeinar en grano
 - Tostado y sin descafeinar, molido
 - Tostado y descafeinado
 - Otro, ¿Cuál?

¿Produce algún tipo de café especial?

SI	NO
----	----

Si su respuesta anterior es afirmativa, selecciones a continuación el tipo de café:

Café de origen (Regional, exótico, de Finca)	
Cafés sostenibles (Amigable con el medio ambiente, contenido social, café orgánico, "Good inside")	
Cafés de preparación (Caracol, premium, supremo)	

Responda SI o NO a las siguientes preguntas:

	SI	NO
¿En el predio se han realizado análisis de agua?		
¿En el predio se han realizado análisis de suelo?		
¿Tiene posibilidad de compostaje y utilización de fertilizantes orgánicos?		
¿Han recibido capacitaciones sobre el manejo de plagas?		

¿Lleva registro del café que se produce en la Finca?		
--	--	--

Anexo 3. Formato de entrevista

Entrevista

Objetivo: Establecer los procedimientos relevantes en la cosecha del café llevados a cabo en la vereda el Diamante.

Cómo se realiza la siembra del café, describa espacios entre plantas, plantas que acompaña el cultivo.

Tiempo, tipo y cantidad de fumigaciones, para el cuidado del cultivo.

Descripción de la cosecha, cuanto tiempo después de sembrado el café, se puede cosechar, cuanto tiempo dura la cosecha, y cada cuanto tiempo son las nuevas cosechas.

Qué ocurre con la cereza del café. Describa cada proceso adelantado hasta obtener el producto.

Nombre los residuos generados durante el proceso

Cuál es la disposición de los residuos en la producción de café.

¿Estos productos de desecho pueden ser aprovechados? describa en qué.

Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza del café generado en la vereda “El diamante” (Cundinamarca) como biocomposito, a partir de una revisión sistemática.