

**La tecnificación y sostenibilidad en la finca La Macarena en el municipio de Betulia  
Antioquia: un estudio de caso**

Carolina Bermúdez Rojas  
Manuela Rojas Bedoya

Universidad Pontificia Bolivariana  
Escuela de Economía, Administración y Negocios  
Administración de Empresas  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2024

**La tecnificación y sostenibilidad en la finca La Macarena en el municipio de Betulia  
Antioquia: un estudio de caso**

Carolina Bermúdez Rojas \*

Manuela Rojas Bedoya \*\*

Trabajo de grado para optar por el título de

\* Administrador de Empresas

\*\* Administrador de Empresas y Negociador Internacional

Asesor

Claudia Patricia Vélez Zapata

PhD en Administración

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Economía, Administración y Negocios

Administración de Empresas

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

**Fecha**

Finales de mayo de 2024

**Nombres**

Carolina Bermúdez Rojas

Manuela Rojas Bedoya

Declaramos que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad”. Art. 92, párrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada.

**Firma de los autores**

Carolina Bermúdez Rojas

---

Manuela Rojas Bedoya

---

## **Agradecimientos**

En primer lugar, quisiéramos expresar nuestra profunda gratitud a la tutora Claudia Patricia Vélez Zapata, por su invaluable guía, apoyo y paciencia durante todo el proceso de investigación. Su experticia, conocimiento y dedicación fueron fundamentales para orientar nuestro trabajo y conducirlo hacia un buen término. Agradecemos especialmente sus comentarios constructivos y su constante aliento, los cuales nos motivaron a dar lo mejor de nosotras en cada etapa del proyecto.

De igual manera, queremos extender nuestro agradecimiento a todas las personas que nos brindaron información y colaboración para llevar a cabo la investigación. Su disposición y amabilidad fueron invaluable para obtener los datos necesarios y comprender a profundidad el tema de estudio. Agradecemos especialmente a Sebastián Vélez Muñoz y Elerban Vélez Arango por su tiempo y generosidad.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>2. PREGUNTA PRINCIPAL DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>16</b>
2.1. PREGUNTAS AUXILIARES DE INVESTIGACIÓN.....	16
<b>3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>17</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
4.1. INTRODUCCIÓN DEL CAFÉ EN COLOMBIA .....	18
4.2. INTRODUCCIÓN DEL CAFÉ EN ANTIOQUIA Y SU IMPORTANCIA ECONÓMICA Y SOCIAL. ....	19
4.3. TECNIFICACIÓN EN LA AGRICULTURA CAFETERA. ....	22
4.3.1. <i>Proceso de la tecnificación y sus factores</i> .....	24
4.3.2. <i>Tecnología y prácticas modernas utilizadas en la producción del café</i> .....	25
<b>5. DISEÑO METODOLÓGICO. ....</b>	<b>30</b>
5.1. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN .....	30
5.1.1. <i>General</i> .....	30

5.1.2.	<i>Específicos</i> .....	30
5.3.	TÉCNICAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS .....	31
5.3.1.	<i>Entrevistas semiestructuradas</i> .....	31
5.3.2.	<i>Protocolo de entrevista</i> .....	32
5.3.3.	<i>Observación participante</i> .....	33
5.3.4.	<i>Diarios de campo</i> .....	33
5.4.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	33
5.4.1.	<i>Análisis temático</i> .....	33
5.4.2.	<i>Revisión de entrevistas y diario de campo</i> .....	34
5.5.	TEMÁTICAS INICIALES Y DISEÑO DE LA ENTREVISTA .....	34
5.5.1.	<i>Estructura de la entrevista</i> .....	35
<b>6.</b>	<b>HALLAZGOS</b> .....	<b>36</b>
6.1.	MOTIVACIÓN PARA ADOPCIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS .....	37
6.2.	PROCESO DE INTRODUCCIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS .....	41
6.3.	ADOPCIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS.....	43
6.4.	IMPACTOS Y BENEFICIOS DE LA TECNIFICACIÓN .....	44
6.5.	PRINCIPALES DESAFÍOS PARA LA INTRODUCCIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS.....	45

6.6.	INFLUENCIA DE LA TECNIFICACIÓN EN LA MITIGACIÓN DE LA CRISIS CAFETERA .....	48
7.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>49</b>
	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>52</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>57</b>

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Finca La Macarena .....	37
<b>Figura 2.</b> Técnica de arriería .....	38
<b>Figura 3.</b> Cafeductos.....	39
<b>Figura 4.</b> Despulpadora de café.....	40
<b>Figura 5.</b> Secadora de café .....	40
<b>Figura 6.</b> Recolección tradicional de café.....	41
<b>Figura 7.</b> Lonas para recolección de café .....	42



## RESUMEN

**Propósito:** El propósito de la investigación fue comprender el papel de la tecnificación como estrategia para la sostenibilidad de las fincas cafeteras en el contexto de la crisis del sector cafetero.

**Metodología:** Esta investigación presento un enfoque cualitativo con alcance exploratorio basado en una entrevista semiestructurada y conversacional realizada a los propietarios de la finca La Macarena.

**Hallazgos:** Nuestros hallazgos indican que la tecnificación no se presenta como única solución para mitigar los efectos de la crisis que enfrenta el sector, existen diversos factores que son de control humano y otros que están fuera de su alcance. Para mitigar la crisis del sector cafetero, requieren medidas complementarias como: estabilización de los precios del café y apoyo gubernamental.

**Contribución:** Este trabajo de grado reconoce que la tecnificación no es la única respuesta a la crisis del café. Se destaca la importancia de la intervención gubernamental para generar una estabilización en los precios de café, existen factores fuera del alcance del control humano como lo es el cambio climático que afectan la producción de café y finalmente que se requiere una mejora en las entidades cafeteras para brindar un apoyo técnico a los caficultores.

**Palabras clave:** Betulia Antioquia, Colombia, crisis cafetera, sector cafetero, sostenibilidad, tecnificación

## ABSTRACT

**Purpose:** The purpose of the research is to understand the role of modernization as a strategy for the sustainability of coffee farms in the context of the crisis in the coffee sector.

**Methodology:** This research presents a qualitative approach with an exploratory scope based on a semi-structured and conversational interview conducted with the owners of the La Macarena farm.

**Findings:** Our findings indicate that modernization is not presented as the only solution to mitigate the effects of the crisis facing the sector; there are several factors that are within human control and others that are beyond their reach. To mitigate the crisis in the coffee sector, complementary measures are required such as stabilization of coffee prices and government support.

**Contribution:** This degree work recognizes that modernization is not the only response to the coffee crisis. The importance of government intervention to generate stabilization in coffee prices is highlighted; there are factors beyond the reach of human control, such as climate change, which affect coffee production and finally, improvement is required in coffee-growing entities to Provide technical support to coffee growers.

**Keywords:** Betulia Antioquia, Colombia, coffee crisis, coffee sector, sustainability, modernization

## INTRODUCCIÓN

La caficultura colombiana, la cual se caracteriza por su trayectoria y relevancia socioeconómica, enfrenta una profunda crisis que pone en riesgo la sostenibilidad del sector y el bienestar de las comunidades caficultoras. Según el profesor Luis Ignacio Aguilar Zambrano (2003), la crisis del sector cafetero se traduce en precios e ingresos bajos de los caficultores no permite el cuidado requerido por los productores, lo que en un punto afecta la calidad del producto final. La disminución de la rentabilidad, la baja productividad, la volatilidad de los precios internacionales y los efectos adversos del cambio climático amenazan la sostenibilidad del sector y el bienestar de las comunidades caficultoras (Federación Nacional de Cafeteros, 2023). En este contexto la tecnificación se presenta como una alternativa para mitigar en cierta medida la crisis y fortalecer la caficultura en la región de Betulia, Antioquia.

En el municipio de Betulia, Antioquia, la finca La Macarena surge como un faro de esperanza, porque es un ejemplo de cómo la introducción de prácticas tecnificadas y sostenibles pueden transformar y mejorar un poco la realidad del sector cafetero. A través de la adopción de estas prácticas, la finca ha logrado superar obstáculos que aquejan a la caficultura tradicional, alcanzando mejores niveles de productividad, calidad y rentabilidad.

Este trabajo de grado se propone profundizar en la experiencia de la finca La Macarena, explorando en detalle las estrategias implementadas que han impulsado su mejora. En este contexto de la tecnificación como alternativa para mitigar la crisis del

sector cafetero en la finca La Macarena se planteó el objetivo general: “Analizar el papel de la tecnificación de las fincas cafeteras en Betulia Antioquia frente a su sostenibilidad en medio de la crisis del sector cafetero mediante el estudio de caso de la finca La Macarena”, para ello se generó un diseño una investigación cualitativa basada en entrevistas semiestructuradas a los propietarios de la finca. El procesamiento de los datos obtenidos en esta entrevista se realizó mediante el método de análisis temático.

Dentro de los hallazgos principales tenemos que la tecnificación no se presenta como solución total para mitigar la crisis que enfrenta el sector. Este trabajo está organizado de la siguiente manera: 1) Planteamiento del problema. 2) Pregunta de investigación. 3) Justificación. 4) Marco teórico el cual versa sobre las temáticas de la introducción del café en Colombia, la introducción del café en Antioquia y su importancia económica y social, finalmente se habla de la tecnificación en la agricultura cafetera. 5) Metodología. 6) Resultados. 7) Conclusiones del estudio. 8) Referencias y anexos.

## **1. Planteamiento del problema de investigación**

La industria cafetera ha sido históricamente un pilar económico y social en Colombia. Sin embargo, factores como el cambio climático, la volatilidad de los precios internacionales y la necesidad de incrementar la productividad han impulsado la adopción de tecnologías en las fincas cafeteras. Esta investigación se enfoca en explorar la interacción entre la tecnificación y la sostenibilidad en la finca cafetera La Macarena de Betulia, Antioquia, con el objetivo de comprender cómo la incorporación de tecnologías impacta en la sostenibilidad ambiental y económica de la producción cafetera en la finca.

El problema de investigación relacionado con el tema de la Tecnología y el desarrollo sostenible en fincas cafeteras en Colombia es de gran importancia en la situación actual, puesto que, Colombia es uno de los mayores productores de café del mundo, y la intersección de la modernización y la sostenibilidad en este sector es fundamental para comprender cómo la adopción de tecnología avanzada puede afectar la viabilidad a largo plazo de las fincas cafetaleras y el medio ambiente.

Como es mencionado por Carmen Dussán- Lubert; Hernando Duque-Orrego; Julián González-López, en su artículo “Caracterización tecnológica de caficultores de economía campesina de los principales municipios cafeteros de Colombia”, la modernización de las fincas cafeteras puede involucrar diferentes variables agroecológicas, tecnológicas, sociales y económicas (2006, pág. 2) . Si bien estas tecnologías pueden aumentar la eficiencia y la productividad, también plantean dudas sobre su impacto en la sostenibilidad ambiental. Por ejemplo, un mayor uso de

maquinaria puede generar una mayor huella de carbono si las emisiones y el consumo de energía no se gestionan adecuadamente.

El desafío es equilibrar la modernización con las prácticas agrícolas tradicionales y el conocimiento local. La introducción de tecnología moderna puede verse como una amenaza al modo de vida establecido de las comunidades cafeteras. Combinar métodos tradicionales con innovaciones técnicas es importante para que las comunidades locales no sólo se beneficien económicamente, sino que también mantengan su identidad cultural y sus vínculos con la tierra.

Además, es relevante analizar los factores económicos relacionados con la modernización. Si bien la inversión en tecnología puede aumentar la producción y los ingresos, el costo inicial de su adopción puede resultar prohibitivo para los pequeños agricultores. Esto plantea preguntas sobre cómo garantizar la igualdad de acceso a estas tecnologías y cómo apoyar a los agricultores en la transición hacia prácticas más sostenibles y técnicas.

Por otro lado, las normas de certificación y sostenibilidad desempeñan un papel importante en la industria del café. Es de suma importancia examinar cómo la modernización puede facilitar u obstaculizar la adquisición de certificaciones orgánicas o de comercio justo para comprender los desafíos y oportunidades involucradas. La tecnología puede mejorar la trazabilidad y la transparencia, lo que a su vez puede fortalecer la confianza de los consumidores en la sostenibilidad de los productos.

En cierto modo, la tecnificación o modernización en las fincas cafeteras puede relacionarse como el nombre lo indica en bienes tecnológicos, se han creado otro tipo de estrategias para mejorar los procesos productivos de las fincas cafeteras, con esto se busca reducir tiempos y costos y aumentar la calidad y productividad del café.

El sector cafetero Colombia, otrora motor de la economía nacional, se encuentra inmerso en una profunda crisis caracterizada por la baja rentabilidad, el envejecimiento de la población caficultora, los embates del cambio climático y la falta de relevo generacional (FNC,2023; MinAgricultura,2023). Por esto, la tecnificación surge como una alternativa viable para mitigar y enfrentarse a estos desafíos para mejorar la competitividad del sector. (Cenicafé, 2023).

Betulia, municipio del departamento de Antioquia, ostenta un papel protagónico dentro del panorama cafetero colombiano. Este municipio, tiene una larga tradición cafetera, que se remonta a finales del siglo XIX, esto se combina con condiciones climáticas idóneas para el cultivo y una cultura cafetera arraigada a la comunidad. (Alcaldía de Betulia, 2023). Su papel protagónico en la industria cafetera de la región ha dado una importante razón para que haya sido seleccionado como lugar de referencia para llevar a cabo la investigación.

## **2. Pregunta principal de investigación**

¿Cómo la tecnificación en la finca La Macarena en Betulia Antioquia aporta su sostenibilidad en medio de la crisis del sector cafetero?

### **2.1. Preguntas auxiliares de investigación**

- ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrentan la finca La Macarena en Betulia Antioquia al adoptar tecnologías avanzadas en sus procesos de producción?
- ¿Cómo ha influido la tecnificación en la eficiencia y la productividad de la finca La macarena en términos de rendimiento y calidad del café?
- ¿Qué papel ha jugado la tecnificación frente a la crisis?
- ¿Cuáles son los impactos ambientales de la tecnificación y la implementación de prácticas sostenibles en la Finca La macarena?
- ¿Qué oportunidades de mejora en la competitividad y sostenibilidad de la actividad cafetera pueden identificarse a partir de la adopción de tecnologías y enfoques sostenibles?
- ¿Cuáles son las implicaciones directas e indirectas de la crisis económica actual en el sector cafetero para los caficultores, y qué estrategias podrían implementarse para mitigar sus efectos en la sostenibilidad económica de las fincas cafeteras?



### **3. Justificación**

Colombia se conoce como un país que produce un café de excelente calidad comparado con otros del mercado internacional, por eso es muy importante conocer cómo se produce este, pues en cada finca productora se llevan procesos diferentes siendo unos más tradicionales y en algunas ocasiones encuentran fincas que tienen procesos completamente tecnificados. Como es mencionado por Jhon Trejos, Cesar Serna, Paola Calderón en su artículo publicado en la revista Cenicafé (2011): “Entre los principales desafíos que enfrenta el sector rural en países Latinoamericanos, están el superar la pobreza y alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuaria, lo que implica conciliar criterios de equidad, productividad y competitividad para el manejo sostenible de los recursos naturales”. La producción de cualquier producto agrícola tiene un proceso detrás, buscando cómo realizar cada tarea de manera efectiva, esperando obtener beneficios y sostenibilidad en el territorio.

Por esto. Betulia Antioquia, al ser un municipio colombiano que no se encuentra desarrollado en su totalidad y que no es común que las fincas tengan en sus procesos integradas la sostenibilidad y tecnificación, se desea encontrar respuesta de la finca La Macarena que ha incluido en sus procesos estos elementos, para conocer los puntos de vista de los propietarios acerca de los procesos tecnológicos y de mejora en su finca para así determinar como la actividad cafetera del municipio puede verse incentivada a trabajar de una manera más tecnológica.

## **4. Marco Teórico**

La implementación e inserción de la tecnificación en las fincas cafeteras es un proceso que trae consigo la implementación de nuevas tecnologías y prácticas en el cultivo, cosecha e incluso el procesamiento del café. Lo que se busca con este proceso es encontrar un método que lleve a la mejora de la productividad, la calidad y la sostenibilidad del café a largo plazo, trayendo beneficios tanto con la tierra donde se cultiva como económicos para el propietario y productor de café.

### **4.1. Introducción del café en Colombia**

El café es uno de los productos agrícolas que ocupa los primeros lugares referente a la significancia que tiene para el país. Como lo menciona la Federación Nacional De Cafeteros de Colombia (2020) el café llegó a Colombia en el siglo XVIII, traído por los jesuitas. En el siglo XIX, el café se convirtió en el principal producto de exportación de Colombia, por lo que la industria cafetera desempeñó un papel relevante en el desarrollo de la economía del país.

El primer registro escrito del café en Colombia se encuentra en el libro *El Orinoco Ilustrado*, escrito por el sacerdote jesuita José Gumilla en 1730. En este libro, Gumilla describe la presencia del café en la misión de Santa Teresa de Tabaje, ubicada en la región de la Orinoquia. Se dice que los inicios y el crecimiento del Café en Colombia fue gracias al sacerdote jesuita Francisco Romero en un pueblo de Santander llamado Salazar de las Palmas. Se menciona, que cuando los fieles creyentes iban a confesarse, el sacerdote les imponía como penitencia sembrar café.

Gracias a esto se hace referencia a que la producción de café empezó a expandirse a otros departamentos y para 1850 había llegado a Cundinamarca, Antioquia y Caldas. (Federación Nacional De Cafeteros de Colombia, 2020).

#### **4.2. Introducción del café en Antioquia y su importancia económica y social.**

La producción cafetera colombiana continúa teniendo gran participación en la economía rural. El café por ejemplo sigue siendo motor de desarrollo económico y social de las regiones productoras, por lo tanto, variaciones en su producción tienen incidencia directa en el bienestar de la población (Muñoz, 2019). Es importante mencionar que quienes están en el mercado cafetero resultan de la caída en la productividad, el empobrecimiento de los caficultores por las caídas drásticas en su precio y el aumento de los precios de los productos necesarios para una buena cosecha. Sin haber terminado aun de mencionar las causas de la pérdida de relevancia del sector cafetero en el país, se puede mencionar que una causa significativa para este hecho y de suma relevancia para este trabajo es que se presenta una lentitud en los procesos de adopción de nuevas tecnologías y el uso de productos sostenibles para la producción de café. El café podría presentarse como un mecanismo que puede impactar hacia el crecimiento económico tanto del país como de la región Betuliana ya que dinamiza la productividad en las regiones y podría sacar a población rurales de la pobreza si se encontrara más dinamizado su proceso.

El café en Antioquia se ha presentado como un elemento de desarrollo que puede aportar al crecimiento de la economía colombiana. Este, se ha dado en el departamento como un impulsor de desarrollo. Según Jazmín Tamayo, José Emil y Miguel Domínguez

en su documento: “Evolución del café en Antioquia como eje de desarrollo de la economía Colombia” (2021), Antioquia se destacó por la preponderancia de pequeñas y medianas haciendas cafeteras, lo que permitió que el departamento tuviera un crecimiento económico más acelerado y con mejores características que las demás regiones del país debido a la alta productividad que se presentó.

El cultivo del café es una de las actividades económicas con más relevancia en el departamento de Antioquia. Según la Cámara de Comercio: “el departamento cuenta con 117.000 hectáreas sembradas de café, es el segundo en producción nacional y el tercero en registrar más exportaciones a destinos como Estados Unidos, Canadá, Japón y Alemania. Además, cuenta con 95.553 fincas cafeteras y 76.543 caficultores” (párr. 1). Lo que podría dar un contexto de la importancia del café en el departamento y no únicamente en este, si no el aporte que realiza a la economía del país con las exportaciones que lleva a cabo. Al ser una actividad de tal importancia y magnitud en el departamento, genera empleo y riqueza para la región. Según la Cámara de Comercio: “Antioquia es el segundo departamento productor de café en Colombia, con un área sembrada de 117.000 hectáreas y una producción anual de 520.000 sacos de 60 kilos” (p.1), este ejercicio del cultivo de café se realiza en fincas de tamaños pequeñas y medianas, es sustancial resaltar que los caficultores antioqueños se destacan por su dedicación y compromiso para ofrecer un café de alta calidad tanto a los consumidores nacionales como a los consumidores internacionales. El café antioqueño es reconocido por su aroma y su sabor, por el café que se ofrece para la venta en exportación es uno de los productos con más valor de la economía colombiana.

El departamento tiene unos municipios que son los principales en cuanto a la producción de café de alta calidad. Según FNC (2023), los principales municipios productores de café son: Andes, Fredonia, Santa Rosa de Osos, Anzá y Betulia. Estos son municipios que, en comparación con otros del departamento, tienen una extensión de tierra no muy grande, pero que la calidad de estas, su clima y los cuidados de los caficultores permite que se aprovechen de la mejor manera para ofrecer un café de alta calidad.

El cultivo de café en Antioquia está enfrentando dificultades y desafíos, de los que se destaca el cambio climático y el exceso de lluvia o calor, ya que tienen gran incidencia en el árbol de café y su calidad, también es relevante mencionar la competencia con otros países productores y la baja rentabilidad de la actualidad para los caficultores. Sin embargo, el café no deja de ser una actividad primordial para la economía colombiana y desde el gobierno se han desarrollado estrategias para fortalecer y apoyar este sector como lo son: la promoción de la producción sostenible de café, el desarrollo de programas de asistencia para los caficultores y finalmente la investigación, desarrollo y fomentación de nuevas variedades de café. Esto lleva a fomentar el cultivo del café para que represente una fuente de crecimiento para el departamento.

En adición, el café es muy relevante para la economía del país. Según el ministro Zea Navarro (2022):

*En 2021 se generaron ingresos por \$10,7 billones, por concepto del valor de la cosecha, los cuales fueron directamente a los cafeteros ubicados en los 22*

*departamentos y 604 municipios de Colombia”, mensaje que muestra que gran magnitud de la tierra perteneciente al país es utilizada para la producción de café, como generador de riqueza o recursos económicos necesarios para que las familias colombianas puedan subsistir. Del mismo modo, es importante resaltar: “el sector cafetero en Colombia representa el 15% del PIB agropecuario, demanda alrededor de 2,5 millones de empleos (directos e indirectos) y está ubicado en las tres cordilleras de Colombia.*

Por otro lado, según un informe presentado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia titulado “FNC en Cifras” (2017), en el país hay 555.692 familias cafeteras, en cuanto a magnitud de tierras productoras de café se utilizan 931.746 hectáreas y un dato de suma relevancia proporcionado en este informe es que el 96% de los productores de café son pequeños y en promedio cada uno tiene 1,4 hectáreas. Lo que significa que más del 25% de la población rural del país es cafetera. La que hace la producción del café en la economía del país es de suma relevancia ya que general alrededor de 730.000 empleos directos (p.1)

#### **4.3. Tecnificación en la agricultura cafetera.**

La tecnificación en la agricultura cafetera en Colombia es un tema de creciente importancia en los últimos años. La industria cafetera colombiana se enfrenta a una serie de desafíos, como el cambio climático y la necesidad de aumentar la productividad. La tecnificación puede ayudar a los caficultores a hacer frente a estos desafíos y mejorar la sostenibilidad de sus operaciones.

Según la Federación Nacional de Cafeteros, Colombia es el mayor productor mundial de café suave y aunque en los últimos años su rentabilidad ha ido en aumento, existen unos aspectos que se deben tener en cuenta como el suelo, el clima, la diversidad y la agronomía del cultivo, estas son variables tecnológicas que los cultivadores deben observar para mejorar la productividad del café, por este motivo el caficultor debe tomarlas en cuenta para mejorar la calidad de su café.

Con la tecnificación del cultivo se busca aumentar la productividad de los cafetales, haciendo de estos una actividad sostenible dirigida a que los sembrados sean menos vulnerables al cambio climático. El proceso de tecnificación de los cafetales comenzó en la década de 1970 con la introducción de la variedad Caturra y se consolidó en los años 80 con la variedad Colombia que trabajó El Centro Nacional de Investigación del Café (CENICAFE). Este estudio científico y el desarrollo tecnológico les permite a los cultivadores contar con variedades de semilla mejoradas y más productivas, resistentes a enfermedades y mejor adaptadas al cambio climático con mejores prácticas de conservación de suelos, agroforestería (sistema productivo que integra árboles, ganado y pastos en una misma unidad productiva), manejo integrado de arvenses (maleza o hierba mala), monitoreo y registro de variables climáticas, tecnificación del cultivo, manejo integrado de plagas y enfermedades, ahorro de agua y primeros desarrollos de cosecha asistida. (Gaitán A, 2020)

Todo este proceso de investigación científica, llevan a pensar que CENICAFE ha contribuido a la tecnificación del cultivo para que el caficultor logre tener producciones deseadas en un momento determinado, con tecnologías basadas principalmente en:

Aumento progresivo de la densidad de siembra, incorporación de fertilizantes, intensificación de prácticas de manejo y renovación del árbol de café de manera periódica. (Gaitán A, 2020)

Según Guhl en su documento “Café y cambio de paisaje en la zona cafetera colombiana entre 1970 y 1997” (2004), el proceso de modernización se define como “el proceso de intensificación de la producción cafetalera, que implica la transformación de los cafetales tradicionales y su sustitución por cafetales intensivos” (pág. 32). Este proceso se caracteriza por varios elementos: 1) trazabilidad 2) introducción de variedades de alto rendimiento, 3) diferenciación del proceso productivo, 4) alta densidad de siembra y 5) uso de fertilizantes químicos, fertilizantes artificiales y química agrícola en general.

#### **4.3.1. Proceso de la tecnificación y sus factores**

La caficultura colombiana ha sido afectada por una serie de factores ambientales y políticos, que han obligado a los productores adoptar nuevas tecnologías y variedades de café. Uno de los factores ambientales fue la aparición de la roya brasileña, que comenzó a extenderse por las regiones cafetaleras del continente africano, dando lugar a experimentos para generar variedades resistentes a esta plaga. Todas las variedades de café cultivadas en Colombia se derivan de la variedad Coffe arábica

En el año 2002 se desarrolló la variedad Tabi (C. arábica ‘Tabi’), la cual es una variedad de porte alto, resistente a la roya, con buena productividad y calidad de taza. En el año 2005 se produjo la variedad Castillo (C. arábica ‘Castillo’) con sus variantes regionales: Naranjal, El Rosario, Paraguaicito, La Trinidad, Pueblo Bello, Santa Bárbara



y El Tambo; siendo Naranjal la variedad predominante en la región del municipio de El Águila.

Asimismo, el factor ambiental es el incremento en la temperatura del municipio, lo que favoreció la proliferación de plagas y enfermedades en los cultivos de café. Debido a esta situación, fue necesario implementar prácticas de control (principalmente químicas) y la adopción de variedades de café más resistentes. Un segundo factor corresponde a lo político, este tiene su origen en la ruptura del Pacto de Cuotas, el cual mantuvo la estabilidad del precio del café a nivel internacional por décadas. El país no estuvo preparado para estas nuevas reglas de mercado, lo cual propició una crisis del sector cafetalero en los años noventa. La Federación Nacional de Cafeteros comenzó un proceso intensivo para incentivar la tecnificación y así incrementar la productividad en los cultivos para contrarrestar la crisis que atravesaba el sector (Parada Sanabria, 2016)

La tecnificación es clave ya que garantiza la productividad y la calidad del grano ante las exigencias de un mercado internacional. Pero las crisis recurrentes y las caídas de los precios del café produjeron un debilitamiento de las condiciones de vida de los productores, lo que a su vez redujo la inversión.

#### **4.3.2. Tecnología y prácticas modernas utilizadas en la producción del café**

Los caficultores llevan mucho tiempo confiando en la tecnología para mejorar la producción de café. Las cosechadoras mecanizadas se utilizaron por primera vez en Brasil en la década de 1960 para ayudar a los productores a recolectar las cerezas maduras, pero desde entonces, se han producido nuevos avances tecnológicos como lo son el uso de

drones, aplicaciones móviles y mecanismos particulares para optimizar el proceso de producción.

Los vehículos aéreos no tripulados o drones son herramientas útiles para la producción de café, dado que muchos caficultores viven en zonas remotas y montañosas, a menudo es difícil trazar los límites de las fincas a pie o con determinados vehículos, por lo cual los drones pueden proporcionar una serie de datos a los que no podrían acceder de otro modo. (Ríos-Hernández, 23 Julio 2021).

A partir de los drones, empelados como una herramienta tecnológica innovadora, es posible resolver las problemáticas expuestas en campos de cultivos de gran extensión, ya que con cámaras de alta definición e información geográfica pueden recorrer más de mil hectáreas en menos de una hora (Koh & Wich)

El auge de las aplicaciones móviles orientadas a los productores también proporciona herramientas digitales útiles para el cultivo de café. Plataformas como Yara Coffe Club pueden rastrear variables como los niveles de nutrientes del suelo y el uso de fertilizantes, lo que ayuda a mejorar la calidad. Además, los últimos avances en tecnología de inteligencia artificial permiten a los productores comprender mejor la calidad de su café. (Coffe)

En lugar de que los agricultores dependan únicamente del tueste y la cata, empresas como Demetria pueden proporcionar herramientas digitales para predecir la calidad del café. La tecnología de Demetria utiliza sensores de proximidad infrarrojos para crear una "huella digital" del café y evaluar el contenido de diversos compuestos

orgánicos en los granos. Siguiendo esta idea, algunas de las tecnologías específicas desarrolladas para el beneficio ecológico del café con las cuales se regule el consumo de agua y se reduzca el impacto de los subproductos del café son las siguientes:

### **Tanque Tina**

La tina es un recipiente en ángulo de plástico o acero inoxidable. Una zona circular donde se fermenta y limpia el café. Después de cuatro enjuagues, la masa de café queda completamente cubierta con agua limpia. A través de la rejilla se puede drenar rápidamente el agua con miel, que reduce el consumo de agua de 25 litros a 4,1 litros por kilogramo.

La cantidad de aguas residuales producidas también disminuye (Café, Junio de 2011). Según CENICAFÉ, si se acompaña el uso del tanque junto con otras prácticas como el despulpado y el transporte de la pulpa sin agua, se puede controlar el 85 % de la contaminación potencial. A través de la rejilla se puede drenar rápidamente el agua con miel para su uso posterior tratamiento que reduce el consumo de agua de 25 litros a 4,1 litros por kilogramo de CPS. La cantidad de aguas residuales producidas también disminuye (ZAMBRANO F. D. , 2011). A través de la rejilla se puede drenar rápidamente el agua con miel para su uso posterior tratamiento que reduce el consumo de agua de 25 litros a 4,1 litros por kilogramo. La cantidad de aguas residuales producidas también disminuye (ZAMBRANO F. D. , 2011).

Esta tecnología complementa el sistema modular de tratamiento anaeróbico. “SMTA” (ZAMBRANO F. D. R., 2006); el cual consta de dos unidades separables de la

etapa anaeróbica como los reactores de hidrólisis acidogénica (RHA). La metanogénico (RM), muestra una eficiencia de eliminación de carga orgánica superior a la 80% de la demanda bioquímica de oxígeno, evitando así la contaminación. Se encuentra en aguas residuales de la fermentación de posos de café en producción. Por tanto, el tratamiento del agua producida por la planta es una inversión de impacto económico, social y ambiental en el desarrollo del cultivo del café.

### **Modelo Ecomill**

La tecnología ofrece diversos módulos para 500 pequeñas fincas cafetaleras kg/hora de café lavado, la finca comercial suministró 3000 kg/hora de café lavado. (Oliveros-Tascón, 2017). A partir de esta tecnología, Cenicafé ha desarrollado una tecnología para la limpieza mecánica del café mucilago descompuesto durante la fermentación natural o el uso de enzimas, con reducción notoria en el volumen específico de agua hasta valores entre 0,3-0,5 L.kg.

El módulo integra el despulpado sin agua, el transporte del café y de la pulpa por medios mecánicos o utilizando la gravedad y el lavado en un equipo de flujo vertical ascendente de granos y descarga radial de las aguas residuales de lavado ARL, permitiendo posteriormente su adicción a la masa de la pulpa en proporción 2:1, llegando a controlar de esta forma el 100% de la contaminación; también como manejo de subproductos las aguas residuales pueden deshidratarse en secadores solares o en compostaje para ser usados en procesos de nutrición.

En el proceso de beneficio de forma general y con el propósito de disminuir el impacto negativo ambiental se deben desarrollar unas prácticas independiente del tipo de beneficio que se utilice, entre ellas se encuentran el uso de tolva seca o tolva húmeda con un consumo de agua inferior a 2 lt por kg de café producido en la etapa de recibo y clasificación; adopción del despulpado y transporte de la pulpa sin agua; racionalizar el consumo de agua en las etapas de fermentación y lavado; utilización del mucilago en la alimentación animal o adicionarla sobre la masa de la pulpa; construcción de una fosa techada para el tratamiento de la pulpa e implementar sistemas modulares de tratamiento anaerobio.

Por ello, la implementación y uso de estrategias en la producción de café se basa en enfrentar dos variables: el suelo (trabajando sobre su fertilidad y ecología) y la sanidad vegetal (enfrentar plagas, enfermedades y malas hierbas). Hacer frente a este tipo de variable puede ser complejo, ya que en algunas situaciones no se encuentran interrelacionadas y se presentan situaciones no son bien conocidas. Esto no quiere decir que se rechace la agricultura y caficultura tradicional, sino trabajar combinada con técnicas innovadoras y así llegar a un sistema de producción más racional y acorde a los principios de sostenibilidad.

## **5. Diseño metodológico.**

### **5.1. Objetivos de investigación**

#### **5.1.1. General**

Analizar el papel de la tecnificación de las fincas cafeteras en Betulia Antioquia frente a su sostenibilidad en medio de la crisis del sector cafetero mediante el estudio de caso de la finca La Macarena.

#### **5.1.2. Específicos**

- Explorar los recursos necesarios para la implementación para la tecnificación en la finca La Macarena en Betulia Antioquia.
- Indagar la influencia de la tecnificación sobre el proceso de producción y la calidad del café.
- Examinar las principales barreras y oportunidades se presentan a la hora de implementar tecnologías y practicas sostenibles en las fincas cafeteras
- Evaluar el impacto de la tecnificación en la mitigación de los efectos de la crisis del sector cafetero en la finca La Macarena.

### **5.2. Enfoque y alcance de la investigación**

El presente trabajo de grado, titulado: “La tecnificación y Sostenibilidad en la Finca La Macarena en el municipio de Betulia Antioquia: Un estudio de caso”, tiene como propósito explorar las principales contribuciones de la tecnificación en la Finca La

Macarena a su sostenibilidad en medio de la crisis del sector cafetero. Para abordar esta interrogante, la investigación se orienta hacia un enfoque cualitativo con alcance exploratorio, basado en las estrategias de investigación cualitativa por Irene Vasilachis de Giraldino, en la comprensión de las dinámicas relacionadas con la tecnificación y su impacto en la sostenibilidad de la finca.

El enfoque metodológico seleccionado permite que haya una exploración profunda de la realidad de la Finca La Macarena, yendo más allá de las cifras para capturar las experiencias, percepciones, significados y conocimientos que los actores involucrados atribuyen al proceso de la tecnificación como medio para mitigar la crisis cafetera que presenta el sector. Este enfoque proporciona la flexibilidad necesaria para explorar los nuevos temas emergentes que surgen durante la investigación.

### **5.3. Técnicas de recopilación de datos**

#### **5.3.1. Entrevistas semiestructuradas**

Se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con propietarios, trabajadores y otros actores relevantes de la finca. Estas entrevistas permitieron explorar sus experiencias, percepciones y conocimientos respecto a la tecnificación y la sostenibilidad. Esto permitió tener una conversación fluida, con temas emergentes, obteniendo así más información y comprensión del problema.

### 5.3.2. Protocolo de entrevista

Se diseño un protocolo de entrevista que incluyó preguntas relacionadas con tres grandes temáticas de estudio, tales como: la tecnificación, sostenibilidad y los desafíos específicos que enfrenta la finca en medio de la crisis cafetera. Este protocolo sirvió como guía para asegurar una cobertura integral de los temas relevantes.

- Nos presentamos cordialmente y agradecer a los propietarios por su tiempo y disposición.
- Se explico brevemente el objetivo de la investigación y la importancia de su participación.
- Se resalto la confidencialidad de la información proporcionada y el uso exclusivo para fines académicos.
- Se inicio la entrevista con preguntas generales sobre la finca como: ¿Variedades de café cultivados? ¿Tiempo dedicado al cultivo de café? ¿Hectáreas de la finca?, con el propósito de generar un ambiente confiable.
- Se las preguntas establecidas, para obtener la información requerida, escuchando cuidadosamente realizaron las respuestas, para determinar si era necesario hacer nuevas preguntas.
- Se finalizo la entrevista agradeciendo nuevamente la participación de los propietarios.

Entrevistados	Dos (2) personas, quienes son los propietarios de la finca. Elerban Vélez Arango y Sebastián Vélez Muñoz.
---------------	---



Lugar	Finca La Macarena, Betulia Antioquia.
-------	--

### **5.3.3. Observación participante**

Se realizó observación participante durante visitas a la finca, permitiendo al investigador obtener una comprensión más profunda de las prácticas cotidianas, las interacciones y los contextos relacionados con la tecnificación y la sostenibilidad.

### **5.3.4. Diarios de campo**

Se mantuvo un diario de campo detallado, registrando observaciones, reflexiones y percepciones del investigador durante las visitas a la Finca La Macarena. Este diario complementó el análisis al proporcionar insights adicionales sobre el contexto y las dinámicas observadas.

## **5.4. Procesamiento de la información**

### **5.4.1. Análisis temático**

El análisis de los datos recopilados se realizó mediante un enfoque temático. Se identificaron patrones, tendencias y temas emergentes relacionados con la tecnificación, la sostenibilidad en la finca y los desafíos específicos que enfrenta la finca en medio de la crisis cafetera. Este método proporcionó una comprensión profunda y contextualizada de los datos.

#### **5.4.2. Revisión de entrevistas y diario de campo**

Las entrevistas fueron revisadas minuciosamente y, en algunos casos, reescuchadas para obtener una comprensión más completa y contextualizada de las respuestas de los participantes. El diario de campo complementó la información, proporcionando reflexiones adicionales sobre el proceso de investigación.

#### **5.5. Temáticas iniciales y diseño de la entrevista**

Las temáticas iniciales, concebidas de manera deductiva, las cuales fueron:

- Recursos necesarios para la implementación de la tecnificación
- La influencia de la tecnificación sobre el proceso de producción y calidad del café
- El impacto de la tecnificación frente a la crisis del sector cafetero
- Las principales barreras y oportunidades para la implementación de la tecnificación

Estas temáticas guiaron la elaboración del protocolo de entrevista, asegurando una cobertura integral de aspectos clave relacionados con la tecnificación, sostenibilidad y los desafíos que enfrenta la Finca La Macarena en medio de la crisis cafetera. Este diseño permitió un abordaje estructurado y enfocado hacia los objetivos de la investigación.

### 5.5.1. Estructura de la entrevista

- ¿Qué los llevo a introducir nuevas tecnologías en los procesos de producción del café?
- ¿Cómo fue el proceso de introducción de las nuevas tecnologías?
- ¿Cómo fue la adopción de las nuevas tecnologías?
- ¿Cuáles son los beneficios que les ha traído la tecnificación en la producción y calidad del café?
- ¿Cuál ha sido el mayor impacto a la hora de adoptar estas nuevas tecnologías?
- ¿Cuáles son las implicaciones económicas a la hora de tomar la decisión de llevar a cabo la producción de café con nuevas tecnologías?
- ¿Qué desafíos han enfrentado en este proceso?
- ¿Tiene la tecnificación una influencia positiva o negativa a la hora de buscar posibilidades para mitigar la crisis que presenta el sector cafetero?

## **6. Hallazgos**

El sector cafetero enfrenta una crisis global, caracterizada principalmente por la inestabilidad de los precios, la falta de relevo generacional y el cambio climático. En este contexto, la tecnificación surge como una herramienta potencial para ayudar a los caficultores en cuanto a productividad, calidad y rentabilidad del café.

Este trabajo de investigación explora el caso específico de la finca La Macarena en Betulia Antioquia, donde se han implementado diversas tecnologías que para la región son nuevas con el objetivo de superar los desafíos actuales. A partir de los datos recolectados, se presentan hallazgos detallados sobre la motivación para adoptar estas tecnologías, su proceso de introducción y adopción, los beneficios que han sido identificados, los desafíos enfrentados y la influencia de la tecnificación en la crisis cafetera.



**Figura 1.** Finca La Macarena  
*Autor:* Carolina Bermúdez Rojas  
*Lugar:* Finca La Macarena  
*Fecha:* 2015

### **6.1. Motivación para adopción de nuevas tecnologías**

La principal motivación para la adopción de nuevas tecnologías en la finca La Macarena radica en la escasez de mano de obra. Los jóvenes que se encuentran en la región no tienen como principal elección trabajar en fincas, desean buscar mejores oportunidades en la ciudad. Esta situación aumenta los costos de producción por la necesidad de contratar mano de obra externa. Este hallazgo se refleja en la siguiente expresión tomada de la entrevista realizada a los propietarios:

*La escasez de mano de obra nos ha obligado a buscar nuevas tecnologías que nos permitan reemplazar estas labores de manejo cotidiano en la finca. Se puede mencionar que dentro del territorio se han perdido técnicas como la arriería para el transporte del café desde los cafetales hasta el beneficio.*



**Figura 2.** Técnica de arriería

*Autor:* Carolina Bermúdez Rojas.

*Lugar:* Finca La Macarena

*Fecha:* 2015

Se presenta también una dificultad de gran magnitud para encontrar trabajadores en temporadas de alta demanda como es la cosecha de café lo que se puede traducir en un riesgo de pérdida de producción por la falta de mano de obra. Lo que ha hecho esta situación es obligar a los caficultores a buscar soluciones alternativas para reemplazar la mano de obra necesaria para ejecutar las tareas cotidianas de campo que requiere la finca, como la limpieza, el control de plagas y la recolección del café.

Adicionalmente, en el sector existe la necesidad de aumentar la productividad y la calidad del café para lograr ser más competitivos en el mercado y enfrentar en cierto

modo la crisis por la que está atravesando el sector. Lo que hacen las nuevas tecnologías es ofrecer la posibilidad de optimizar procesos, reducir costos, mejorar las características y calidad del producto final, que en este caso en la producción de café. Al respecto uno de los propietarios afirmaba:

*Se han adoptado técnicas como la implementación de tuberías en los cafeductos para agilizar el proceso y en cuanto a maquinaria y el beneficio de secado es para facilitar y agilizar el procesamiento del café, con maquinaria que nos ayuda a despulpar, lavar, secar el café, con esto se logra tener un café de mayor calidad.*



**Figura 3.** Cafeductos

*Autor:* Carolina Bermúdez Rojas.

*Lugar:* Finca La Macarena.

*Fecha:* 28 de abril de 2024.





**Figura 4.** *Despulpadora de café*  
*Autor:* Carolina Bermúdez Rojas.  
*Lugar:* Finca La Macarena.  
*Fecha:* 28 de abril de 2024.



**Figura 5.** *Secadora de café*  
*Autor:* Carolina Bermúdez Rojas.  
*Lugar:* Finca La Macarena.  
*Fecha:* 28 de abril de 2024.



## 6.2. Proceso de introducción de las nuevas tecnologías

La implementación de las nuevas tecnologías se ha realizado de manera progresiva y con el acompañamiento del Comité Departamental de Cafeteros. Inicialmente con la introducción de lonas para la recolección del café. Esto lo explica uno de los propietarios:

*Tradicionalmente la recolección de café se realizaba de forma manual, utilizando canastos o cocos para recoger los frutos maduros. Este proceso era muy demandante porque los recolectores de café debían agacharse y extenderse de manera constante para alcanzar el fruto maduro del árbol de café. Ahora, con la introducción de lonas, proceso en el cual se extienden las lonas debajo del árbol de café antes de la recolección, permite capturar los frutos que caen al suelo, lo que minimiza la pérdida de café, aumenta el rendimiento e incluso la rentabilidad de la cosecha, porque se requiere menos esfuerzo de la mano de obra.*



**Figura 6.** *Recolección tradicional de café*

*Autor:* Carolina Bermúdez Rojas.  
*Lugar:* Finca La Macarena.  
*Fecha:* 30 de marzo de 2020.



**Figura 7.** Lonas para recolección de café  
*Autor:* Carolina Bermúdez Rojas.  
*Lugar:* Finca La Macarena.  
*Fecha:* 28 de abril de 2024.

Posteriormente, se han incorporado nuevas tecnologías en el beneficio del café, como tuberías en los café ductos para agilizar el proceso y maquinaria para despulpar, lavar y secar el café, lo que les ha permitido a los propietarios de la finca la obtención de un producto de mayor calidad. Es relevante mencionar que anteriormente, el beneficio de café se realizaba de forma manual y artesanal, el café se transportaba a la zona de beneficio en sacos por medio de arrieros, en algunas ocasiones el despulpado se realizaba de manera artesanal, en comparación con la actualidad que realizar por medio de máquinas que permiten separar la pulpa del pergamino, en cuanto al secado del café se hacía extendiéndolo en capas delgadas y revolviéndolo constantemente en patios al sol, proceso que en la actualidad se lleva a cabo por medio de máquinas de secado, que funcionan en base a carbón o algunas con electricidad.

En cuanto al caso de fertilización, se han implementado análisis de suelo, para determinar las necesidades específicas de cada parcela, lo que se traduce en un beneficio

porque se optimiza el uso de fertilizantes y evita que este se desperdicie, lo que al largo plazo muestra una reducción y optimización de los recursos monetarios de la finca.

### **6.3. Adopción de las nuevas tecnologías**

La introducción de las nuevas tecnologías generó dudas entre los caficultores, quienes principalmente temían que los cambios no funcionaran en las condiciones locales del terreno montañoso de la región. Sin embargo, el acompañamiento técnico del Comité Departamental de Cafeteros y la demostración práctica de los beneficios de las tecnologías fueron fundamentales para su adopción e incentivar tranquilidad y conformidad en los caficultores con estos nuevos procesos. Este proceso fue mencionado por los entrevistados de la siguiente manera:

*Al principio todo cambio genera dudas, pero con el acompañamiento de los extensionistas de la federación, demostrando en el campo con la implementación de las lonas, nos mostraron que el proceso podía funcionar con la inclinación de las montañas que se tiene en esta zona cafetera, igualmente que se podía lograr con menos trabajadores una buena recolección del café, porque uno de los grandes inconvenientes como lo mencione es la escasez de la mano de obra en la época de cosecha. Con el tema del beneficio, descubrimos poco a poco en el tiempo que se agiliza y recorta en el proceso de beneficiado del café, lo que reduce el tiempo productivo y se convierte en un beneficio a la hora de la venta porque se da el proceso en mejores condiciones.*

#### **6.4. Impactos y beneficios de la tecnificación**

El impacto más significativo de la tecnificación en la finca La Macarena ha sido el aumento de la productividad. Se ha logrado una mayor producción de café por hectárea, esto se da gracias a la optimización que se le ha dado a los procesos y la reducción de pérdida tanto de tierra como desperdicio de materia prima requerida para el cultivo del café.

Adicionalmente, la tecnificación ha contribuido a la mejora en la calidad del café, lo que permite que los propietarios de la finca obtengan una mejor calificación en cuanto al factor del café lo que a la hora de la venta se traduce en un mejor precio en el mercado. Esto ha sido posible gracias a la implementación de las nuevas tecnologías que les permite un mejor control en la humedad, la temperatura y otros factores que afectan la calidad del producto final. Esta idea se respalda por lo dicho por uno de los propietarios:

*Anteriormente con las marquesinas se tenía mucha dependencia a las condiciones climática, lo que podía crear un sabor amargo en el café, igualmente la exposición prolongada al sol e incluso a la humedad podría dañar el grano de café, apareciendo en algunos casos hongos. Como las recolecciones de café se debían almacenar por mucho tiempo el café perdía su humedad natural, lo que afectaba principalmente su calidad.*

La tecnificación ha generado una reducción de costos, como resultado de la optimización del uso de mano de obra, fertilizantes y agua. Esto ha sido especialmente importante en el contexto actual, donde los precios de los insumos agrícolas han

aumentado significativamente y no tiene una relación positiva en cuanto a los cambios en el precio del café. Uno de los propietarios dice:

*Hay una problemática muy seria en cuanto a la adquisición de insumos para el manejo de las plagas y fertilización, los precios son muy altos sin importar en el momento el precio base del café, si el precio de café aumenta, aumentan los precios de los fertilizantes, pero si por el contrario el precio de café disminuye, no tiene el mismo comportamiento el precio de los fertilizantes, no es proporcional el cambio, con la inversión que se debe realizar.*

#### **6.5. Principales desafíos para la introducción de nuevas tecnologías**

A pesar de los beneficios de la tecnificación, los caficultores especialmente los propietarios de la finca La Macarena han enfrentado algunos desafíos externos, internos y personales en el proceso de introducción de nuevas tecnologías:

*“Uno de los principales desafíos es el calentamiento global, porque no es posible predecir cuándo va a llegar la temporada de lluvias o cuando va a ser una época de mucho calor; esto no ha ido haciendo perder la producción y la calidad del café e igualmente se incrementan las plagas”* (Tomado de la entrevista a los propietarios). El principal desafío externo es el calentamiento global es un factor que el ser humano no puede controlar, la variabilidad climática con periodos de sequía e inundaciones afecta la producción del café, sin importar la tecnología que implemente la finca, posterior a esto la calidad del café disminuye y aumenta la incidencia de plagas y enfermedades debido a este fenómeno, lo que dificulta la planificación de las actividades agrícolas.

La inversión en nuevas tecnologías ha representado un costo significativo para los caficultores. Sin embargo, los beneficios obtenidos en términos de productividad, calidad y competitividad han permitido a muchos caficultores recuperar su inversión en un tiempo establecido. Normalmente, la decisión de introducir nuevas tecnologías se toma buscando los recursos en la mayoría de las ocasiones en entidades bancarias, ya que la finca requiere insumos y no se pueden invertir todos los ingresos para poder solventarla.

El campo no es atractivo como relevo generacional, distinto a lo que podría suceder en el caso de sucesiones en empresas familiares de otro sector económico. Como es mencionado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (2023):

*El sector agropecuario colombiano entre otras dificultades, tiene una especial, la población rural especialmente la campesina; se está envejeciendo, cada día son menos los jóvenes que viven en el campo, porque se están yendo a las cabeceras municipales y especialmente a las grandes ciudades en busca de nuevas oportunidades, huyéndole a la falta de condiciones de vida, buscando oportunidades de educación, procurando encontrar en las ciudades todo aquello que en las veredas y especialmente en la zona rural dispersa, por diversas razones no sé tienen (parr.1).*

Esta situación fue también un aspecto mencionado por los entrevistados lo cual se convierte en un problema crítico para la sostenibilidad en el tiempo de la finca. Los jóvenes migran a las ciudades en busca de mejores oportunidades, dejando atrás las fincas donde las condiciones de trabajo suelen ser difíciles y poco atractivas. Esto se traduce en

un aumento de los costos de producción por la contratación de mano de obra externa, dificultades para encontrar trabajadores en temporadas clave como la cosecha, e incluso el riesgo de perder parte de la producción por falta de personal.

Es muy grande la preocupación de la Federación Nacional de Cafeteros (FNC), porque según un informe presentado por la FNC: “el Comité Directivo de la Federación Nacional de Cafeteros (FNC) hace un llamado al Gobierno nacional e insiste a la industria global adoptar medidas urgentes en favor de los caficultores colombianos y de los 25 millones de familias productoras que viven del grano en el mundo” (p.1, 2019). Los precios del café son volátiles y tienden en estos momentos a la baja, lo que afecta de manera negativa la rentabilidad de los caficultores incluso con la implementación de tecnologías que han mejorado la productividad y calidad. Adicional a esto, la falta de mecanismos de estabilización de precios expone a los productores a la volatilidad del mercado, dificultando la planificación financiera y la inversión en mejoras tecnológicas.

Los caficultores enfrentan dificultades para acceder a créditos y financiamiento tanto para la inversión de nuevas tecnologías como para la adquisición de insumos para la producción de café. Las altas tasas de interés y los requisitos exigentes por parte de las entidades bancarias limitan las posibilidades de los productores de estabilizarse en medio de la crisis cafetera, no poder introducir nuevas tecnologías en sus procesos los limita para mejorar su productividad y competitividad en el mercado. En la entrevista a los propietarios de la finca se mencionó que:

*En cuanto a los bancos, hay muy poco apoyo para el sector cafetero y para el agro en general, por un lado, puede ser que no acepten los créditos por el otro lado es que los intereses son muy altos y realmente no pueden solventarse o pagarse en el tiempo, entonces se ve muy poco apoyo por parte las entidades bancarias y el gobierno nacional.*

## **6.6. Influencia de la tecnificación en la mitigación de la crisis cafetera**

La tecnificación ha demostrado ser una herramienta valiosa para mitigar la crisis cafetera colombiana, pero se reconoce que no es una solución única a la problemática de la crisis que enfrenta el sector cafetero, por este motivo, ha sido difícil enfrentarse a los diversos factores que influyen en la crisis del sector. En el momento que se intenta trabajar sobre uno de los factores que puede ser controlable por el propietario de la finca, existen los demás que no están en su control, lo que dificulta un correcto funcionamiento de su plan de acción para enfrentar la crisis. Pero es relevante mencionar que la implementación de tecnologías ha permitido optimizar la eficiencia, mejorar la calidad del producto y aumentar la rentabilidad de las fincas. Los diversos factores que influyen en la crisis del sector cafetero, de acuerdo con uno de los propietarios es la falta de punto de equilibrio entre costos e ingresos, en sus palabras:

*En este momento la problemática más grande es que estamos trabajando a pérdida, no se está haciendo los costos de producción, estamos al punto de la quiebra porque no compensa los gastos con lo que vale una carga de café, si*



*no nos apoyan, la caficultura va a desaparecer y los caficultores vamos a quebrarnos.*

## **7. Conclusiones**

- El proceso de introducción genera temor en aquellas personas que toda su vida han llevado a cabo las labores de la finca de manera tradicional, por esto, es importante para aumentar su confianza el acompañamiento por parte del comité de caficultores, para que comprendan mejor los beneficios y la aplicación de las tecnologías, con personal capacitado para brindar el apoyo se crea un fortalecimiento de gran relevancia de las capacidades técnicas y tecnológicas de los caficultores, que usaran en el futuro, para tener una mejora continua en sus procesos.
- Es importante reconocer que la tecnificación no es una solución única para la crisis y que debe complementarse con otras medidas como: Estabilización de los precios del café porque se requiere que se creen medidas para estabilizar los precios en el mercado internacional y garantizar una remuneración justa para los caficultores, combate al contrabando de café debido a que el contrabando afecta negativamente los ingresos de los caficultores colombianos, por lo que se deben implementar estrategias efectivas para combatirlo, apoyo gubernamental y fortalecimiento de las organizaciones cafeteras dado que se necesita un apoyo en términos de financiamiento, asistencia técnica para los

caficultores así como investigación y desarrollo de tecnologías apropiadas para diferentes áreas montañosas.

- La tecnificación tiene un gran potencial para transformar el sector cafetero colombiano y hacerlo más competitivo, sostenible y rentable en el tiempo. Sin embargo, es necesario que se aborden los desafíos que enfrentan los caficultores para la adopción de nuevas tecnologías y contar con el apoyo de entidades gubernamentales y no gubernamentales para lograr una verdadera transformación del sector.
- La tecnificación, en conjunto con otras medidas como la estabilización de los precios, el combate al contrabando, el apoyo gubernamental, la diversificación de la producción y el fortalecimiento de las organizaciones cafetaleras, puede contribuir a la mitigación de la crisis cafetera colombiana y al desarrollo sostenible del sector. El caso de la finca La Macarena demuestra que la tecnificación puede ser una herramienta poderosa para mejorar la productividad, la calidad y la rentabilidad mediante la obtención de un mejor precio de venta del café, pero se requiere un enfoque integral que aborde los diversos desafíos que enfrentan los caficultores.
- Los caficultores enfrentan diversos desafíos para la adopción de nuevas tecnologías, como la escasez de mano de obra, la volatilidad de los precios del café, la falta de apoyo gubernamental y el aumento en las tasas de interés. Estos desafíos requieren una intervención integral que involucren

a diferentes actores del sector cafetero. El apoyo gubernamental, la colaboración entre el sector público y privado, y la participación de los caficultores son fundamentales para aprovechar al máximo el potencial de la tecnificación y construir un futuro más próspero para el sector cafetero colombiano.

- Las políticas públicas pueden jugar un papel importante en la promoción de la tecnificación en el sector cafetero colombiano. Se requiere un marco regulatorio favorable que incentive la inversión en nuevas tecnologías y que facilite el acceso de los caficultores a financiamiento, asistencia técnica y capacitación.
- El cambio climático es una amenaza importante para la producción de café en Colombia. El aumento de las temperaturas, la variabilidad de las precipitaciones y la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos pueden afectar negativamente la productividad y la calidad del café, independientemente de la tecnología que implementen las fincas cafeteras.

## Referencias

- AGROSAVIA. (2023). ¿Cómo va el relevo generacional en el agro colombiano? Agrosavia.co.  
<https://www.agrosavia.co/noticias/c%C3%B3mo-va-el-relevo-generacional-en-el-agro-colombiano>
- Alimentación y agricultura sostenibles. (s/f). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado el 12 de octubre de 2023, de <https://www.fao.org/sustainability/es/>
- App para Caficultores. (2021, enero 7). Yara. <https://www.yara.com.co/nutricion-vegetal/portafolio-digital/app-coffee-club/>
- Aristizábal-Arias, C., & Duque-Orrego, H. (2008). Identificación de los patrones de ingreso en fincas de economía campesina de la zona central cafetera de Colombia. Cenicafe.org.  
[https://www.cenicafe.org/es/publications/arc059\(04\)343-360.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc059(04)343-360.pdf)
- Banrepcultural.org. El Orinoco ilustrado: historia natural civil y geográfica de este gran río y de sus caudalosas vertientes. Tomo I. (s/f). Recuperado el 12 de octubre de 2023, de <https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll6/id/20/>
- Café de Colombia. Historia del café de Colombia. (2020, enero 21).  
<https://www.cafedecolombia.com/particulares/historia-del-cafe-de-colombia/>
- Cafeteras., 555 692 Familias. (s/f). *FNC en Cifras*. Federaciondecafeteros.org. Recuperado el 30 de octubre de 2023, de <https://federaciondecafeteros.org/static/files/FNCCIFRAS2017.pdf>

Comité Directivo de la FNC hace urgente llamado al Gobierno nacional y a la industria global por la caída del precio del café. (2019, octubre 29). Federación Nacional de Cafeteros. <https://federaciondefcafeteros.org/wp/listado-noticias/comite-directivo-de-la-fnc-hace-urgente-llamado-al-gobierno-nacional-y-a-la-industria-global-por-la-caida-del-precio-del-cafe/>

Del café, T. de B (Muñoz, 2019). I. A. P. el L. (s/f). 432 junio de 2013 Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica. Cenicafe.org. Recuperado el 11 de octubre de 2023, de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/500/1/Avt0432.pdf>

Demetria - spearheading A transformation of the coffee industry. (2021, Julio 1). Demetria. <https://demetria.ag/es/home-page-es/>

Díaz, E. A. T., Manzano, S. J. T., & Romero, R. H. V. (2017). Valoración del proceso de tecnificación de producción en sector cafetero, Norte de Santander. *Face*, 17(1), 97–108. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7973150>

Dussán-Lubert, C., Duque-Orrego, H., González-López, J., & Dussán, R. (2006). Caracterización tecnológica de caficultores de economía campesina, de los principales municipios cafeteros de Colombia. Cenicafe.org. <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc057%2803%29167-186.pdf>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2023). Situación cafetera en Colombia. <https://federaciondefcafeteros.org/>

- Federaciondecafeteros.org, W. (s/f). *Comportamiento de la Industria Cafetera Colombiana 2012*. Federaciondecafeteros.org. Recuperado el 11 de octubre de 2023, de [https://federaciondecafeteros.org/static/files/Informe\\_Industrial\\_Completo2012.pdf](https://federaciondecafeteros.org/static/files/Informe_Industrial_Completo2012.pdf)
- Gaitán, A. (2020). Cenicafé, Ciencia y tecnología para la caficultura colombiana. Memorias Seminario Científico Cenicafé, 71(1), e71109. <https://doi.org/10.38141/10795/71109>
- Guhl, A. (2004). Café y cambio de paisaje en la zona cafetera colombiana entre 1970 y 1997. Cenicafe.org. <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc055%2801%29029-044.pdf>
- Home. (2021, mayo 24). Rainforest Alliance | Para empresas; Rainforest Alliance. <https://www.rainforest-alliance.org/es/>
- KOH, P.L.; WICH, S.A.: “Dawn of drone ecology: low-cost autonomous aerial vehicles for conservation.” *Tropical conservation science*, 5(2): 121-132, 2012, ISSN: 1940-0829.
- Ministerio de Agricultura. (s/f). Gov.co. Proyectamos que la producción de café estará en 13,2 millones de sacos este 2022, lo que representará un crecimiento de 5% frente al año anterior”: ministro Rodolfo Zea Navarro. <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Proyectamos-que-la-producci%C3%B3n-de-caf%C3%A9-estar%C3%A1-en-13,2-millones-de-sacos-este-2022,-lo-que-representar%C3%A1-un-crecimiento-de-5-f.aspx>

Munier, N. (2005) Introduction to Sustainability Road to a Better Future. Springer, dordrecht. - references - scientific research publishing. (s/f). Scirp.org. Recuperado el 11 de octubre de 2023, de (Munier, 2005)

Oliveros-Tascón, C. E., Sanz-Urbe, J. R., & Ramírez, C. A. (2017). Tecnología para el lavado del café en fincas de pequeños productores Ecomill® LH300. Avances Técnicos Cenicafé, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0486>

Quintana, S. V., & Fuentes-Pila Estrada, J. (s/f). Gob.es. Recuperado el 12 de octubre de 2023, de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1993\\_07.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_07.pdf)

Rae.es. de <https://dle.rae.es/>

Ríos-Hernández, R. (2021). Uso de los Drones o Vehículos Aéreos no Tripulados en la Agricultura de Precisión. <https://www.redalyc.org/journal/5862/586268743010/html/>

Rivadeneira, E. T. (s/f). Introducción al Concepto de Sostenibilidad: Unam.mx. Recuperado el 11 de octubre de 2023, de <https://uapa.cuaieed.unam.mx/sites/default/files/minisite/static/693ee8e8-f02c-43c2-8222-498e1e8b8814/ConceptoSostenibilidad/index.html>

Rodríguez, N., Diego, V., Zambrano, A., & Ramírez Gómez, A. (s/f). Manejo y disposición de los subproductos de. [https://doi.org/10.38141/cenbook-0026\\_31](https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_31)

Trejos-Pinzón, J. F., Serna-Giraldo, C. A., Cruz-Cerón, G., & Calderón-Cuartas, P. A. (2011). Ventajas sociales y ambientales de la adopción de la norma de agricultura

sostenible en dos regiones cafeteras de Colombia. Cenicafe.org.

<https://www.cenicafe.org/es/documents/9.pdf>

UNEP. (2022). Efectos de la agricultura sostenible en el medio ambiente. Nairobi, Kenia:

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

<https://www.unep.org/es/resources/informe-anual-2022>

USDA. (2022). Practicas sostenibles en la agricultura. Washington, D.C.: Departamento de

Agricultura de los Estados Unidos.

Zambrano F., D. A., Rodríguez V., N., & López P., U. (2011). Construya su tanque tina para la

fermentación y el lavado de café. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/4208>



## ANEXOS

### *Anexo 1. Cláusula de confidencialidad*

#### **Cláusula de confidencialidad**

06 de mayo del 2024

Yo, Sebastián Vélez Muñoz autorizo a Carolina Bermúdez Rojas y Manuela Rojas Bedoya para utilizar el contenido de la entrevista y el material video audiovisual registrado para efectos del trabajo de grado titulado: "La tecnificación y sostenibilidad en la finca La Macarena en el municipio de Betulia Antioquia: un estudio de caso".



Firma

