



Prácticas culturales y de innovación tecnológica implementadas a nivel local, nacional e internacional en los monocultivos que puedan ser aplicadas en el sector bananero de la subregión de Urabá

Estefany Moreno Castaño

Yoimar Toro Salas

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Urabá (Antioquia)

Programa Administración de Empresas

30 de agosto de 2024

Prácticas culturales y de innovación tecnológica implementadas a nivel local, nacional e internacional en los monocultivos que puedan ser aplicadas en el sector bananero de la subregión de Urabá

Estefany Moreno Castaño

Yoimar Toro Salas

Monografía presentada como requisito para optar al título de Administrador de Empresas

Asesora:

Liliam María Sánchez Correa

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Urabá (Antioquia)

Programa Administración de Empresas

30 de agosto de 2024

Tabla de contenido

Resumen	4
Abstract.....	5
Introducción.....	6
CAPÍTULO I	9
1. Planteamiento del problema.....	9
1.1. Descripción del problema.....	9
1.2. Formulación del problema.....	9
1.3. Objetivos.....	9
1.3.1. Objetivo general	9
1.3.2. Objetivos específicos	10
CAPÍTULO II	10
2. Justificación.....	10
CAPÍTULO III	12
3. Revisión de literatura.....	12
3.	12
3.1. Marco conceptual	12
3.2. Estado del arte	16
3.2.1. Antecedentes.....	16
3.3. Marco legal	20
CAPÍTULO IV.....	22
4. Metodología.....	22
4.1 Diseño de la investigación	22
4.2 Selección de participantes o materiales.....	23
4.3 Procedimiento	24
CAPÍTULO V.....	26
5. Resultados y Discusión.....	26
5.1 Resultados.....	26
4.	46
5.	46
5.2. Discusión	46
Conclusiones	51
Referencias	54

Resumen

La subregión del Urabá es el territorio con la mayor participación en el sector bananero en el país, sin embargo, persisten debilidades a nivel de innovación en las prácticas del cultivo, afectando su competitividad e incrementando los riesgos de impactos negativos al medio ambiente. Se describen las prácticas culturales y de innovación tecnológicas implementadas a nivel local, nacional e internacional en el campo de los monocultivos agrícolas en los últimos 10 años que puedan ser aplicadas en el sector bananero en la subregión. La metodología empleada tiene un diseño cualitativo, de alcance descriptivo, y la técnica de recolección de información fue la revisión documental. Los resultados indican que las tendencias tecnológicas en estos cultivos son la creación de semillas inteligentes, uso de los drones, los sensores y el monitoreo satelital, entre otros. Las prácticas culturales están orientadas a la creación y fortalecimiento de cluster locales, eliminación del tallo, reutilización del agua, rotación de cultivos, uso de guadañas entre otras. Se pueden fortalecer las acciones culturales a mediante la reutilización de los recursos, aplicación de técnicas de rotación de cultivos y de biorreguladores, y fortalecimiento en la creación de cluster. A nivel de la tecnología, pueden mejorar el uso de maquinarias para el sembrado y transporte, uso de robots agrícolas, imágenes multiespectrales, big data, gps, semillas inteligentes, biotecnología, cambios genéticos. Se concluye que actualmente se integran prácticas culturales y tecnológicas para el cultivo del banano, sin embargo, existen oportunidades de mejora.

Palabras clave: cultura, tecnología, innovación, monocultivos, banano, Urabá.

Abstract

The Urabá subregion is the area with the highest participation in the banana sector in the country. However, weaknesses persist in innovation in cultivation practices, affecting its competitiveness and increasing the risks of negative environmental impacts. This study describes the cultural practices and technological innovations implemented locally, nationally, and internationally in the field of agricultural monocultures over the past 10 years that can be applied to the banana sector in the subregion. The methodology used has a qualitative design with a descriptive scope, and the information collection technique was documentary review. The results indicate that technological trends in these crops include the creation of smart seeds, the use of drones, sensors, and satellite monitoring, among others. Cultural practices are oriented towards the creation and strengthening of local clusters, stem elimination, water reuse, crop rotation, and the use of scythes, among others. Cultural actions can be strengthened through resource reuse, the application of crop rotation techniques and bioregulators, and the enhancement of cluster creation. In terms of technology, improvements can be made in the use of machinery for planting and transportation, the use of agricultural robots, multispectral images, big data, GPS, smart seeds, biotechnology, and genetic changes. It is concluded that cultural and technological practices are currently integrated into banana cultivation; however, there are opportunities for improvement.

Keywords: culture, technology, innovation, monocultures, banana, Urabá.

Introducción

La subregión del Urabá antioqueño es el territorio con la mayor participación en el sector bananero, actualmente se cuenta con 53 mil hectáreas de siembra de bananos, que corresponde al 60% de la producción total de bananos en el país, siendo uno de los principales propulsores del desarrollo regional y nacional (Minagricultura, 2015). Para conservar esta competitividad se requiere que los agricultores puedan conocer e implementar las prácticas culturales y de innovación tecnológica aplicadas en este tipo de cultivos a nivel local, nacional e internacional, que los ayude en la reducción de los costos y mejora de la producción del banano. Este objetivo se convierte en un reto considerando que según Carrasco et al (2012) la agricultura moderna tiene su base en un modelo de producción más de carácter industrial, reemplazando un poco el cultivo tradicional, lo cual representa mayores tensiones y presiones debido a los avances de las tecnologías actuales. En el país se tiene el cultivo de dos tipos de bananos, el Gros Michel, que es el principal producto para consumo en el interior, y el tipo Cavendish, que se produce para el mercado internacional. Del total que se produce nacionalmente, el 95% es para exportación. En el 2021 se exportaron US\$898 millones, que son aproximadamente 111 millones de cajas de bananos, cada una de 20 kilos de producto aproximadamente. Y los principales destinos de exportación del banano son Europa con cerca del 67% total de los vendido, el 17% a Estados Unidos y el resto para el Reino Unido (Estrada, 2023).

Se debe considerar que la prevalencia de las prácticas tradicionales para el cultivo de banano en la subregión del Urabá representa riesgos para la eficiencia en la producción y el medio ambiente, derivadas del nivel del descanso del suelo, las prácticas tradicionales para el control de plagas, acciones manuales para el control de malezas, manejo de residuos, deforestación y pérdida de biodiversidad, contaminación del recurso hídrico, emisiones de gases de efecto invernadero, afectaciones en la calidad del suelo, entre otros. Estas situaciones evidencian entonces la ausencia de un enfoque de

sostenibilidad en el cultivo, por lo que no se contribuye a la conservación de la naturaleza, ni se trabaja en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La estructuración de la investigación se realiza dando cumplimiento a la guía de “Recomendaciones para la elaboración y presentación de opciones académicas de grado” específicamente para la opción de monografía, página 6 a la 7. Cumpliendo con estas indicaciones, el trabajo se organiza a través de capítulos como lo es en un principio la revisión de literatura que brinda un contexto sobre los estudios existentes sobre el tema de investigación; posterior a esto está la metodología que describe el diseño cualitativo, el alcance descriptivo, la técnica de revisión documental y la hermenéutica; en el capítulo de resultados se presentan los principales hallazgos para cada uno de los objetivos específicos propuestos; en el apartado de la discusión se contrasta los resultados con la teoría que fundamenta el trabajo; y finalmente se comparten las conclusiones a las que se llegan con el estudio realizado.

En el presente trabajo, se explora en profundidad el impacto de las prácticas culturales y de innovación tecnológica en los monocultivos agrícolas, con un enfoque en el sector bananero de la subregión del Urabá. En el primer capítulo, se exploran las prácticas culturales implementadas tanto a nivel local como internacional desde 2015 hasta 2024. Este apartado introduce el contexto y la justificación del estudio, ofreciendo una revisión exhaustiva de los antecedentes y la problemática abordada. Se destaca la importancia de comprender estas prácticas para evaluar su influencia en el sector bananero, tomando en cuenta tanto aspectos tradicionales como innovadores.

El segundo capítulo examina las innovaciones tecnológicas aplicadas en el mismo período, con un énfasis particular en sus implicaciones para el sector bananero. Este apartado revisa la literatura existente, analizando enfoques teóricos relevantes y estudios previos relacionados. Se aborda la evolución de las tecnologías aplicadas y su impacto en la producción y sostenibilidad de los

monocultivos. Basado en la revisión documental y las fuentes estudiadas, el tercer capítulo propone acciones y estrategias de mejora para fomentar la innovación y sostenibilidad en la región. Se detallan recomendaciones prácticas para optimizar las prácticas culturales y tecnológicas, con el objetivo de promover un desarrollo más equitativo y eficiente en el sector bananero.

En el capítulo cuatro se presentan los resultados obtenidos a lo largo del estudio. Se proporciona un análisis detallado de los hallazgos, destacando las tendencias y patrones emergentes en la implementación de prácticas culturales y tecnológicas. A continuación, el quinto capítulo ofrece un análisis crítico y discusión de los resultados presentados. Se interpretan las implicaciones de los hallazgos en el contexto del sector bananero y se evalúa el impacto de las prácticas culturales y tecnológicas en la región. Finalmente, en el último capítulo se resumen las conclusiones del estudio, destacando las contribuciones del trabajo. Se subraya la importancia de integrar tanto prácticas culturales como innovaciones tecnológicas para lograr un desarrollo sostenible y equitativo en el sector bananero del Urabá.

CAPÍTULO I

1. Planteamiento del problema

1.1. Descripción del problema.

A pesar del reconocimiento que tiene esta subregión del Urabá en el cultivo del banano, aún persisten dificultades como el desconocimiento y la ausencia de aplicación sobre mejores prácticas culturales y tecnológicas, además de la falta de apoyo para acceder a los recursos necesarios, y los riesgos que genera para la producción la existencia del narcotráfico y los conflictos (Ramírez, 2024), esta realidad conlleva a dificultades en los costos y afectaciones en la calidad de la producción, siendo entonces cultivos menos competitivos en comparación a otros países con mayor desarrollo y con avanzada ejecución de la tecnología en la agricultura. Así mismo, existen consecuencias negativas para el desarrollo económico regional y nacional, la generación de empleo, la eficiencia, la productividad, la cultura de emprendimiento con visión a la formalización en la producción del banano, falta de un enfoque hacia el mejoramiento continuo y acceso a certificados que favorezcan la competitividad en las exportaciones (Arboleda et al. 2015).

1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son las prácticas culturales y de innovación tecnológicas implementadas a nivel local, nacional e internacional en el campo de los monocultivos agrícolas en los últimos 10 años que puedan ser aplicadas en el sector bananero en la subregión del Urabá?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Describir las prácticas culturales y de innovación tecnológicas implementadas a nivel local, nacional e internacional en el campo de los monocultivos agrícolas (banano, plátano, palma de aceite,

piña, maracuyá) en los últimos 10 años que puedan ser aplicadas en el sector bananero en la subregión del Urabá.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar las prácticas culturales implementadas a nivel local, nacional e internacional entre 2015 a 2024 en el campo de los monocultivos agrícolas.
- Determinar las prácticas de desarrollo tecnológico implementadas a nivel local, nacional e internacional entre 2015 a 2024 en el campo de los monocultivos agrícolas.
- Detallar las posibles acciones de mejora en las prácticas culturales y de desarrollo tecnológico que fomenten la innovación en el sector bananero en la subregión del Urabá antioqueño.

1.4. Justificación

La realización de este estudio se justifica por sus aportes para que los agricultores puedan conocer las prácticas culturales y de innovación tecnológica que se está implementando a nivel local, nacional e internacional, que les permita identificar oportunidades de mejoramiento, y que una vez ejecutadas contribuyan a mejorar los costos, calidad, competitividad, progreso económico, generación de empleo, incentive el emprendimiento formal, facilite el acceso a certificados y sellos de sostenibilidad, y contribuya a la protección del medio ambiente. De igual forma, las entidades encargadas de incentivar este tipo de cultivos en la subregión, podrán priorizar las prácticas tanto culturales como tecnológicas que se deben incentivar, para que puedan brindar los apoyos necesarios a los agricultores.

Desde una perspectiva social, se debe analizar cómo las prácticas culturales y las innovaciones tecnológicas en los monocultivos agrícolas afectan a las comunidades locales esencialmente donde el cultivo de banano es crucial para la economía local, se enfrentan desafíos significativos relacionados con la sostenibilidad y el desarrollo. Comprender la influencia de estas prácticas culturales en la vida de los

agricultores y las implicaciones de las tecnologías emergentes en el bienestar social es esencial para diseñar estrategias que equilibran la producción agrícola con el desarrollo comunitario. Así se busca mejorar la calidad de vida de los habitantes, promoviendo un entorno más equitativo y sostenible.

Desde el enfoque profesional, este trabajo ofrece un análisis detallado y actualizado sobre las prácticas culturales y tecnológicas en el sector de los monocultivos. Para los profesionales del sector bananero, tanto a nivel local como internacional, el estudio proporciona una guía valiosa sobre las tendencias actuales y las mejores prácticas. La identificación de innovaciones tecnológicas y culturales facilita la adaptación de estrategias y procesos, permitiendo optimizar la producción y enfrentar los desafíos emergentes en el sector bananero. Este enfoque ayuda a los profesionales a mejorar la eficiencia y efectividad en sus operaciones.

En términos institucionales, la monografía reviste una importancia considerable para entidades gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y empresas dedicadas al desarrollo agrícola. Al presentar un análisis exhaustivo y propuestas concretas para mejorar las prácticas en el sector, el estudio se convierte en una base sólida para la formulación de políticas y programas que fomenten la sostenibilidad y el desarrollo económico en la región. Desde una perspectiva epistemológica, al explorar y analizar prácticas culturales y tecnológicas, esta monografía contribuye al cuerpo de conocimiento existente, ofreciendo una base sólida para futuras investigaciones y debates académicos. La integración de estos conocimientos en la teoría y práctica de los monocultivos fortalece la comprensión de las dinámicas del sector y abre nuevas vías para el desarrollo de soluciones innovadoras. En conjunto, estos enfoques justifican la relevancia y el impacto potencial de la monografía, destacando su contribución a la comprensión y mejora del sector bananero en la subregión del Urabá antioqueño.

CAPÍTULO II

2. Revisión de literatura

2.1. Marco conceptual

- Monocultivos agrícolas

Carrasco et al (2012) expone que la agricultura moderna tiene su base en un modelo de producción más de carácter industrial, reemplazando un poco el cultivo tradicional, siendo los monocultivos los que tienen mayor representación en la agricultura a nivel mundial, pero también representan mayores tensiones y presiones debido a los avances de las tecnologías actuales, los monocultivos se caracterizan por tener un mayor enfoque en la concentración de la tenencia de las tierras, generando una gran expansión de los cultivos, los cuales, a su vez, han alterado la biodiversidad, paisajes y especies por la intensidad que requiere la producción de un solo cultivo.

Desde un contexto etimológico, el monocultivo hace referencia a la producción o cultivo de una sola especie en los terrenos o regiones, su principal definición es el cultivo de una sola especie o de bosque, que es predominante en una región, pero que se ha cultivado durante un tiempo mayor a 1 año o dos ciclos de cosecha (FAO, 2022).

Para García & Aguilera (2023), el monocultivo es un proceso que consiste en solamente producir de forma exclusiva un solo bien a nivel agrícola, de manera que todo el terreno recibe el mismo tratamiento en cuanto a funciones, de preparación, de riego, de tiempos de siembra y de cosecha, como por ejemplo, se tiene la soja en los países de Sudamérica, en Cuba la caña de azúcar, el maíz en América, tomate en los países de Chile y España y los monocultivos de algunas frutas como el plátano y la piña en Colombia, Ecuador y Costa Rica.

Los monocultivos se pueden definir como los espacios coetáneos que están conformados por solo una especie o por un número limitado de especies y que comprenden grandes superficies de tierras, generando un gran impacto ecológico que es significativo para las regiones. Como lo expresa Ayala (2019), el término monocultivo es un sinónimo de monoespecífico y hace referencia a los bosques que son artificiales y están compuestos por una sola especie de árbol o siembra, esta puede ser nativa o exótica, considerándose como coetáneos y es una definición en la que coinciden varios autores.

Los monocultivos, a nivel general, han sido considerados como una de las iniciativas privadas de la agricultura y por esta razón, no se encuentran bajo los procesos previos de las autorizaciones públicas, esta técnica de cultivo no requiere de la consulta inicial para su proceder y no generan un motivo de desalojo entre los terratenientes. Y aunque algunos autores y empresarios consideran que debe existir una legislación para los monocultivos en las regiones, no se presenta una discusión pública para su manejo y, por ende, siempre deja a consideración de los agricultores, la especie de vegetación que se desea sembrar. (Courtis, 2009)

- Innovación tecnológica en monocultivos agrícolas

La innovación en la agricultura se ha considerado como uno de los procesos claves para el desarrollo sostenible de las regiones y permite que la agricultura sea competitiva y sostenible. Para Villalobos et al. (2017), la innovación en el campo de la agricultura consiste en un proceso en el cual se tiene la implementación de algo novedoso para un ambiente específico, el cual es para beneficio público y social, esta innovación actúa como un motor de crecimiento económico y promueve la competitividad entre los diferentes países, ofreciendo nuevas oportunidades para cada uno de sus sistemas de producción, los avances en la tecnología agrícola permite a los agricultores, ser más eficientes y obtener mejores resultados con su producción.

La innovación y los procesos que se generan como consecuencia de ella, tienen una base histórica y un contexto socioeconómico que está determinado por la ausencia o presencia de las condiciones propias de los entornos, atendiendo principalmente esos faltantes o complementando los factores existentes para una mayor efectividad por medio de la ayuda con herramientas y nuevas técnicas (Rodríguez, 2012).

En el campo de la agricultura, la innovación se considera como un espacio donde hay entendimientos y nuevos conceptos de investigación, de una manera más interactiva entre los actores y saliendo del modelo tradicional de operaciones. Los procesos de innovación tecnológica en la agricultura están conformados por los recursos de las organizaciones, las empresas y los individuos, allí se incluyen todas las técnicas y competencias de los agricultores, generando inversión en ciencia y tecnología para expandir los servicios y la capacidad de los procesos en los cultivos agrícolas (FAO, 2022).

Villalobos et al, (2017) describen la innovación en la agricultura como uno de los factores importantes que permite en los monocultivos poder mitigar y revertir los efectos del cambio climático, que ha sido uno de los mayores desafíos de la agricultura y la humanidad en general. Adicionalmente, la innovación en la agricultura permite que los agricultores puedan alcanzar el seguro de provisionamiento de los alimentos, ofreciendo la comida necesaria a la comunidad, velando por los alimentos en buen estado y suficientes para la sociedad, todo por medio de las tecnologías y la innovación en los campos.

En la innovación tecnológica de los monocultivos agrícolas se han desarrollado diferentes tecnologías en el sector, CEPAL (2021) expone la Agricultura digital, como el conjunto de las diferentes herramientas digitales, las cuales permiten a los productores determinar en el campo y las cosechas, el estado de las plantas, también incluyen los sistemas electrónicos, para facilitar una mejor conexión entre los agricultores, proveedores y consumidores. A su vez, se resaltan los servicios y las operaciones de la logística para el logro de la apropiada distribución de productos y alimentos. A nivel particular, en

Colombia, hay algunas aplicaciones para estos objetivos, entre ellas la plataforma “Frubana” con el uso de “machine learning” que ayuda a los productores a predecir la oferta y la demanda de los productos agrícolas. Así mismo, la app “Agruppa”, que permite el monitoreo de los cultivos.

Meza & Rodríguez (2022), expone que uno de los avances en la agricultura es la metodología regenerativa y la bioeconomía, que se presenta por medio de la producción de bio insumos, esto a su vez, permite el reemplazo de los agroquímicos por insumo más naturales, como lo son el uso de las bacterias y de los hongos benéficos, utilizados para el control de las enfermedades en los campos, y sirven también como insumo para el crecimiento adecuado de las plantas. Contribuyendo, además, con los impactos positivos en la salud humana por la oferta de un alto contenido nutricional. Para esto se lleva a cabo los procesos de investigación y desarrollo con base en la ciencia y en los procesos tecnológicos de la región.

- Prácticas culturales en monocultivos agrícolas

Las prácticas a nivel cultural de los monocultivos agrícolas hace referencia a las acciones que realizan los agricultores para mantener la producción y la protección de los terrenos y la cosecha, estas prácticas se relacionan con el cuidado del suelo sin utilizar procesos tecnológicos o herramientas de mayor avance, como es el caso de algunas fincas de banano y producción de piña, donde sobresale la sostenibilidad de los bosques bajo un modelo tradicional con el uso de recursos de las mismas fincas o forrajes de los bosques (Rodríguez, 2005).

Ayala (2019), expone que la agricultura sostenible ha sido una de las técnicas culturales más sobresalientes en la producción agrícola, ya que no causa la degradación de los suelos y permite y es sostenible en el largo plazo, junto con la conservación de los recursos naturales y la producción de ellos alimentos. Una de las características más comunes en la labranza cero es la permanencia del suelo

recubierta con los residuos que quedaron desde el último cultivo y debe permanecer así, todo el tiempo como le sea posible.

Algunos autores priorizan en las tecnologías sostenibles en la agricultura para la conservación de los monocultivos y la tierra productiva a nivel general, Samuel Greengard, sustenta que estas tecnologías son las que se basan en la minimización en el consumo del agua, los combustibles, el uso de los fertilizantes y reducen la producción de carbono, además, estas prácticas tienen la capacidad para mejorar la precisión y los niveles de eficiencia de la producción en la agricultura, se hace referencia a la agricultura inteligente que no incluya los procesos de deforestación y así se ha permitido la remodelación de la agricultura para las combinaciones correctas en los procesos de agua y fertilizantes de manera efectiva (Greengard, 2016).

En Rovira et al (2017), se expone el surgimiento de una nueva era de sostenibilidad que cuide y active las cadenas de suministros de la producción, al mismo tiempo que están las prácticas de protección en conjunto con los entes gubernamentales y la inversión en tecnologías que no solo impulsen las existentes, sino que también creen valor para los agricultores, como son adicionalmente los procesos de economía circular y renovable, entre ellos la inclusión de la producción de bienes que no son de un solo uso, la inclusión de los paneles solares en las fincas productoras y las turbinas con la energía eólica, para conservar y aportar al cambio climático.

2.2. Estado del arte

2.2.1. Antecedentes

La evolución de la innovación en el sector del banano también se puede comprender mejor desde los aportes de Capa et al (2016) quien describe la producción del banano orgánico como una oportunidad de competitividad en los mercados nacionales e internacionales, genera beneficios en la mano de obra, el medio ambiente, protección de los suelos, todo esto gracias al uso de abonos

orgánicos que ayudan a lograr una producción limpia. Este estudio evidencia los esfuerzos por incentivar un banano orgánico que a su vez implica prácticas más amigables con el cuidado del medio ambiente, siendo un incentivo valorado por inversionistas y diferentes grupos de interés.

Este estudio proporciona una perspectiva valiosa al enfocarse en la producción de banano orgánico, ofreciendo una perspectiva sobre cómo las innovaciones culturales en este sector pueden influir en la competitividad y en la sostenibilidad de las prácticas agrícolas. Este estudio se relaciona con primer objetivo específico que busca identificar las prácticas culturales implementadas a nivel local, nacional e internacional en los últimos 10 años. El estudio examina cómo las prácticas culturales han evolucionado para adaptarse a las demandas del mercado y a las necesidades ambientales, destacando la importancia de estas adaptaciones en el contexto de la producción de banano. Este análisis proporciona un contexto crucial para entender las transformaciones en las prácticas culturales durante el período especificado, cumpliendo así con el objetivo de identificar y analizar estas prácticas en detalle. Al considerarse las innovaciones culturales y su impacto en la competitividad del sector se fomentan las prácticas agrícolas sostenibles, se enriquece la comprensión de las operaciones del monocultivo y se aportan datos esenciales para futuras investigaciones y estrategias en el campo.

Complementario a esto y en relación al objetivo anterior, se encuentra la investigación de Heredia (2018) quien establece la importancia del cultivo de banano de manera sostenible, es decir, buscando un equilibrio entre los intereses económicos, sociales y ambientales, aprovechando las ventajas de la tecnología en prácticas como manejo de las plagas, eficiencia en el riego, disminución de las emisiones de carbono, entre otros. En este punto es posible identificar que en un principio se empezó a hablar del banano orgánico, lo cual dio sustento para darle un abordaje más integral, logrando un cultivo amigable no solo con el medio ambiente, sino también con lo social y económico.

Por último, se encuentra el estudio de Vásquez (2019) quien propone el uso de un sistema de riego automatizado empleando la tarjeta Arduino y la tecnología SIGFOX que beneficie los cultivos de banano como parte de las exigencias de los grupos de interés. La importancia de la innovación se debe a que los cultivos de banano necesitan de altas cantidades de agua para que el suelo pueda tener la humedad necesaria, sin embargo, la aplicación del riego tradicional implica el riesgo de desaprovechar el recurso lo cual implica costos elevados, además de que requiere de la presencia de un colaborador. La propuesta de automatización implica el reemplazo de un controlador manual por uno automático, que genera ventajas a nivel de ahorro de los recursos y de la mano de obra. Este controlador se fundamenta en una tarjeta Arduino, que permite acceder a variedad de aplicaciones y documentación de la internet. Al respecto, consideramos que la tecnología es un aliado para que los agricultores puedan cultivar el banano con mayor responsabilidad social, y optimizando los recursos, como lo es el agua.

El estudio de Vásquez (2019) nos ayuda a comprender cómo la tecnología puede mejorar las prácticas en el sector bananero. Este enfoque innovador responde a las necesidades de alta humedad en el suelo y atiende las demandas de reducción del desperdicio de recursos, disminuir los costos operativos y minimizar la necesidad de mano de obra.

Este análisis se relaciona con el objetivo específico de determinar las prácticas de desarrollo tecnológico implementadas a nivel local, nacional e internacional entre 2015 y 2024 en el campo de los monocultivos agrícolas. El estudio de Vásquez demuestra cómo las innovaciones tecnológicas representan un avance significativo en el desarrollo tecnológico del cultivo de banano. La implementación de tecnologías avanzadas permite a los agricultores mejorar la eficiencia en el uso de recursos y adoptar prácticas más sostenibles y socialmente responsables. Este caso de tecnología aplicada es esencial para cumplir con el objetivo de identificar y analizar las prácticas de desarrollo tecnológico en el sector bananero durante el período de estudio.

Los aportes de los autores Capa et al (2016), Heredia (2018) y Vásquez (2019) permiten comprender que la innovación en el sector bananero entre 2016 a 2020 estuvo caracterizada por incentivar la producción de banano orgánico y sostenible, que al mismo tiempo evidenció la necesidad de implementar ayudas tecnológicas para poder lograr ese objetivo como lo es el riego automatizado, y como hasta ahora en los últimos cinco años se ha podido conocer que cada vez son más numerosas las herramientas tecnológicas aliadas para este tipo de producción. En los últimos años la innovación en el sector bananero ha sido un tema de interés, entre los años 2020 a 2024 se resaltan estudios como el de Zamora et al (2021) quien afirma que en Ecuador prevalecen prácticas de innovación orientadas al trabajo colaborativo entre actores públicos y privados, mediados por incentivos, tecnología y los objetivos de desarrollo productivo. Entre los principales participantes se resaltan grupos de interés como agricultores, proveedores, clientes, instituciones públicas, universidades, organizaciones de investigación y organismos gubernamentales, entre otros que trabajan de forma colaborativa para realizar transferencias de conocimientos técnicas, comerciales y financieras, con el objetivo de que aumente el rendimiento en la producción. Algunas de las prácticas de innovación que se han logrado corresponden a la creación de semillas mejoradas, automatización de procesos, uso de fertilizantes y pesticidas, mejores prácticas tanto para la producción como la postcosecha, presencia en nuevos mercados para lograr rentabilidad agrícola (Zamora et al, 2021). Este tipo de hallazgos evidencian la importancia del trabajo colaborativo para la innovación en beneficio de la producción efectiva de los monocultivos.

Otro de los antecedentes corresponde al estudio de Belupú (2022) quien afirma que en Perú se ha implementado una plataforma de agricultura inteligente para evaluar las condiciones climáticas del cultivo de banano lo cual es importante si se tiene en cuenta que esto ayuda a evaluar la aparición de plagas que son de rápida propagación como por ejemplo los Trips de la macha roja. Los principales beneficios de estas prácticas de innovación son la alta productividad y sostenibilidad.

Por su parte, Sánchez (2024) hace énfasis en innovaciones en los agroecosistemas de banano en el Ecuador como respuesta a las exigencias nacionales e internacionales en las prácticas de producción, interesados también en mejorar la productividad y sostenibilidad, al mismo tiempo que minimizan los impactos al medio ambiente. Este autor aborda entonces herramientas que ayudan a comprender mejor los cultivos, identificar procesos de mejora y oportunidades de crecimiento, algunas de estas tecnologías corresponden a los drones y software especializados que asumen responsabilidades de manejo agroeconómicos como las fumigaciones, además del uso de balanzas digitales para obtener el peso correcto del banano y de las cajas que son para exportar.

A partir de los aportes de Zamora et al (2021), Belupú (2022) y Sánchez (2024) es posible establecer que la innovación en el sector bananero ha estado orientada a la integración de la tecnología e inteligencia artificial para crear herramientas de apoyo a la eficiencia y eficacia de los cultivos, siendo indispensable el trabajo colaborativo e inclusivo entre el sector público y privado, además de pensar en reducir los impactos negativos en el medio ambiente.

2.3. Marco legal

En Colombia existe legislación que aplica al sector del banano, una de esta es el Decreto 1071 de 2015, artículo 2939, el cual incorpora modificaciones en el sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural, relacionando las medidas necesarias para la mejor administración, fomento y control de las actividades de la agricultura. Este mandato incluye una política pública del gobierno para simplificar el sistema nacional regulatorio. Así mismo, incorpora las acciones del Ministerio de Agricultura y Desarrollo para la formulación de programas y planes de desarrollo sectoriales (Decreto 1071, 2015). Según este decreto es importante que las iniciativas empleadas para el desarrollo rural cumplan con las exigencias administrativas y aprovechen los apoyos brindados a través de los diferentes programas e instituciones.

En este mismo sentido se cuenta con la ley 1876 de 2017, artículos 4, 5, 6, 7 y 11, que son el fundamento para la creación del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria y se establecen otras indicaciones, el cual incluye el desarrollo de sistemas, planes estratégicos, los instrumentos de planificación y mecanismos de financiación, creando a su vez las competencias necesarias para que las diferentes entidades puedan estar en coordinación con el orden nacional y territorial que compone el SNIA, para que se puedan lograr herramientas en relación a las actividades de investigación, desarrollo de la tecnología, la gestión del conocimiento, formación y capacitación del personal que pertenece al sector y realiza las actividades laborales (Ley 1876, 2017). Según esta norma, las prácticas de innovación deben estar orientadas a la inclusión de transformaciones o adecuaciones en la producción como también en el proceso de administración, que impacten positivamente el desempeño del sector agropecuario, para lograrlo, existe la oportunidad de aprovechar la innovación abierta o colaborativa que incentiva la participación entre diversos actores.

Por su parte, la Ley 2046 de 2020 establece en los artículos 1, 2, 3, 4, 5 y 6, los mecanismos para impulsar la participación de pequeños productores locales dedicados a las actividades agropecuarias y de la agricultura campesina, familiar y comunitaria en los mercados de compras públicas de alimentos, facilitando establecer mejores condiciones para el abastecimiento de productos alimentarios, como parte de los programas públicos de suministro (Ley 2046, 2020). Según esta ley, se hace relevante la innovación en el sector bananero cumpliendo con prácticas como el comercio justo, circuitos cortos de comercialización, compra local de alimentos, Sistema Participativo de Garantía.

Finalmente, se tiene una norma más reciente, es la Ley 2183 de 2022, que a través de los artículos 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 14, se crea un sistema para la gestión de insumos agropecuario con alcance nacional, también se origina una política que acompaña este sistema, entre otras indicaciones. Esta normatividad incluye el desarrollo de las plataformas digitales que facilitan el desarrollo de actividad como la compra, relación con proveedores y digitalización de las transacciones (Ley 2183, 2022).

CAPÍTULO III

3. Metodología

3.1 Diseño de la investigación

A partir del objetivo del estudio, se determinó el enfoque cualitativo, uno de los más empleados en el ámbito de las ciencias sociales debido a que tiene como objetivo el poder comprender a profundidad los hechos o fenómenos estudiados, por eso prioriza la profundización y no la generalización como es el caso del diseño cuantitativo. Para facilitar esta comprensión de los temas, permite recolectar los datos de los ambientes naturales, siendo un proceso deductivo, analítico desde la subjetividad de los participantes y no tiene una secuencia lineal. En cuanto a los beneficios de este diseño se conoce las oportunidades de tener amplitud en la riqueza interpretativa y para la contextualización del fenómeno (Hernández et al, 2016).

Por su parte, Fernández et al (2022) resalta los aportes del estudio cualitativo para investigar fenómenos tecnológicos, resaltando las oportunidades para profundizar en el estudio, evaluando experiencias, percepciones, comportamientos, evoluciones. Así mismo, permite lograr una descripción del contexto de un fenómeno de estudio desde aspectos clave como la cultura, lo social y ambiental. A partir de estos datos, fomenta la creación y diseño de soluciones para aprovechar las oportunidades existentes.

El alcance del estudio es descriptivo porque se interesa precisamente en describir las principales características del fenómeno tecnológico estudiado, brindando datos sistemáticos y que pueden compararse con otras fuentes (Ramos, 2020). Sus principales características consisten en que los datos deben ser verídicos, precisos y sistemáticos; el investigador se limita a recolectar la información a través de los instrumentos de recolección de información, mas no tiene influencia en el control del fenómeno que estudia; en este proceso para poder describir las características del fenómeno se deben organizar

los datos y analizarlos teniendo en cuenta un marco teórico pertinente que sea de soporte para la investigación (Guevara et al, 2020).

La técnica de recolección de la información es la revisión de documentos que consiste en el acceso a documentos de fuentes confiables que abordan la temática de estudio para poder hacer una revisión y comprender el fenómeno que se investiga (Hernández et al, 2016). Los documentos obtenidos a través de la técnica de la revisión de literatura serán analizados por medio de la hermenéutica que implica la lectura, la comprensión profunda e interpretación o traducción del significado de las fuentes, para que después el autor pueda crear un texto nuevo al mismo tiempo que respeta la conservación de las ideas originales de los investigadores analizados, siendo estas fuentes un apoyo para la producción de textos con valor agregado (Quintana y Hermida, 2019).

3.2 Selección de participantes o materiales

En esta investigación se trabajará con materiales que corresponderán a 50 documentos académicos de fuentes secundarias confiables como Scielo, Redalyc, Dialnet, EBSCO, y Google Académico de los últimos 10 años en español que permitan conocer las prácticas culturales y de innovación tecnológica aplicadas en los monocultivos.

Para la elaboración de este trabajo, se llevó a cabo un proceso de selección de documentos con el fin de obtener una comprensión precisa de las prácticas culturales y de desarrollo tecnológico en el sector bananero, especialmente en la subregión del Urabá. El objetivo principal fue identificar y analizar fuentes relevantes que ofrecieran una visión clara sobre las prácticas implementadas entre 2015 y 2024 en los monocultivos agrícolas, con un enfoque particular en la industria del banano. Para ello se establecieron criterios específicos para la selección de documentos, que incluyeron la relevancia temática, actualidad y calidad de la información. Se priorizaron estudios, artículos académicos, informes institucionales y publicaciones especializadas que trataran los temas relacionados con las prácticas

culturales y tecnológicas en el cultivo de banano. Para la selección de estos documentos, se empleó un muestreo intencional o dirigido. Este tipo de muestreo se utiliza cuando se busca seleccionar una muestra que cumpla con criterios específicos en lugar de aplicar técnicas aleatorias, permitiendo enfocar la selección en documentos que tuvieran mayor relevancia para el tema de estudio y que aportan valor significativo a la investigación.

3.3 Procedimiento

Teniendo en cuenta las consideraciones éticas para la revisión bibliográfica realizada se conserva el principio de objetividad, transparencia y respeto por la propiedad intelectual citando adecuadamente bajo el estilo APA versión 7 todo el material requerido, evitando en todo caso sesgos en la selección y recolección de la información.

Las actividades que se realizarán para poder cumplir con el alcance de los dos primeros objetivos específicos sobre las prácticas de desarrollo tecnológico y las prácticas culturales implementadas en el campo de monocultivos, inicio con la determinación de las bases de datos para buscar los artículos científicos y las tesis de grado. En cuanto a los artículos, principalmente se encontraron en las revistas Scielo y Redalyc, mientras que los trabajos de grado fueron en los repositorios institucionales de las universidades. Para facilitar el proceso de acceso a las fuentes, se priorizaron unas palabras clave de búsqueda que fueron “prácticas culturales monocultivos agrícolas”, “prácticas tecnológicas monocultivos agrícolas”, “innovación en monocultivos agrícolas”. Al encontrar una variedad de fuentes, se tuvieron que priorizar unas sobre otras por lo que se determinaron unos criterios de inclusión como lo fue que cumplieran con ser documentos académicos entre 2015 a 2024, que estuvieran en español y prevaleciera una relación con el tema central de la investigación. Una vez se recolectaron las fuentes que cumplieron con estos requisitos, se realizó una lectura exhaustiva del título, resumen y conclusiones para evaluar los aportes para el tema de interés. Las categorías de análisis establecidas fueron: prácticas

culturales de innovación en monocultivos agrícolas y prácticas tecnológicas de innovación en monocultivos agrícolas. Una vez que se revisaron los textos y se identificaron las prácticas de desarrollo tecnológico y culturas aplicadas en los monocultivos agrícolas se procede a detallar las posibles acciones de mejora para el fomento de la innovación en el sector bananero en la subregión de Urabá.

CAPÍTULO IV

4. Resultados y Discusión

4.1 Resultados

- Prácticas culturales implementadas a nivel local, nacional e internacional entre 2015 a 2024 en el campo de los monocultivos agrícolas

La agricultura se reconoce como uno de los sectores más importantes de la sociedad y de las actividades productivas en el país, con el paso del tiempo son diversas las estrategias y alternativas que los agricultores implementan para su producción y la protección de los cultivos, como se ha visto en la actualidad, hay diversos avances tecnológicos que permiten tecnificación de los procesos, pero se siguen manteniendo algunas prácticas culturales que no incluyen el uso de la tecnología, son técnicas tradicionales para llevar a cabo la cosecha y los cultivos. Se presentan las siguientes prácticas implementadas tanto a nivel local como internacional en la siembra y cultivo agrícola (Perfetti, 2013).

El Urabá antioqueño se ha caracterizado por sus prácticas tradicionales y la conservación de los terrenos, manteniendo la actividad por varias décadas y apuntando a un mayor crecimiento local e internacional. Son diferentes las técnicas tradicionales utilizadas para la producción de los monocultivos, pero ha sido importante también la inclusión de los avances tecnológicos para compensar las acciones de los agricultores. A nivel mundial son variadas las técnicas y las herramientas que se utilizan principalmente para el control de plagas, que es uno de los desafíos más grande que presenta a nivel general, el sector de la agricultura (Espinal et al, 2022).

Urabá cuenta con un conjunto de actividades que se desarrollan a nivel agregado y permiten el crecimiento y la integración vertical de las actividades agrícolas de la región, principalmente en aquellas como la producción y comercialización de banano, limón y cacao. La dinámica se basa en la transformación del entorno con responsabilidad, por medio de la generación de valor compartido,

donde se realizan procesos para redefinir las cadenas de valor y permitiendo de esta manera el desarrollo de los grupos comerciales y clústeres locales con enfoque en la mayor productividad (Quirós, 2022).

En la zona local del Urabá antioqueño, se encuentran algunas acciones tradicionales en la agricultura como el destronque o la eliminación del tallo una vez que se ha cosechado el racimo, esto se realiza principalmente en las zonas plataneras que tienen fuertes problemas con el picudo negro, de manera que el tallo debe ser cortado en su totalidad para evitar que se multipliquen las plagas. Frente a estas situaciones, los representantes de la zona también manifiestan que ha sido necesario la implementación de políticas de desarrollo sostenible, en las que se incluyen la prohibición de eliminar los bosques nativos y mantener prácticas tradicionales para conservar la salud de los terrenos, al mismo tiempo que se incluya la formación en el sostenimiento de las siembras en el territorio (Banco de Desarrollo de América Latina, 2018).

Se tiene por otro lado las acciones de la fertilización, como uno de los procesos que agregan importantes nutrientes a los suelos que se van a ser cultivados para obtener un buen desarrollo de las plantas y, por lo tanto, una producción eficiente, de calidad y rentable. Aunque esto implica la aplicación de sustancias químicas en algunos casos, no se incluyen procesos tecnológicos ni maquinaria para su aplicación, es un tratamiento en conjunto de las acciones manuales que se generan directamente por los agricultores, allí, buscando la conservación tradicional de los terrenos. La fertilización es un procedimiento que se basa en la aplicación de materias químicas y orgánicas para mejorar tanto las condiciones del suelo como la salud de las plantaciones, de manera que los cultivos absorban la mayor cantidad de los nutrientes importantes en su composición, como son el fósforo, nitrógeno y demás minerales, para promover el crecimiento sano de los árboles y la producción óptima de las flores, frutas y demás hortalizas (Hurtado, 2016)

En la fertilización química se realiza la introducción de nutrientes a las plantas y el suelo bajo compuestos que son completamente químicos, los productos fertilizantes tienen un gran uso en la agricultura y en las actividades de la jardinería, debido al gran aporte de nutrientes, minerales y desarrollo que le generan a los cultivos, la aplicación de estos productos ayuda a las plantas a tener un mejor y fácil crecimiento, aumentando significativamente el rendimiento y mejorando la calidad de los cultivos para una cosecha exitosa. Se encuentra una variedad de fertilizantes para las plantas que varían en su composición y cada una repercute de forma diferente en el suelo y en el medio ambiente. Con la fertilización orgánica se tiene un suministro de nutrientes al suelo del cultivo a base de materiales que son 100% de origen natural, usando una nutrición vegetal de otras plantas y algunas especies animales, este puede presentarse como un proceso más lento de alimentación a los cultivos, pero no incluye ningún producto químico que pueda alterar la calidad del producto o pueda representar un riesgo por intoxicación para los consumidores (García y Herrán, 2019).

En Colombia para el cultivo de plátano y del banano se tiene un gran enfoque en el manejo y regulación de las plagas, esto bajo un control y programa de manejo integrado de plagas, esta actividad se ha llevado a cabo de forma integrada con la combinación de métodos culturales, sintéticos, biológicos y químicos. Los métodos biológicos comprenden el uso de diferentes variedades de repelentes que son resistentes a los organismos y tienen efectos de control natural como las "tijeretas" conocidas como los *Dermaptera spp*, y *Forticula spp*, y que tienen aplicaciones diferentes del hongo para el control de los nemátodos o parásitos (Hurtado, 2016)

Entre los métodos químicos, los más usados y comunes que son los insecticidas o pesticidas, pero con su aplicación causan un pequeño problema a los suelos, al reducir la capacidad de la respiración de las plantas y las fuentes de carbono que son necesarios para la vida de los microorganismos del suelo. Los insecticidas producen sustancias que son reguladoras en el crecimiento

de las plantas como, por ejemplo, algunos ácidos y bacterias que contribuyen a la absorción de los componentes (Corpoica, 2020).

A nivel mundial hay países que incluyen prácticas de producción limpias, como es España, con el uso de la reutilización de las aguas ácidas para el tratamiento fisicoquímico de los terrenos, como son los procesos de compostaje que es una práctica muy antigua que ha utilizado siempre el hombre para adecuar los territorios, además de mantener los procesos de abono tradicionales para los cultivos, que históricamente se conocen como los más convenientes para los suelos. El compostaje se basa en tomar los excedentes o desechos que quedan de los distintos procesos que se convierten en residuos y luego de un tratamiento pasan a ser nuevamente recursos, es decir, tomar los desperdicios que resultan de otras actividades y reutilizarlos como abonos en los cultivos. En la actualidad, el compostaje es donde se incluyen todos los materiales orgánicos y se realiza un estudio de su composición y con base en esta información se procede a la gestión de la producción, este proceso genera una contribución a la industria de la agricultura y mejora los suelos (García y Sanclemente, 2023).

La técnica tradicional del compostaje se basa en una mezcla de residuos que se generan de diversas actividades de la sociedad, como sobras de las comidas o basuras en los jardines o demás fincas, este conjunto de residuos proporcionan una combinación de carbono, nitrógeno y fósforo, además contribuye a la humedad y otros factores de las plantas, de tal forma que cumpla con los requerimientos del área, este proceso lleva la selección de patógenos y contiene una transformación constante de las moléculas y de la materia orgánica durante periodos de tiempo en función de la maduración y ayudan adicionalmente a la conservación del medio ambiente, por los procesos de reciclaje y reutilización de los recursos (Elnour, 2015).

Adicionalmente, se tienen los sistemas de riego que son recomendados para la agricultura y va a depender de las regiones, el riego por goteo que son sistemas de suministros de agua instalados

alrededor de cada una de las plantas de banano y esto permite un mejor control en el flujo del recurso, este proceso no solo contribuye a la conservación del agua, sino que también es importante en la prevención de las enfermedades que podrían estar relacionadas con los excesos de humedad en las hojas, como es el caso del moho. Estos sistemas de riego son tradicionales y son utilizados comúnmente para el enfriamiento de las plantas, limpieza de las hojas y el control de plagas (Luna y Pérez, 2022).

Se tienen de forma adicional los sistemas de riego por escorrentía y de riego por cañón, para el primero se utilizan varias herramientas y se realiza el levantamiento del suelo con retroexcavadoras, palas, picas y gestión manual, es un proceso más arduo pero su fin es para una mejor distribución del agua en los suelos, el segundo, incluye bombas de alta presión y tuberías de reparto para incluir en todo el terreno tubos de abastecimiento del recurso para el cultivo, con estos sistemas se tienen pocas pérdidas de evaporación del agua y se mantiene la humedad de las cosechas (Blanco, 2022).

Una de las prácticas más tradicionales en los cultivos de bananos y la agricultura en general, es la rotación de los cultivos, que es una de las técnicas más conocidas para el control de plagas y de las enfermedades de las plantas, además este proceso permite la nutrición de los suelos por la extracción de nutrientes de los terrenos, además, con la variedad de cultivos, se logra el aumento de la fertilidad de los suelos por el cambio de nutrientes, químicos y abonos, por la mayor concentración de nitrógeno en las tierras que les mejora el rendimiento. La rotación de los cultivos se ha establecido como una técnica importante en la agricultura sostenible que garantiza la producción a largo plazo (Wielemaker, 2018).

De igual manera, entre las técnicas más tradicionales para el cuidado de los terrenos se tiene los procesos de cirugía, deshoje y descapotado, que se realizan todos de forma manual solo con un cuchillo, se lleva a cabo la limpieza de las plantas y principalmente, en las partes más altas de las mismas, se llama cirugía de las plantas al proceso de cortar los pedazos de hojas que se ven más afectados por las plagas y que cuentan con manchas amarillas y secas. En el descapote se eliminan los componentes de

las hojas que se secan por partes, estos procesos evitan la acumulación de la humedad en algunas zonas de las plantas y previene la presencia de infecciones y problemas bacterianos (López, 2020).

Además, se tiene el desbellote, deshoje, retiro de flor y el embolsado de los racimos y cinteados, son labores que ayudan a definir la calidad de las frutas y productos, aportan a la sanidad de los racimos y determinan la edad apropiada para el corte de estos. Estas acciones se realizan con una periodicidad de 14 días, una vez ha pasado el tiempo de emergido el racimo, todo esto sirve para realizar muestreo constante de los diferentes lotes de siembra y confirmar la calidad de los terrenos y del producto, con el fin de seguir las plantaciones y lograr el crecimiento de la producción (López, 2020).

Las labores más comunes que se realizan de forma manual sin la inclusión de la tecnología tienen que ver con el control mecánico y los químicos, consiste en el uso de los machetes y las guadañas para el corte y esparcimiento de los arvenses en los terrenos, los productores esparcen los herbicidas de contacto con bombas de mochila, son instrumentos que se cuelgan a la espalda y se pasa con el riego por cada una de las plantas. Adicionalmente, realizan el deshoje del banano, eliminan los hijos raquíuticos o los colinos malos desde la base donde se encuentran mal posicionados, se bloquea el punto de crecimiento y se deja entre 1 y 2 hijos para repetir la actividad en aproximadamente 2 meses (Díaz, 2018).

Con la técnica del apuntalamiento del racimo se previene el volcamiento de los mismos por el peso y de pronto la existencia de un mal anclaje, además, con el embolsado se evita que los racimos sufran daños por los insectos y quemaduras en las cáscaras, estas bolsas plásticas les ayuda a conservar la temperatura y favorece en gran parte el llenado de los frutos, eso permite a los productores mantener a salvo los cultivos de una caída o de la presencia de insectos que dañe la producción, mientras terminan su proceso de maduración para ser comercializados. Otra de las prácticas es la poda, con esta labor se elimina aproximadamente el 16% del ápice de la hoja y se hace con una frecuencia

semanal para prevenir la aparición de la sigatoka negra, además, se considera que el desmane o la poda manual de las plantas mejora el crecimiento y calidad del racimo, por el aporte que se realiza en la limpieza del cultivo para la prevención de las enfermedades e insectos (Díaz, 2018).

Del mismo modo, entre las prácticas culturales más reconocidas en los cultivos de banano se encuentra el control de las malezas y es un procedimiento que se realiza de forma manual para impedir que la presencia de los insectos y las enfermedades en las plantas, como también la humedad relativa en los cultivos, con el tratamiento se conservan las malezas nobles o las que no generan ningún peligro para las plantas, puesto que estas evitan que el suelo quede totalmente despejado y se protejan las hojas frente a las lluvias. Este procedimiento se lleva a cabo de forma manual con herramientas como el machete y la guadaña, o mecánico con las rastras y rastrillos (Blanco, 2022).

Los agricultores realizan la aplicación de los biorreguladores para la alta propagación del banano, el material de siembra para el banano proviene del cultivo de tejidos y esto garantiza sanidad, homogeneidad, vigor y rendimiento, pero, el uso de vitroplantas crea un alto costo para los pequeños productores, por lo tanto, la obtención de material de siembra por la vía de regeneración natural no es una de las mejores opciones para establecer plantaciones por la influencia negativa de las plagas y los patógenos que se transmiten y alteran la calidad, y el desempeño del cultivo. De manera que los productores han estado implementando los procesos de la macro propagación para mejorar los niveles de cultivos y mantener una adecuada oferta de producto, esto también ayuda a la estimulación que favorece la multiplicación de las plantas (Cedeño et al. 2016).

- Prácticas de desarrollo tecnológico implementadas a nivel local, nacional e internacional entre 2015 a 2024 en el campo de los monocultivos agrícolas

La actividad agrícola, históricamente ha sido la base fundamental en el desarrollo de la civilización, su crecimiento se debe en gran parte al aumento de la población y a las necesidades de

suministrar los bienes y alimentos a la sociedad, por tanto, su evolución ha implicado también un adelanto significativo en los procesos, avances y medidas tecnológicas para llevar a cabo las funciones, labores y el tratamiento de los cultivos y siembras, además de la protección de los terrenos y la actividad económica que esto representa para los territorios y las regiones en conjunto. Estos avances han ido evolucionando desde la mejora de las herramientas básicas, hasta la instalación de aplicaciones para monitoreo en tiempo real, pasando por mejores procedimientos y adaptación de maquinaria para procesos de mejor calidad, que, a su vez, se convierten en información clave para la resolución de conflictos y desafíos futuros (Olymar y Reyes, 2024).

A nivel local, los estudios muestran las diferentes prácticas tecnológicas en la producción del banano en el Urabá Antioqueño, es conocido que una de las principales causas o motivos que ha llevado a los productores a tomar medidas en el uso de tecnología, es el narcotráfico y los conflictos de la región, además de los cambios climáticos que se experimentan en el país, por lo tanto, se han incluido procesos que van desde los sistemas de riego con drones que son operados por los mismos campesinos de la zona, este es uno de los equipos de precisión para la fumigación eficiente y permite, de forma adicional, la inclusión de los jóvenes en la actividad, al mismo tiempo que ofrece la oportunidad de un monitoreo de los campos y la identificación a tiempo de las amenazas (Colombia Agrícola, 2024).

Los drones que son utilizados en los cultivos de bananos en el Urabá Antioqueño son pequeñas aeronaves que no tienen tripulación humana y son operados remotamente, incluso desde varios kilómetros de distancia. Los drones históricamente han sido introducidos principalmente por la tecnología militar y en los últimos años ha pasado a tener diferentes aplicaciones de tipo comercial y productivo, estos dispositivos han cambiado los diferentes métodos de trabajo y el manejo de los cultivos en la mayor parte del mundo (Perilla y Oyola, 2018).

Adicionalmente, en el Urabá se creó un centro de innovación y productividad en Agrotecnología, donde se implementaron laboratorios y algunas áreas de formación académica, donde hay manejo e inclusión de los procesos de automatización agrícola, por medio del uso de los robots y de la maquinaria que es altamente avanzada para asistir tareas como la siembra, cultivos, recolección, las cosechas y los sistemas de riego de manera eficiente y precisa, presentando una mayor productividad en los monocultivos del banano en la zona, estas tecnologías están llevando a la modernización del banano, mejora de la calidad del producto y mejor abastecimiento (UNAD, 2023).

Por otro lado, se observa que en la región también se está generando la automatización de los sistemas de monitoreo, la inclusión de los sensores remotos en los monocultivos del banano, estos sensores son de precisión y permiten la supervisión de los terrenos y sus cultivos, de forma que facilitan la identificación de alguna amenaza o anomalía en la zona a tiempo. También se incluyen softwares especializados para el monitoreo y evaluación de las plantaciones, que ayudan a identificar problemas y la salud de las plantas, permitiendo una gestión oportuna en los cultivos (Guzmán et al. 2022).

En ese mismo sentido se encuentran otras prácticas tecnológicas para los cultivos de banano, plátano y palma de aceite, entre ellas se tienen los riegos con fertilizantes por medio de los dispositivos para el ajuste preciso con relación al suministro de agua, esto con el fin de no utilizar más recurso del necesario y que haya evaporación del mismo. Todas estas contribuciones se acumulan y representan importantes cambios en la productividad y eficiencia de los cultivos. Por el lado del banano, hay una alta integración vertical, donde se comienza con la adopción de pequeños cambios para no perturbar las rutinas en la cadena ante los grandes cambios tecnológicos (Guzmán et al. 2022).

A nivel nacional, uno de los principales programas técnicos de mejoramiento en el cultivo del banano ha sido el control de plagas y las enfermedades de los cultivos, como también los procesos genéticos para la producción de diferentes especies de producto y la calidad del mismo, se conoce los

cambios genéticos de las plantas y su inclusión en los sistemas de cultivos para obtener cosechas más resistentes a las plagas y con mejores características para el consumo. Con este avance tecnológico, los pequeños agricultores del país pueden regular la maduración del producto, controlar su tiempo de cosecha y hacer modificaciones en las características de calidad (Cantillo y Manjarrez, 2022).

Una de las principales tecnologías del sector ha sido la biotecnología, que se establece como técnica para producir alimentos, la FAO ha reconocido que la ingeniería genética contribuye al aumento de la producción y de la productividad en la agricultura, y son procedimientos que ofrecen nuevas alternativas a los problemas agrícolas, mejorando las técnicas tradicionales, principalmente las del banano, mejorando la provisión de los alimentos y la calidad de los mismos que son llevados al consumo humano, sin alterar nutrientes, calidad o efectos nocivos (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2022).

Las técnicas para obtener las variedades mejoradas a través de la ingeniería genética son nuevas y la investigación está limitada a los laboratorios especializados, sin embargo, en los últimos diez años, se han realizado investigaciones sobre la producción de los bananos modificados a nivel genético y el impacto de esta producción a nivel social y económica. Por medio de estudios se han descubierto diferentes métodos para la preparación del material vegetal y las características genéticas requeridas para productos de calidad. Es una actividad que se ha estado desarrollando en las empresas comerciales y universidades de Estados Unidos y de Europa (Díaz y Chaparro, 2016).

Así mismo, entre las innovaciones más importantes en Colombia en el sector bananero están los procesos de transporte, entre ellos la refrigeración, los contenedores del producto y el uso de las bandejas de carga. El avance tecnológico en refrigeración de los bananos ha permitido a los productores que el producto mantenga sus propiedades durante el envío y transporte, controlando la temperatura, la humedad y el control del aire. Otro de los avances es el uso de los contenedores refrigerados, los

cuales permiten a los agricultores la cosecha de forma constante independiente de los días de envío, de manera que pueden reducir costos y tienen un mejor manejo en los puertos (Cantillo y Manjarrez, 2022).

Todos estos cambios en la agricultura se dan como respuesta al crecimiento poblacional y el aumento de la productividad, por lo tanto, a nivel general y mundial, los investigadores, los agricultores y demás actores particulares, proponen y desarrollan estilos de agricultura "no convencional", como la "agroecología" con la inclusión de alternativas modernas y el desarrollo de las tecnologías limpias. Principalmente en la técnica del monocultivo, los agricultores requieren más tiempo y un mayor número de recursos financieros, con el propósito de utilizar las nuevas tecnologías para la maximización de los rendimientos agrícolas. A nivel mundial, las principales herramientas han sido la utilización de los drones, los sensores terrestres y los datos por satélite (Clements y Hagggar, 2015).

Una de las tecnologías que se ha considerado más innovadoras y completa son las técnicas satelitales que son utilizadas para el monitoreo de los campos y los procesos de siembra y cultivo. Un caso exitoso son las nuevas tecnologías es EOSDA Crop Monitoring, son elementos de alto rendimiento que complementan a los agricultores en cada una de sus tareas diarias, se adapta a las pequeñas y grandes extensiones agrícolas. Entre los principales avances tecnológicos de la actividad agrícola, se tiene el control de plagas, las enfermedades de los cultivos, el abastecimiento de los nutrientes del suelo y la introducción de especies que han sido modificadas a nivel genético (Clements y Hagggar, 2015).

También se hace mención a los sistemas de riego que se adaptan a la disponibilidad del recurso hídrico, de acuerdo a las necesidades productivas. Los riegos modifican el suelo y es importante conocer la fuente del recurso (río, riachuelo o manantial) y sí son aguas residuales, estas deben ser tratadas antes de emplearse en la agricultura y se cuenta con sistema de tratamiento de las aguas, puesto que, en la agricultura hay riesgos potenciales por la presencia de microorganismos y demás elementos

químicos. Todo esto contribuye a los sistemas agrícolas sostenibles que dependen en gran medida de la precisión de respuesta y la eficiencia en los sistemas de riego y control de plagas (Ayala, 2019).

A nivel mundial, se ha empleado la agroecología como un gran aporte para el manejo de los agroecosistemas, porque brinda una visión integral de todos los sistemas agrícolas, permitiendo explicar la biodiversidad de las plantas presentadas en un cultivo y aumentando la complejidad en las estructuras de los ecosistemas, todo con base en el estudio de los cultivos y la recopilación de información que brindan los mismos sensores y la tecnología satelital. Esto a su vez ha ido de la mano con la incorporación de las tecnologías limpias, que son estrategias que incluyen diferentes técnicas de reciclado, sustitución y recuperación de residuos, que al parecer son sencillas, pero tienen su complejidad en los procedimientos y pueden ser sofisticadas por medio de inversiones en investigación, como ha sido el compostaje de residuos y la conversión en materia orgánica residual para abono y mejorar la calidad del suelo para los procesos de la agricultura (Villao et al, 2024).

La modificación genética es una técnica bastante implementada en el desarrollo tecnológico del sector agrícola, está dentro del paquete de mejoras tecnológicas y consiste en alterar las codificaciones del ARN y ADN de las semillas de las plantas, de manera que sean más resistentes a las plagas y enfermedades y así, se obtienen mejores características para la producción. Son varios los procesos de modificación genética y de clonación molecular, es reconocido mundialmente como el modelo de modificación genética y tanto en el agro colombiano como a nivel internacional tiene un alto uso, no solo en la producción de productos agrícolas, sino en la incorporación de técnicas de mejora en los sistemas productivos de las regiones (Olymar y Reyes, 2024).

Por otra parte, a nivel internacional se ha hecho mención a la revolución verde implantado en todo el planeta y que ha transformado los agroecosistemas biodiversos en monocultivos, por lo tanto, se dice que actualmente se está en una revolución tecnocientífica que transforma las prácticas agrícolas y

se incluye el uso de dispositivos tecnocientíficos para reforzar los agroecosistemas, en estas prácticas está el proceso de motorización, los motores de explosión o los motores eléctricos, también los tractores y las maquinarias de autopropulsión, que cada vez tienen más potencia. La motorización también es una técnica empleada en los sistemas de riego, no alteran lo básico en cuanto a conservación del agua, las cuencas y los canales que las alimentan, todo esto ha estado relacionado a nivel mundial con los tipos de riego industrial, que tiene una actividad más eficiente y son de gran importancia en los cultivos, principalmente en los sembrados de los cereales (arroz y trigo), las legumbres, la caña de azúcar y algodón (Molina, 2021).

También está la artificialización, como la estandarización de los cultivos y el aumento de las superficies que son cultivadas, donde las exploraciones agrícolas son los lugares de forzamiento de los entornos y se crea independencia de los terrenos. Esta artificialización en las prácticas agrícolas lleva a la especialización de los cultivos y se traduce en unidades industriales de la producción de bienes. De manera que, a nivel mundial, la intervención tecnocientífica está favoreciendo los vínculos entre las plantas y los cultivos, generando un mayor desarrollo y productividad en los campos agrícolas (Gortaire, 2017).

Otro de los avances tecnológicos en la agricultura es la micropropagación, como una de las aplicaciones de la biotecnología y más generalizada en los procesos del cultivo in vitro, es la generación de las plantas en ambientes artificiales que son controlados por un cultivo. El procedimiento implica que las plantas posean características iguales o similares a la planta donante. Entre los primeros estudios para la multiplicación in vitro de bananos se realizaron en China y Taiwán (Galan et al, 2018).

En algunos países de África, Asia y de América Central, se utilizan los sensores remotos en la agricultura, principalmente en el cultivo del banano con el fin de monitorearlos, esta ha sido una herramienta valiosa para el cuidado, protección y la formulación de políticas de desarrollo, tanto a nivel

regional, nacional e internacional, es una de las medidas para la planificación de los centros de investigación agrícola y la extensión de los cultivos, a su vez, estos sensores ayudan en la prevención de los desastres naturales. Los sensores remotos permiten obtener información sobre cosas sin estar en contacto, se incorpora instrumentos acoplados a plataformas, como los satélites, aviones o vehículos terrestres (Galan et al, 2018).

Estos sensores están relacionados con la cobertura de plantas bajo la medición de la radiación electromagnética y varía de acuerdo con cambios morfológicos, fisiológicos y químicos. Entre las principales aplicaciones en agricultura, se tiene los sensores remotos pasivos que monitorean el estado de los cultivos como la radiación, la fotosíntesis, la acumulación de nitrógeno en las hojas, la humedad del suelo, plagas y malezas. Los países han incluido los sensores activos como el Radar de Abertura Sintética (SAR), el cual transmite energía y microondas de frecuencias. Los sensores son bastante sensibles y útiles al momento de determinar parámetros de los cultivos como la biomasa y la humedad de los suelos (Guzmán et al. 2022).

En los últimos años se ha incrementado el uso de los Vehículos Aéreos No Tripulados “VANT” compuestos por sensores, siendo una tecnología más flexible para la captura de imágenes, ya que cuenta con altos niveles de resolución espacial, estos dispositivos son portátiles, livianos y de bajos costos de operación para sus productores, como lo son también los VANT con sensores activos o pasivos, con sensores ópticos de cámaras, infrarrojos, sistemas de microondas y escáner láser, son equipos que mantienen un vuelo controlado y el monitoreo sostenido en las diferentes áreas (Sishodia et al, 2020).

A nivel de implementación de tecnología digital, Boelts (2020) indica que el sistema GPS ya es una parte importante en las aplicaciones de la agricultura, es una combinación de precisión y localización específica, son tecnologías que están permitiendo acoplar los datos que se obtienen en

tiempo real con base en la información de posicionamiento, para un mejor análisis y manejo eficiente de los datos geoespaciales. Así mismo, aporta a la planificación de los cultivos y en la creación de mapas topográficos para un mejor conocimiento de los terrenos y las características de estos para llevar a cabo cosechas y cultivos, además de la capacidad que brinda a los agricultores de desarrollar las actividades en condiciones de baja visibilidad en los campos, cuando hay nubosidad, fuertes lluvias o cultivos en extensiones de tierra muy alejadas.

Se encuentra también el uso de las cámaras térmicas para la propagación del plátano, es utilizado con el método de inducción de brotes y se realiza con cámaras térmicas, estas cámaras realizan una limpieza de termoterapia, con temperaturas que oscilan entre los 50 y 70°C, con una humedad relativa entre 30 y 100%, es un proceso completamente automatizado y permite obtener en menor tiempo una mayor brotación de yemas. Además, el método permite identificar cuáles plantas estarían enfermas por moko y/o virus y reduce la presencia de los nematodos en las raíces, lo que facilita la selección del material sano antes de siembra (Cedeño et al. 2016).

Entre los adelantos más recientes se puede destacar según Vite et al (2020) el uso del BIG DATA que es mayormente utilizado en la producción del banano orgánico, que se ha dado especialmente en el Ecuador, esta gestión engloba una serie de actividades para desarrollar procesos con el fin de controlar y administrar los recursos de manera eficiente. El proceso de producción del banano requiere control de los factores químicos y los nutrientes del suelo, por lo tanto, el modelo Big Data en la agricultura inteligente tiene una concentración de categorías importantes, como los sensores, las apps móviles, el Gobierno y el análisis, estos permiten la recolección de los datos con información del ciclo nutricional y los micronutrientes del suelo, además de garantizar la producción y la calidad del banano, con base en una mayor investigación y tecnología de la producción (Vite et al. 2020).

Meza y Rodríguez (2022), exponen otro de los avances y es la metodología regenerativa y la bioeconomía, que se presenta por medio de la producción de bionsumos, esto a su vez, permite el reemplazo de los agroquímicos por insumo más naturales, como lo son el uso de las bacterias y de los hongos benéficos, utilizados para el control de las enfermedades en los campos, y sirven también como insumo para el crecimiento adecuado de las plantas. Contribuyendo, además, con los impactos positivos en la salud humana por la oferta de un alto contenido nutricional. Para esto se lleva a cabo los procesos de investigación y desarrollo con base en la ciencia y en los procesos tecnológicos de la región.

- Posibles acciones de mejoras detalladas en las prácticas culturales y de desarrollo tecnológico que fomenten la innovación en el sector bananero en la subregión del Urabá antioqueño

Urabá es una de las regiones con mejor ubicación geográfica, gracias a su lugar estratégico que representa la biodiversidad y la cultura de departamentos como Antioquia, Córdoba y Chocó, tiene un alto reconocimiento a nivel mundial por su potencial agrícola y es donde se concentra mayormente la producción y la comercialización de banano, junto con otros productos como el cacao, aceite de palma y limón, que son actividades que estarían representando en exportaciones más de la mitad del PIB de la región, es decir, que es un territorio que aporte al desarrollo y crecimiento económico del país (Mena, 2012).

En efecto, puede decirse que el Urabá antioqueño es uno de los territorios con mayor éxito en cuanto al desarrollo empresarial, por la consolidación del sector agroindustrial que tiene una fuerte capacidad para la producción y la comercialización de sus productos. Además, de su naturaleza portuaria y su posición fronteriza, son grandes ventajas en relación a la productividad y la competitividad, incluyendo los proyectos y programas de cooperación en conjunto con los gobiernos para consolidar el sector como una fuente de innovación y reforzar sus procesos productivos (Mena, 2012).

Son variados los estudios y las iniciativas para promover el desarrollo de la región, a nivel económico, social y comercial, la principal actividad de la región es la agricultura, con base especialmente en la producción del banano. Para esta situación se deben mantener los modelos alternativos de la innovación local y nacional, que permita realizar cambios estructurales y generar más enfoques hacia una estrategia de innovación global. Así mismo, se deben agregar nuevas prácticas con base en los adelantos científicos que permitan la preparación del terreno y la diversidad económica a nivel territorial (Pabón, 2017).

De esta manera, es importante que el territorio participe activamente de los programas de formación y capacitación para mejorar las condiciones de producción de las zonas, a su vez, que genera mayor eficiencia y calidad para los cultivos. Por lo tanto, lo primordial entre las acciones de mejora del territorio de Urabá para la producción del banano es el vínculo y la interacción entre lo institucional y lo estratégico, para que se consolide como una iniciativa hacia la transformación de la organización e impulsar el desarrollo local y comunitario (Pabón, 2017).

Otra de las posibles acciones para mejorar las prácticas culturales y promover el desarrollo tecnológico de esta región, es la inversión en capacitación y formación, capacitar y desarrollar el talento de la población, por medio de la formación en los laboratorios de investigación y los vínculos con los demás campesinos de la región, de manera que se tenga un mismo lenguaje y apoyo en equipo, para una actividad al mismo nivel de los agricultores (Franco y Velazco, 2013).

En este sentido, es importante resaltar que son necesarias las acciones que se puedan adelantar desde el Estado para promover los proyectos sobre ciencia, tecnología e innovación y desarrollo, ya que a nivel mundial se ha estado adelantando en los procesos de innovación para mejorar la capacidad de los territorios por medio de dinámicas que interconecten las regiones, así se mejoraría el proceso

productivo y comercial del territorio, aportando un mayor nivel de avance para la región y su consolidación como territorio de expansión (Franco y Velazco, 2013).

Se requiere de una mayor participación ciudadana como factor clave para el desarrollo de los ecosistemas innovadores, de manera que las personas se involucren más en la parte de diseño y de ejecución de programas tecnológicos de desarrollo, por medio de los grupos y las organizaciones para mantener una formación constante de las prácticas tradicionales, en función de conservar los hábitos históricos y también las actividades manuales en el sector (CEPAL, 2015).

La participación de los diferentes actores en los proyectos ambientales es de gran importancia para promover el desarrollo económico, el cultivo del banano como el eje principal de esta región, necesita de mecanismos donde intervengan los diferentes actores y se incluya a las personas en el cuidado de la producción y la promoción del producto. Esto es un factor importante para el desarrollo de la tecnología, el mayor interés de la comunidad por mantener sus tradiciones y actividad económica vincula una mayor concentración de los avances y uso de las herramientas para fomentar la producción (CEPAL, 2015).

De acuerdo a lo revisado en la región y la puesta en marcha a nivel internacional, en la zona de Urabá, se podrían incluir los procesos de la economía circular, correspondiente a un enfoque de interacción de las actividades económicas para la sostenibilidad medioambiental. Esto implica un conjunto de procesos que se deben replantear como la producción, con base a los patrones de consumo, materiales, transporte y generación de energía. En cada temporada de cosecha y cultivo del banano se genera una gran cantidad de residuos, por los tallos de los bananos, partes de la flor, coronas y vástagos, como también por los racimos (Espinal, 2022).

Con base en esta información, se observa que hay países como Bolivia que tiene implementado un sistema de economía circular y todos los residuos generados de la cosecha del banano pasan a ser

insumos de otros productos, como la transformación de los tallos en fibra para los productos textiles y artesanales, la fibra de los plátanos ha sido mayormente utilizada para tejidos, también se ha utilizado la fibra del banano para la producción del papel artesanal, y se genera un subproducto de los desechos bananeros que es la pulpa (Haro et al. 2017).

La economía circular se contempla como un sistema económico que tiene su enfoque en los procesos de reducción de los residuos, la reutilización y reciclaje de los materiales para la creación de nuevos productos, incluyendo un modelo con uso eficiente de los recursos y la energía renovable, eliminando a su vez, los contaminantes y químicos tóxicos que se llevan al medio ambiente, por tanto, la importancia en su aplicación (Haro et al. 2017).

A nivel general, se puede observar que el territorio tiene la inclusión de varias prácticas culturales y técnicas de producción y conservación tradicionales como son los sistemas de riego, el deshoje y la conservación manual de los recursos hídricos, además de los procesos de fertilización y aplicación de insecticidas para la conservación de los cultivos. Se hablaría entonces de un cambio de modelo más innovador, la región utiliza los drones y las maquinarias pesadas como son los tractores y los sistemas de transporte para la refrigeración y la conservación de los productos, pero es importante un mayor desarrollo en los avances técnicos sobre la agricultura y su incorporación en terreno para una mayor productividad (Haro et al. 2017).

Se estima el impacto positivo para el desarrollo de las operaciones, la inversión en las maquinarias de las sembradoras de precisión, que son equipos primordiales en la agricultura actual, contribuyen a un proceso de siembra precisa y de manera uniforme de las semillas. Las máquinas que utilizan este tipo de tecnología avanzada pueden tener un mayor control para la dosificación y la distribución apropiada de las semillas, optimizando lo que son los procesos de germinación y crecimiento de los cultivos. Estos dispositivos permiten mantener de forma constante una línea de

siembra en los terrenos, tecnologías que se están presentando gracias a la globalización y la necesidad de incorporar nuevas prácticas (Rodríguez, 2020).

Además de los drones que ya se incorporan en algunas fincas productoras de banano, su uso para el control y monitoreo de los cultivos podría ser de igual forma de gran impacto, ya que estos dispositivos ayudan a prevenir desastres naturales y permiten la observación en tiempo real de la cosecha, para atender a tiempo las necesidades de las plantaciones.

Adicionalmente, se resaltan las imágenes multiespectrales de los cultivos, estas son una gran herramienta en la agricultura de precisión y se obtienen por medio de los sensores que tienen registro de la radiación de los cultivos en cada longitud de las ondas emitidas. Estas ondas representan una banda espectral y cada una proporciona información sobre la salud y el estado actual de los cultivos. Así, estas imágenes permiten a los agricultores tener datos sobre la vegetación e identificar cuáles son las áreas con problemas para asistir y realizar el monitoreo en detalle de la salud de los cultivos, informan de la cantidad de fertilizante necesario, estado del terreno e identificación de amenazas (Silva, 2021).

Otra de las acciones de mejora para los cultivos de banano y que se está implementando a nivel mundial, es el uso del Big Data en la agricultura que ha revolucionado la forma en cómo los agricultores toman las decisiones y se lleva a cabo la gestión de los cultivos. En la agricultura, el uso del Big Data se enfoca en la recopilación de la información al detalle de los cultivos, la calidad del suelo, los cambios del clima, la calidad de los recursos como el agua y otros factores, información que también es obtenida por medio de los sensores, los sistemas de telemetría y las imágenes satelitales (Vite et al. 2020).

Adicionalmente, se establece que el uso de las semillas inteligentes en los cultivos del banano puede ser de gran impacto en la producción bananera. Estas semillas son una de las grandes innovaciones en la industria agrícola, puesto que tiene la combinación de la genética tradicional y la tecnología de vanguardia, estas semillas se encuentran diseñadas para el mejoramiento de la eficiencia y

de la productividad de los cultivos, ellas se adaptan de forma inteligente a las condiciones ambientales del entorno. Las semillas inteligentes tienen características particulares a las semillas naturales, presentan una mayor resistencia a las enfermedades y son tolerantes a las condiciones adversas del ambiente, presentan de forma adicional, un mayor rendimiento y calidad de los cultivos (Pabón, 2017).

4.2. Discusión

Las prácticas de desarrollo tecnológico que se han implementado a nivel local, nacional e internacional en el campo de los monocultivos agrícolas tienen como común denominador la innovación y la contribución a la sostenibilidad que según Villalobos et al. (2017) es un proceso en el cual se tiene la implementación de algo novedoso para un ambiente específico, que genera beneficio público y social, siendo un motor de crecimiento económico y promueve la competitividad entre los diferentes países, ofreciendo nuevas oportunidades para cada uno de sus sistemas de producción.

Por su parte, Rodríguez (2012) y la CEPAL (2022) expresan que el proceso de innovación se da en mayor medida al interior de los sistemas de innovación, que se encuentran conformados por las diferentes organizaciones, sociedad y los actores, tanto privados como públicos, y que están conectados de diferentes maneras y bajo los mismos objetivos, ya sean técnicos, comerciales o financieros. Esta afirmación difiere un poco de los resultados encontrados en el sentido de que las prácticas tecnológicas y culturales reportadas en las investigaciones se aplicaron por parte de privados y no hubo intervención pública. En consecuencia, es posible mencionar que estas acciones pueden ser aplicadas directamente por las compañías, sin embargo, si se recibe apoyo de entidades públicas el proceso será más competitivo, considerando que según el Banco Mundial (2019) es necesario priorizar la inversión en los procesos de ciencia, tecnología e investigación, para que los agricultores puedan reducir la dependencia sobre las importaciones de los productos agrícolas.

En este punto es importante mencionar que según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA] (2014), la innovación tecnológica en los cultivos agrícolas hace referencia a la implementación de una novedad en los diferentes bienes y servicios que se incluyen en los procesos de siembra y cosecha principalmente. En el caso de la siembra, las innovaciones tecnológicas encontradas fueron cambios genéticos de las plantas (Díaz y Chaparro, 2016), (Cantillo y Manjarrez, 2022) (CEPAL, 2022), (Meza y Rodríguez, 2022), (Olymar y Reyes, 2024); drones empleados para el sistema de riego cuidando el recurso hídrico, monitoreo de campos e identificación de amenazas (Clements y Hagggar, 2015), (Ayala, 2019), (Colombia Agrícola, 2024); sensores remotos para el monitoreo y evaluación de las plantaciones (Guzmán et al. 2022), (Villao et al, 2024); proceso de motorización para apoyar el sistema de riego (Molina, 2021); artificialización (Gortaire, 2017); micro propagación o cultivo in vitro (Galan et al, 2018); Vehículos Aéreos No Tripulados “VANT” (Sishodia et al, 2020); GPS para el monitoreo en la etapa de la siembra (Boelts, 2020); cámaras térmicas (Cedeño et al. 2016); big data (Vite et al. 2020). En el caso de la cosecha, se identificaron avances en refrigeración de los bananos que permite la cosecha de forma constante (Cantillo y Manjarrez, 2022), y el uso de robots y maquinaria para la recolección de cosechas (UNAD, 2023). Todas estas prácticas bajo el objetivo de propiciar cambios positivos y lograr la satisfacción de las necesidades de los productores, ayudando a enfrentar los desafíos y aprovechando las oportunidades del mercado y el comercio a nivel nacional e internacional.

Desde la postura de Villalobos et al, (2017) se resaltan que estas prácticas innovadoras ayudan a poder mitigar y revertir los efectos del cambio climático, que ha sido uno de los mayores desafíos de la agricultura y la humanidad en general. Esto tiene relación con los resultados encontrados en el sentido de que se buscan cambios genéticos de las plantas que sean más resistentes ante el cambio climático (Díaz y Chaparro, 2016), (Cantillo y Manjarrez, 2022) (CEPAL, 2022), (Meza y Rodríguez, 2022), (Olymar y Reyes, 2024); y se busca emplear drones para el sistema de riego cuidando el recurso hídrico y las amenazas climáticas (Clements y Hagggar, 2015), (Ayala, 2019), (Colombia Agrícola, 2024).

Al respecto, se resalta que para Rovira et al (2017) y Sotomayor et al (2021) la agricultora digital brinda oportunidades de innovación para mejorar la conexión entre los agricultores, proveedores y consumidores, además de mayor efectividad en el proceso de cadenas de suministro y distribución, sin embargo, en la revisión documental realizada, no se encontraron este tipo de innovaciones.

Así mismo, se detalla que, aunque la tecnología ha propiciado la creación de innovadoras soluciones para el cultivo y cosecha del banano, aún existen prácticas para las cuales la tecnología es insuficiente, como por ejemplo para el diagnóstico del estado de las plantas y su mantenimiento. Según la Cuenca de Plata (2016) no es posible decir que la tecnología sea mejor que las prácticas culturales para la producción del banano, sino que deben ser estrategias complementarias que se utilicen con el fin de mejorar las prácticas de sostenibilidad.

Las prácticas culturales que aún en la actualidad son empleadas para la producción del banano se debe a que aún no han podido ser reemplazadas en un 100% por la tecnología y garantizar su efectividad, o a la dificultad de acceso a estas por los altos costos (Ayala, 2019), esto corresponde a la creación de cluster locales para mejorar la productividad (Quirós, 2022), destronque o la eliminación del tallo una vez que se ha cosechado el racimo (Banco de Desarrollo de América Latina, 2018); repelentes para el control y manejo integrado de plagas (García y Herrán, 2014), (Hurtado, 2016), (Corpoica, 2020); reutilización de las aguas ácidas para el tratamiento fisicoquímico de los terrenos (García y Sanclemente, 2023); compostaje (Elnour, 2015); riego por goteo, esorrentía y cañón (Luna y Pérez, 2022), (Blanco, 2022); rotación de los cultivos (Wielemaker, 2018); uso de los machetes y las guadañas para el corte y esparcimiento de los arvenses en los terrenos (Díaz, 2018); los procesos de cirugía, deshoje y descapotado (López, 2020); técnica del apuntalamiento del racimo se previene el volcamiento (Díaz, 2018); aplicación de biorreguladores (Cedeño et al. 2016).

Ayala (2019), expone que la agricultura sostenible ha sido una de las técnicas culturales más sobresalientes en la producción agrícola, ya que no causa la degradación de los suelos y permite y es sostenible en el largo plazo, junto con la conservación de los recursos naturales y la producción de los alimentos. Estas tecnologías son las que se basan en la minimización en el consumo del agua, los combustibles, el uso de los fertilizantes y reducen la producción de carbono, además, estas prácticas tienen la capacidad para mejorar la precisión y los niveles de eficiencia de la producción en la agricultura.

A partir de los resultados obtenidos se priorizaron algunas prácticas para el fomento de la innovación en el sector bananero en la subregión del Urabá antioqueño. A nivel de las acciones culturales, esta región tiene consolidado importantes prácticas como los sistemas de riego, el deshoje y la conservación manual de los recursos hídricos, además de los procesos de fertilización y aplicación de insecticidas para la conservación de los cultivos. Sin embargo, se identifica la oportunidad de implementar la reutilización de las aguas ácidas para el tratamiento fisicoquímico de los terrenos (García y Sanclemente, 2023), aplicación de la técnica de rotación de los cultivos (Wielemaker, 2018), aplicación de biorreguladores (Cedeño et al. 2016), y creación de cluster locales para mejorar la productividad (Quirós, 2022).

Por eso, se debe hacer mayor énfasis en la implementación de tecnología a nivel de maquinarias de las sembradoras de precisión (Rodríguez, 2020), maquinaria que favorezcan el transporte (Haro et al. 2017), dispositivos de robots agrícolas e imágenes multiespectrales de los cultivos (Silva, 2021), uso del big data para la toma de decisiones (Vite et al. 2020), GPS para el monitoreo de la etapa de la siembra (Boelts, 2020), las técnicas satelitales que son utilizadas para el monitoreo de los campos y los procesos de siembra y cultivo (Clements y Hagggar, 2015), el uso de las semillas inteligentes en los cultivos del banano (Pabón, 2017), la biotecnología como el cultivo in vitro (CEPAL, 2022) (Galan et al, 2018), y

cambios genéticos de las plantas (Díaz y Chaparro, 2016), (Cantillo y Manjarrez, 2022) (CEPAL, 2022), (Meza y Rodríguez, 2022), (Olymar y Reyes, 2024).

La efectividad en la ejecución de estas prácticas depende a su vez del vínculo e interacción entre lo institucional y lo estratégico (Pabón, 2017), la capacitación y formación que reciban los agricultores (Franco y Velazco, 2013), la participación ciudadana como factor clave para el desarrollo de los ecosistemas innovadores (CEPAL, 2015), e incluir los procesos de la economía circular (Espinal, 2022).

Conclusiones

La subregión del Urabá antioqueño ha sido reconocida a nivel nacional e internacional por la producción de banano, sin embargo, los avances en este sector en otras regiones del país como el Magdalena y la Guajira, y en otros países como Ecuador, Honduras, Costa Rica, conlleva a la necesidad de que se implementen mejores prácticas tanto tecnológicas como culturales para el cultivo del banano.

Los hallazgos indican que las innovaciones tecnológicas están orientadas a enfrentar desafíos asociados con el cambio climático. Tecnologías como la micro propagación, los cambios genéticos en las plantas y el uso de imágenes multiespectrales han mostrado ser efectivas en mejorar la resistencia de los cultivos frente a condiciones climáticas adversas. A pesar de los avances tecnológicos, las prácticas culturales continúan desempeñando un papel crucial en el manejo y producción de banano. La investigación revela que la combinación de tecnologías avanzadas con prácticas tradicionales es fundamental para mantener la eficacia y sostenibilidad en la producción de banano.

Como parte de las acciones de innovación tecnológica se conoce la creación de las semillas inteligentes, el uso de los drones, los sensores y el monitoreo satelital, está ayudando a los agricultores a mejorar sus procesos, con las herramientas automatizadas se ha visto una producción eficiente, que les permite el crecimiento en sus funciones y desarrollo de la producción de calidad. Además, ha sido importante el uso de la tecnología en los monocultivos, para garantizar la producción, por medio de la protección de los cultivos a través de los procesos de monitoreo y la información recolectada con los dispositivos para tener cada día, una mejor información de los productos y tomar decisiones en tiempo real.

Complementario a lo anterior, las prácticas culturales aplicadas a estos cultivos corresponden a cluster locales, eliminación del tallo, repelentes, reutilización del agua, compostaje, riesgo por goteo, rotación de cultivos, guadañas, apuntamiento del racimo para prevenir volcamiento y aplicación de

biorreguladores. Al respecto, se conoce que no son actividades que puedan ser reemplazadas por una maquina o dispositivo, como es la limpieza de las hojas, que requiere de la intervención humana para realizarlo de la mejor forma posible. Las técnicas tradicionales en los cultivos de banano aún se mantienen, los agricultores todavía realizan sus procesos de riego manual y continúan con el cuidado de sus plantaciones bajo el monitoreo de ellos mismos, a fin de conservar las buenas prácticas en la actividad.

De esta forma se pudo establecer que los agricultores dedicados al cultivo de banano en la subregión del Urabá antioqueño realizan una producción que integra tanto prácticas culturales como de tecnología, sin embargo, aún tienen amplias oportunidades de mejoramiento en la innovación, desde las prácticas culturales pueden fortalecer las acciones en la reutilización de los recursos, aplicación de la técnica de rotación de cultivos y de biorreguladores, y creación de clúster locales. A nivel de la tecnología, se encuentran el uso de maquinarias para el sembrado y transporte, uso de robots agrícolas, imágenes multiespectrales, big data, gps, semillas inteligentes, biotecnología, cambios genéticos.

En este punto se sintetiza que como resultados se encontró que las tendencias de innovación tecnológicas en los cultivos de banano se fundamentan en la creación de las semillas inteligentes, el uso de los drones, los sensores y el monitoreo satelital, micro propagación o cultivo in vitro, GPS, big data, el uso de robots y maquinaria para la recolección de cosechas. Por su parte, las prácticas culturales están orientadas a la creación de cluster locales, eliminación del tallo, repelentes, reutilización del agua, compostaje, riego por goteo, rotación de cultivos, uso de guadañas, apuntamiento del racimo para prevenir volcamiento y aplicación de biorreguladores. Es así como se estableció que los agricultores dedicados al cultivo de banano en la subregión del Urabá antioqueño pueden fortalecer las acciones culturales a través de la reutilización de los recursos, aplicación de la técnica de rotación de cultivos y de biorreguladores, y fortalecimiento en la creación de cluster. A nivel de la tecnología, pueden mejorar el uso de maquinarias para el sembrado y transporte, uso de robots agrícolas, imágenes multiespectrales,

big data, gps, semillas inteligentes, biotecnología, cambios genéticos. Los hallazgos reflejan que tanto las tecnologías emergentes como las prácticas culturales tienen un impacto significativo en la producción bananera, subrayando la importancia de una estrategia equilibrada que combine ambos enfoques.

En conclusión, los hallazgos obtenidos muestran un sector bananero en Urabá antioqueño que, aunque avanzado tecnológicamente, sigue dependiendo en gran medida de prácticas culturales tradicionales. La combinación de estas prácticas con innovaciones tecnológicas está creando un entorno productivo dinámico y competitivo, evidenciando el papel crucial de ambos elementos en la optimización y sostenibilidad del cultivo de banano en la región.

Referencias

- Arboleda Hincapie, Y., Cardona Quintero, M., y Montoya Restrepo, L.M. (2015). *Impacto de los proyectos de infraestructura de la Gobernación de Antioquia en el desarrollo económico de Urabá* [Tesis de pregrado, Institución Universitaria de Envigado]. Repositorio Dspace.
<https://bibliotecadigital.iue.edu.co/xmlui/handle/20.500.12717/1613>
- Ayala, G. (2019). El monocultivo de la caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca (Valle del Cauca, Colombia): un enclave que desnaturaliza la vida ecosistémica. *Forum*, (15), 37-66.
<https://doi.org/10.15446/frdcp.n15.72452>
- Banco de Desarrollo de América Latina. (2018). *Una apuesta por la competitividad de Urabá. Construcción territorial, inclusión productiva y bienestar social*. Instituto de Ciencia Política Hernán Echavarría Olózaga. <https://icpcolombia.org/dev/wp-content/uploads/2018/02/18.07.23-CARTILLA-URABA-DIGITAL-VF.pdf>
- Banco Mundial. (2019, 16 de septiembre). *La innovación agrícola y la tecnología son la clave para reducir la pobreza en los países en desarrollo, según un informe del Banco Mundial*. Banco Mundial. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2019/09/16/agricultural-innovation-technology-hold-key-to-poverty-reduction-in-developing-countries-says-world-bank-report>
- Belupú Amaya, C.I. (2022). *Propuesta de una plataforma de agricultura inteligente basada en IoT para el monitoreo de las condiciones climáticas del cultivo de banano* [Tesis doctoral, Universidad de Piura]. Repositorio UDEP-Institucional.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UDEP_03e662c0dff72ca4348142f74bf79d77/

- Blanco Esquivel, M. (2022). *Proyecto de la instalación del riego y drenaje del campo de rugby del "Central B" (Madrid)*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio digital UPM.
https://oa.upm.es/70218/1/TFG_MARGARITA_BLANCO_ESQUIVEL.pdf
- Boelts, J. (2020). *Agricultura*. GPS.gov. <https://www.gps.gov/applications/agriculture/spanish.php>
- Cantillo, D. A., y Manjarres, Á. J. (2022). *Procesos logísticos en las empresas del sector bananero del departamento del magdalena y su confrontación con la logística 4.0*. [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional UCC.
<https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/1a1e9055-fa86-41d0-8c20-8afdb354e11e>
- Capa Benítez, L.B.; Alaña Castillo, T.P. y Benítez Narváez, R.M. (2016). Importancia de la producción de banano orgánico. Caso: provincia el oro, Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 8(3), 64-71.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000300008
- Carrasco, A., Sánchez, N., y Tamagno, L. (2012). *Modelo agrícola e impacto socio-ambiental en la Argentina: monocultivo y agronegocios*. Asociación de Universidades Grupo Montevideo y Universidad Nacional de La Plata. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/24722>
- Cedeño, G., Soplín, H., Helfgott, S., Cedeño, J., y Sotomayor, I. (2016). Aplicación de biorreguladores para la macro-propagación del banano cv. williams en cámara térmica. *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 397-408. <https://doi.org/10.15517/am.v27i2.24390>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2015). *Participación ciudadana en la gestión pública*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
<https://comunidades.cepal.org/ilpes/es/grupos/discusion/participacion-ciudadana-en-la-gestion-publica>

Clements, R., y Haggan, J. (2015). *Tecnologías de Adaptación al Cambio Climático*. Editorial UNEP Riso Centre. <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Adaptacion-Riesgo/16.pdf>

Colombia Agrícola. (2024, 25 de junio). *Urabá: drones para cultivo de plátano llegan a las víctimas*.

Colombia Agrícola. <https://colombiagricola.com/2024/06/25/uraba-drones-para-cultivo-de-platano-llegan-a-las-victimas/>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2022). *Perspectivas de la agricultura y del*

desarrollo rural en las Américas. una mirada hacia América Latina y el Caribe. Editorial IICA.

<https://www.cepal.org/es/publicaciones/47208-perspectivas-la-agricultura-desarrollo-rural-americas-mirada-america-latina>

Congreso de Colombia. (2017). Ley 1876 de 2017. Por medio de la cual se crea el Sistema Nacional de

Innovación Agropecuaria y se dictan otras disposiciones. [https://www.suin-](https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/30034416)

[juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/30034416](https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/30034416)

Congreso de Colombia. (2020). Ley 2046 de 2020. Por la cual se establecen mecanismos para promover

la participación de pequeños productores locales agropecuarios y de la agricultura campesina,

familiar y comunitaria en los mercados de compras públicas de alimentos. [https://www.suin-](https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/30039692)

[juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/30039692](https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/30039692)

Congreso de Colombia. (2022). Ley 2183 de 2022. Por medio del cual se constituye el Sistema Nacional

de Insumos Agropecuarios, se establece la política nacional de insumos agropecuarios, se crea el

fondo de acceso a los insumos agropecuarios y se dictan otras disposiciones.

<https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/LEY%202183%20DEL%206%20DE%20E>

[NERO%20DE%202022.pdf](https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/LEY%202183%20DEL%206%20DE%20ENERO%20DE%202022.pdf)

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (2020). *Últimos avances en la tecnología del cultivo del plátano en Colombia*. Editorial Agrosavia.

<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12909>

Díaz, C., y Chaparro, A. (2016). Métodos de transformación genética de plantas. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, 15(1), 49-61.

<https://doi.org/10.31910/rudca.v15.n1.2012.802>

Díaz, M. (2018). Manejo Integrado de Plagas en Plátano y Guineo. *United States Department of Agriculture*, 1, 1-2. <https://www.uprm.edu/sea/wp-content/uploads/sites/351/2024/05/IPM-Embolsado-Guineo-M.-Diaz-Sept.-2018-1.pdf>

Elnour, M. (2015). Effects of Banana Compost on Growth, Development and Productivity of Sorghum bicolor Cultivar (Tabat). *Journal of Advances in Biology*, 8 (2), 1551-1561.

<https://doi.org/10.24297/jab.v8i2.3816>

Espinal, J., Moreno, C. D., y Torres, M. (2022). *Actividad Económica en la Región de Urabá, Comparación Pre y Post COVID-19: Una Revisión Bibliográfica*. [Tesis de grado, Universidad de Antioquia].

Repositorio Universidad de Antioquia. https://ccuraba.org.co/site/wp-content/uploads/2023/01/Actividad-Economica-en-la-Region-de-Uraba-Comparacion-Pre-y-Post-COVID-19-Una-Revision-Bibliografica-_.pdf

Fernández Navas, M.; Postigo Fuentes, A.Y. y Pérez Granados, L. (2022). Cómo hacer investigación cualitativa en el área de tecnología educativa. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*, (13), 93–116. <https://doi.org/10.6018/riite.547251>

- Franco, S., y Velazco, H. (2013). Plan estratégico departamental de ciencia, tecnología e innovación (PEDCTI) – departamento de arauca. *Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología-OCyT*.
<https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/pedcti-arauca.pdf>
- Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., Perez, J. B., Sandoval, J., y Souza, H. (2017). Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(4), 1-22. <https://doi.org/10.1590/0100-29452018574>
- García, C., y Herrán, J. A. (2019). *Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales*. Editorial Fundación Produce Sinaloa.
https://www.ciaorganico.net/documypublic/271_Manual_para_la_produccion_de_abonos_orgánicos_y_biorracionales.pdf
- García, M., y Sanclemente, O. E. (2023). *El compostaje como herramienta para el aprovechamiento de residuos y la gestión de la materia orgánica del suelo*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional a Distancia]. Repositorio UNAD.
<https://libros.unad.edu.co/index.php/selloeditorial/catalog/download/91/81/668?inline=1>
- Gortaire A., R. (2017). Agroecología en el Ecuador. Proceso histórico, logros, y desafíos. *Antropología Cuadernos de Investigación*, (17), 12-38. <https://doi.org/10.26807/ant.v0i17.85>
- Guevara Alban, G.P.; Verdesoto Arguello, A.E. y Castro Molina, N.E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 4 (3), 163-173. <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/860>
- Guzmán, J., González, M., Sandoval, J., y Calvo, J. C. (2022). Uso de sensores remotos en la agricultura: aplicaciones en el cultivo del banano. *Agronomía Mesoamericana*, 33(3).
<https://doi.org/10.15517/am.v33i3.48279>

Haro, A., Borja, A., y Triviño, S. (2017). Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables. *Dominio de las Ciencias*, 3(2), 506-525. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6325873>

Heredia Toaquiza, E.L. (2018). *Evolución de la agricultura sostenible y agricultura convencional en el caso de cultivo de banano periodo 2014-2017*. [Tesis de pregrado, Universidad Federal de Integración Latino Americana]. Repositorio Institucional UNILA. <https://dspace.unila.edu.br/items/0af2745b-3a63-4a60-80d6-6c888e864823>

Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M.P. (2016). *Metodología de la investigación*. Editorial Mc Graw Hill. <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>

Hurtado Macía, H.C. (2016). *Descripción de la agrocadena del plátano en Colombia*. [Tesis de pregrado, Universidad de La Salle]. Repositorio Ciencia Unisalle. https://ciencia.lasalle.edu.co/administracion_agronegocios/104/

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2014). La innovación en la agricultura: un proceso clave para el desarrollo sostenible. *Institutional position paper*, 1-20. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/2607>

López, N. (2020). *Apoyo técnico en la ejecución de las labores culturales en el cultivo de banano (MUSA AAA) tipo exportación en la empresa agrícola Pacuare S.A.* [Tesis de grado, Universidad de Córdoba]. Repositorio Institucional Universidad de Córdoba. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/entities/publication/9e294e5b-7ede-4759-8dae-34d699e5cf63>

- Luna, F. E., y Pérez, E. J. (2022). *Diseño de un sistema de riego por goteo utilizando energía fotovoltaica para 1.6 mz. del cultivo del plátano en la finca "Ojo de Agua" en el municipio de San Francisco Libre, Managua*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <https://ribuni.uni.edu.ni/1089/1/38217.pdf>
- Mena, M. (2012). *La importancia geopolítica de Urabá: Un análisis desde la perspectiva del Estado, los grupos alzados en armas y los gremios económicos*. [Tesis de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional Universidad de Antioquia. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/26291>
- Meza, L., y Rodríguez, A. (2022). *Soluciones basadas en la naturaleza y la bioeconomía*. Editorial CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47886-soluciones-basadas-la-naturaleza-la-bioeconomia-contribucion-transformacion>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015). Sector bananero colombiano 2015. [Diapositivas de PowerPoint]. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Banano/Documentos/2015-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Molina, J. E. (2021). La revolución verde como revolución tecnocientífica: artificialización de las prácticas agrícolas y sus implicaciones. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 21(42), 175-204. <https://doi.org/10.18270/rcfc.v21i42.3477>
- Olymar, M., y Reyes, R. (2024). Tecnologías limpias aplicadas a la agricultura. *Interciencia*, 28(5), 252-259. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33908002>
- Cuenca del Plata. (2016). *Buenas prácticas de uso y manejo del agua y suelo en la Cuenca del Plata*. Editorial CIC Cuenca del Plata. https://cicplata.org/wp-content/uploads/2017/04/buenas_practicas_en_el_uso_del_suelo.pdf

Pabón, R. A. (2017). *Caracterización del modelo de negocio del plátano en organizaciones de pequeños productores para el departamento de Córdoba, Colombia*. [Tesis de posgrado, Universidad de La Salle]. Repositorio Ciencia Unisalle. https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_agronegocios/24/

Perfetti, J. J., Balcázar, Á., Hernández, A., y Leibovich, J. (2013). *Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia*. Editorial Fedesarrollo.
<https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/61>

Perilla, C. C., y Oyola, C. A. (2018). *Proyecto de Innovación tecnológica para fincas bananeras de C.I. Técnicas Baltime de Colombia S.A.* [Tesis de posgrado, Universidad del Rosario]. Repositorio Institucional E-docUR. <https://repository.urosario.edu.co/items/b5a06b2c-8a2c-4190-9098-71662ab548e0>

Presidente de la República de Colombia. (2015). Decreto 1071 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=76838>

Quintana, L. y Hermida, J. (2019). La hermenéutica como método de interpretación de textos en la investigación psicoanalítica. *Perspectivas en Psicología*, 16 (2), 73-80.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7217578>

Quirós, L. F. (2022). *La Agroindustria Bananera como motor del Desarrollo Socioeconómico de la región de Urabá en los últimos 20 años*. [Tesis de pregrado, Universidad EAFIT]. Repositorio Institucional Universidad EAFIT. <https://repository.eafit.edu.co/items/0f464180-918b-4610-9258-66c4b99a5016>

- Ramírez, M. C. (2024, 26 de mayo). *Cambio climático y seguridad: los retos del banano para venderse en el mundo*. El Espectador. <https://www.elespectador.com/economia/macroeconomia/cambio-climatico-y-seguridad-los-retos-del-banano-para-venderse-en-el-mundo/>
- Ramos Galarza, C. (2020). Los Alcances de una Investigación. *CienciAmérica*, 9(3), 1-6. <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>
- Rodriguez, L. J. (2020). *Agricultura de precisión en el mundo y en colombia: revisión bibliográfica*. [Tesis de pregrado, Universidad del Valle]. Biblioteca Digital Universidad del Valle. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/50c41507-d3cc-41f9-89c0-e057d3ab7473>
- Rovira, S., Patiño, J., y Schaper, M. (2017). *Ecoinnovación y producción verde. Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. Editorial CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40968-ecoinnovacion-produccion-verde-revision-politicas-america-latina-caribe>
- Sánchez Rodríguez, J.J. (2024). *Innovaciones tecnológicas en agroecosistemas de banano (Musa AAA) en el litoral ecuatoriano*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16033>
- Silva, D. (2021). *Análisis de la utilización de drones como técnica de fumigación de cultivos de banano en el corregimiento de orihueca, zona bananera, Colombia*. [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Cooperativa de Colombia. <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/0220183c-ef40-4829-b775-84c43e330196>
- Sishodia, R. P., Ray, R. L., & Singh, S. K. (2020). Applications of remote sensing in precision agriculture: A review. *Remote Sensing*, 12(19), 1-31. <https://doi.org/10.3390/rs12193136>

Sotomayor, O.; Ramírez, E. y Martínez, H. (2021). *Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina*. Editorial FAO.

<https://www.cepal.org/es/publicaciones/46965-digitalizacion-cambio-tecnologico-mipymes-agricolas-agroindustriales-america>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2023, 26 de octubre). *La UNAD inauguró Centro de Innovación y Productividad en Agrotecnología y Logística Integral en Turbo para el desarrollo del Urabá Antioqueño*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

<https://noticias.unad.edu.co/index.php/unad-noticias/todas/6293-la-unad-inauguro-centro-de-innovacion-y-productividad-en-turbo-para-el-desarrollo-del-uraba-antioqueño>

Vásquez Arias, M.A. (2019). *Diseño de un sistema de riego automatizado utilizando la tarjeta Arduino y la tecnología SIGFOX para beneficio de los cultivos de banano pertenecientes a servicios administrativos bananeros (SAB)*. [Tesis de pregrado, Universidad del Magdalena]. Repositorio Digital Institucional Unimagdalena. <https://repositorio.unimagdalena.edu.co/items/342bd665-ff0b-430a-86df-b2ce28aa32b0>

Villalobos, V., García, M., y Ávila, F. (2017). *La innovación para el logro de una agricultura competitiva, sustentable e inclusiva*. Editorial Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6146/BVE17099261e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villao, L.; Vargas, J.; Diez, N. y Santos, E. (2024). Descifrando la patogenicidad en el hongo causante de la Fusariosis del banano a través de la edición genética. *Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia*, 1(1), 1-8. <https://www.acorbat-rtc.com/assets/doc/1.%20Biotecnolog%C3%ADa%20y%20omicas/1.%20ARTC2401.pdf>

Vite, H., Townsend, J., y Carvajal, H. (2020). Big Data e internet de las cosas en la producción de banano orgánico. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 192-200.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2218-36202020000400192

Wielemaker, F. (2018). El Cultivo de Banano Orgánico y su Sostenibilidad. *Burleigh Dodds Science*, 1 (15), 1-23. <https://www.musalit.org/viewPdf.php?file=IN220018.pdf&id=20758>

Zamora Boza, S.; Espinoza Herrera, J. y Moreno Silva, A. (2021). Sistemas de innovación agrícola: una mirada a la situación del sector agrícola ecuatoriano. *Revista Científica Ecociencia*, 8, 237-254.

<https://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/ecociencia/article/view/647>