

PERSPECTIVAS Y DESAFÍOS DE LA FLORICULTURA HACIA UNA VISIÓN DE FUTURO SOSTENIBLE

PERSPECTIVES AND CHALLENGES OF FLORICULTURE TOWARDS A SUSTAINABLE FUTURE VISION

José Andrade Cadena¹  Mario Fleitas Díaz²  Mauricio Bustillos Lema³ 

Talhita Benitez Pardillo⁴ 

¹Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ibarra, Ecuador

²Instituto Superior Universitario Compu Sur. Quito, Ecuador

³Empresa Ecuazímica CA. Quito, Ecuador

⁴Instituto Superior Tecnológico Libertad. Quito, Ecuador

Correspondencia:

Mag. José Valdemar Andrade Cadena
jvandrade1@pucesi.edu.ec

Como citar este artículo: Andrade, J., Fleitas, M., Bustillos, M., & Benitez, T. (2024). PERSPECTIVAS Y DESAFÍOS DE LA FLORICULTURA HACIA UNA VISIÓN DE FUTURO SOSTENIBLE. (n.d.). *Revista De Investigación Científica Huamachuco*, 2(2), 44-60. <https://doi.org/10.61709/5byche66>

RESUMEN

La floricultura del futuro quedará basada en la mitigación el impacto ambiental a través de prácticas agrícolas regenerativas, promoviendo con ello, la adopción de tecnologías innovadoras y modelos económicos que favorezcan el desarrollo sostenido de las producciones. El objetivo del estudio fue analizar las transformaciones recientes en la floricultura e identificar las perspectivas, desafíos, innovaciones tecnológicas emergentes y estrategias sostenibles que pueden garantizar su desarrollo futuro. Se realizó una revisión sistemática de la literatura, utilizando el modelo PRISMA; se incluyó la búsqueda de artículos relevantes en diversas bases de datos, su selección según criterios de inclusión, y la evaluación de la calidad metodológica de los estudios sobre floricultura sostenible. Se revisaron 32 artículos que abordan diferentes aspectos de la floricultura, aportando información relevante sobre prácticas agrícolas regenerativas, sostenibilidad en la industria florícola y sus implicaciones medioambientales para el futuro. Los hallazgos permitieron identificar tendencias clave y brechas de conocimiento que pueden guiar próximas investigaciones y la implementación de prácticas más sostenibles en la región. La revisión destaca la importancia de incrementar las prácticas sostenibles en la floricultura, apoyadas en teorías clave, con énfasis en la innovación, sostenibilidad, desarrollo rural, para reducir el impacto ambiental; así como, obtener rendimientos altos, estables y económicos; por ello, la incorporación de tecnologías innovadoras, como drones y sensores, optimizará la eficiencia de los cultivos, mientras que el fortalecimiento de prácticas sostenibles reafirmará el compromiso ambiental del sector.

Palabras clave: floricultura, sostenibilidad, Innovación, desarrollo sostenible.



ABSTRACT

The floriculture of the future will be based on mitigating environmental impact through regenerative agricultural practices, thereby promoting the adoption of innovative technologies and economic models that favor the sustained development of production. The aim of the study was to analyze recent transformations in floriculture and identify perspectives, challenges, emerging technological innovations and sustainable strategies that can guarantee its future development. A systematic review of the literature was carried out, using the PRISMA model; it included the search for relevant articles in various databases, their selection according to inclusion criteria, and the evaluation of the methodological quality of studies on sustainable floriculture. 32 articles were reviewed that address different aspects of floriculture, providing relevant information on regenerative agricultural practices, sustainability in the floriculture industry and its environmental implications for the future. The findings allow us to identify key trends and knowledge gaps that can guide future research and the implementation of more sustainable practices in the region. The review highlights the importance of increasing sustainable practices in floriculture, supported by key theories, with an emphasis on innovation, sustainability, and rural development, to reduce environmental impact; as well as to obtain high, stable and economic yields; therefore, the incorporation of innovative technologies, such as drones and sensors, will optimize crop efficiency, while the strengthening of sustainable practices will reaffirm the environmental commitment of the sector.

Keywords: Floriculture, Sustainability, Innovation, Sustainable development

INTRODUCCIÓN

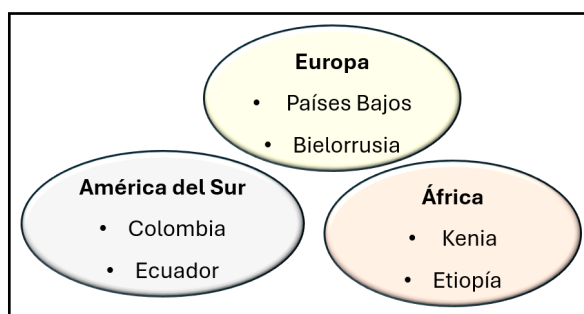
Al referir el desarrollo global de la floricultura en el siglo XXI, se observa que ha experimentado un crecimiento significativo, consolidándose como una industria estratégica dentro de la agricultura intensiva; dentro de esta cadena productiva se deben mencionar factores como el avance en tecnologías de cultivo, el aumento de la demanda en mercados emergentes, unido a la globalización, siendo elementos que han impulsado su expansión (Alam et al., 2023; Botini et al., 2023).

Existen regiones que lideran la tecnología e innovación en la producción de flores, donde siempre ha destacado el continente Europa, seguido de América del Sur (Muñoz, 2023); mientras que, productores en África y Asia han emergido como protagonistas en exportaciones (Mebrat et al., 2022; Mèmonsso et al., 2023); además, diversos aspectos marcan una total incidencia en este auge, destacando la relevancia cobrada por el enfoque de sostenibilidad, impulsado fundamentalmente por exigencia entre los consumidores, quienes ya se preocupan por la producción, a través de prácticas

responsables y certificaciones de comercio justo. La Figura 1 muestra los países exportadores de flores por continentes.

FIGURA 1

Principales países exportadores de flores por continentes.



Al hablar desde una perspectiva regional, se puede explicar que Latinoamérica es una región clave en la floricultura mundial en países como Colombia y Ecuador en primer lugar (Guaita et al., 2023), reconocidos por la alta calidad de sus flores y su capacidad exportadora, debido a sus extraordinarias condiciones climáticas, muy favorables para el

cultivo durante todo el año, también cuentan con el acceso a recursos naturales como pilares de este éxito. Sin embargo, el sector enfrenta retos como la creciente competencia global, la presión por reducir su huella ambiental y las fluctuaciones en la demanda internacional; asimismo, existen iniciativas para diversificar mercados y adoptar innovaciones tecnológicas siendo elementos que están marcando la pauta para mantener la competitividad de la región.

Estas particularidades locales y desafíos específicos en el ámbito local muestran las diversas dinámicas de la floricultura en la región, donde se abre el abanico desde grandes exportadores que operan con tecnologías avanzada en contraposición de pequeños productores en algunas regiones rurales que solo se centran en especies autóctonas para mercados locales, ante estos retos diversas empresas optan por asociarse (Díaz et al., 2023).

También, han sido estos sistemas de producción a pequeña escala, quienes en no pocas ocasiones, se enfrentan desafíos relacionados con el acceso a financiamiento, tecnología de avanzada y capacitación técnica. A su vez, proyectos como cultivos urbanos y la integración de flores en estrategias de turismo rural siguen emergiendo como parte de las alternativas innovadoras para fortalecer el sector y diversificar su impacto económico y social (López et al., 2023).

En tal sentido, los antecedentes mencionados conllevan a plantear como objetivo analizar las transformaciones recientes en la floricultura, identificando las perspectivas, desafíos, innovaciones tecnológicas emergentes y estrategias sostenibles que pueden garantizar su desarrollo futuro.

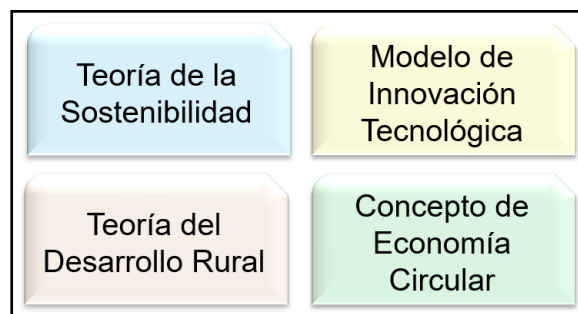
MATERIALES Y MÉTODOS

El sustento teórico de la revisión se centra en cómo la industria florícola puede reducir su impacto

ambiental mediante la adopción de prácticas agrícolas regenerativas, tomando como base diversas teorías clave. Entre ellas, se destacan la **Teoría de la Sostenibilidad**, que promueve la conservación de los recursos naturales a largo plazo, el **Modelo de Innovación Tecnológica**, que impulsa la incorporación de nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia y reducir la huella ecológica, la **Teoría del Desarrollo Rural**, que busca fortalecer las economías locales y mejorar la calidad de vida en áreas rurales, a través de prácticas agrícolas sostenibles, y el **Concepto de Economía Circular**, que promueve el aprovechamiento de los recursos mediante la reutilización, el reciclaje y la minimización de residuos, favoreciendo así un modelo productivo más sostenible y responsable.

FIGURA 2

Sustento teórico de la revisión



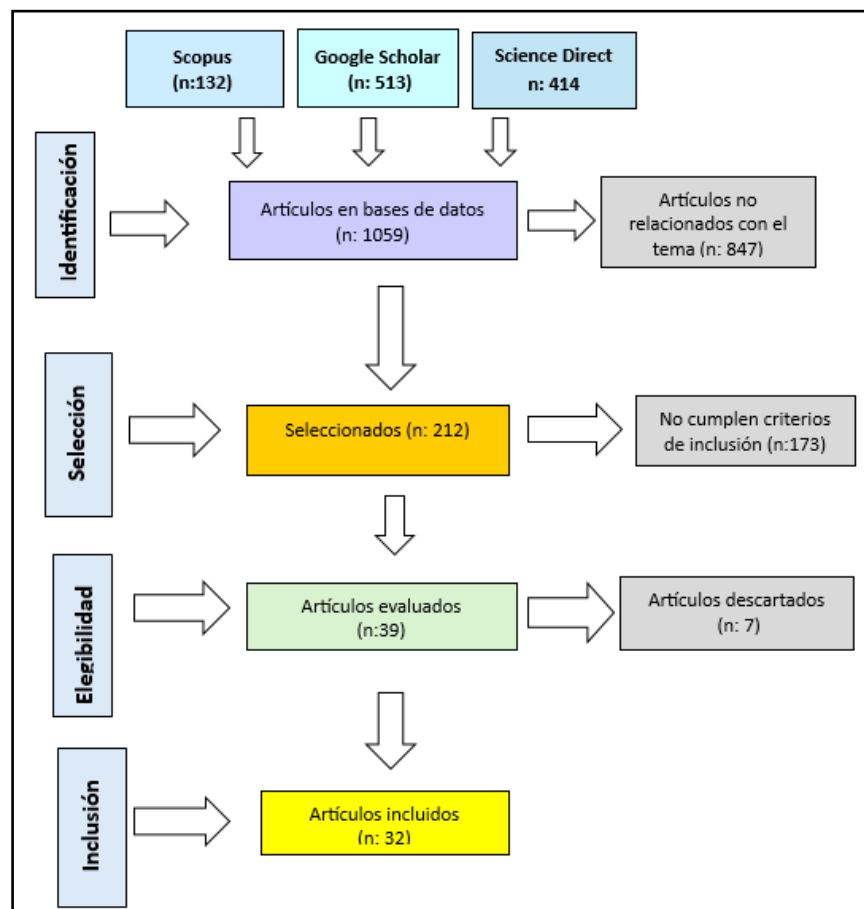
Para la revisión sistemática se siguió una metodología estructurada que garantiza la calidad y replicabilidad de los resultados, este proceso se desarrolló en diversas fases, comenzando con la búsqueda de artículos relevantes en varias bases de datos científicas especializadas como Google Scholar, Scopus, Web of Science y ScienceDirect, las cuales permiten acceder a una amplia gama de estudios revisados por pares y relevantes, para el contexto de la floricultura en la región.

La búsqueda de artículos se realizó en bases de datos académicas y científicas utilizando una estrategia detallada, para obtener los resultados

más relevantes y actuales; para ello, se limitó el rango de publicación a artículos entre 2021 y 2024, asegurando así que los estudios reflejaran las tendencias y avances más recientes en el campo de la floricultura. Para la selección de palabras clave se utilizaron términos específicos y ampliamente asociados con el tema, como “floricultura”, “sostenibilidad”, “innovación” y “desafíos”. Para mejorar la precisión y relevancia de los resultados, se aplicaron operadores booleanos, AND, OR y NOT. El operador AND se empleó para asegurar que los artículos seleccionados incluyeran simultáneamente varios conceptos clave. Por ejemplo, la búsqueda de “floricultura” AND “sostenibilidad” permitió encontrar artículos que trataban ambas temáticas al mismo tiempo, lo cual es fundamental para los objetivos de la revisión.

Además, también se combinaron términos como “innovación” AND “desafíos”, con el fin de obtener artículos que abordaran, tanto las nuevas tecnologías como los retos actuales del sector, por su parte, el operador OR se utilizó para ampliar los resultados, permitiendo la inclusión de artículos que pudieran usar diferentes variantes de un mismo término, como “innovación” OR “tecnología”. De igual manera, el operador NOT fue útil para excluir artículos no pertinentes, con el objetivo de limitar la búsqueda a estudios específicos. La metodología PRISMA (Fig.3) se utilizó para seleccionar los artículos de mayor relevancia; en la fase de identificación, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos utilizando palabras clave definidas. Se identificaron un total de 1,059 artículos en las bases de datos Scopus, Google Scholar y ScienceDirect.

FIGURA 3
Metodología PRISMA



En la fase de selección, se evaluaron los títulos y resúmenes de los artículos, resultando en 212 artículos seleccionados. Durante la fase de elegibilidad, se revisaron los artículos completos, evaluando su metodología y pertinencia, lo que llevó a la evaluación de 39 artículos, en la fase de inclusión, se seleccionaron 32 artículos que cumplían con los criterios establecidos y contribuían significativamente al análisis de la floricultura sostenible en Latinoamérica.

Una vez seleccionados los artículos pertinentes, se realizó un análisis tanto cualitativo como cuantitativo de los resultados obtenidos, este análisis permitió extraer los principales hallazgos

sobre las innovaciones tecnológicas aplicadas a la floricultura, los desafíos que enfrenta la industria en la región y las estrategias adoptadas para fomentar la sostenibilidad. La información fue organizada en categorías temáticas, lo que facilitó la identificación de patrones clave, tales como el aumento en la adopción de tecnologías sostenibles y las mejores prácticas para la exportación de flores, este proceso de síntesis facilitó una visión global y actualizada de las tendencias en el sector.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los artículos que cumplieron con los criterios de inclusión.

TABLA 1

Artículos seleccionados en la revisión

Autor (año)	Título	Tipo de estudio	Objetivo	Resultados	Conclusiones
Zhang et al. (2024)	Achieving the Rewards of Smart Agriculture	Revisión sistemática	Resumir el concepto de agricultura digital/ inteligente en un lenguaje sencillo	La agricultura inteligente mejora la eficiencia de la producción, calidad y la cantidad de productos agrícolas.	Las instalaciones de los usuarios finales deben cumplir con los requisitos de equipo estándar, como la precisión de los sensores, los recolectores de datos finales, el software relevante que cumpla con las normas de la industria y el análisis de datos confiable.
Arunkumar et al. (2024)	Intercomparison of drone and conventional spraying of macro and micronutrients on growth yield and quality of Tuberose (<i>Agave amica</i> Medik.) cv. Arka Prajwal	Diseño experimental en bloque al azar con 10 tratamientos y tres repeticiones.	Evaluar el impacto del uso de drones y pulverizadores convencionales, para rociar nutrientes vegetales y reguladores de crecimiento sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del nardo	Hubo un impacto positivo significativo de la aplicación de nutrientes foliares facilitada por drones en el crecimiento y el rendimiento de los nardos.	La aplicación foliar de macro y micronutrientes, a través de drones, resulta un mejor crecimiento, floración, rendimiento, calidad y concentraciones minerales en las hojas de las flores del nardo



Guamán et al. (2024)	Flores y suelo: un estudio ambiental sobre las actividades florícolas en los Llinizas, Cotopaxi	Metodología de ciclo de vida que identifica procesos y matriz de Leopold para evaluar impactos ambientales (suelo, agua, aire y aspectos socioeconómicos).	Evaluar el impacto ambiental de las actividades florícolas en el suelo, tomando como caso de estudio las fincas "Los Llinizas", provincia de Cotopaxi.	13 actividades productivas que influyen directamente en el suelo, de las cuales 7 impactan negativamente.	Actividades florícolas impactan negativamente en la estructura y composición del suelo, debido a contaminación por agroquímicos e inadecuada disposición de residuos peligrosos generados en el proceso.
Valle & Reinoso, (2024)	Revisión bibliográfica de los costos de prevención de riesgos laborales y accidentes de trabajo en las empresas florícolas del Ecuador	Revisión bibliográfica, descriptivo con enfoque cualitativo	Analizar los costos de prevención de riesgos laborales y accidentes de trabajo en el sector florícola ecuatoriano.	Las empresas deben implementar medidas de prevención, y capacitación continua para minimizar los accidentes y enfermedades ocupacionales	Los riesgos afectan la salud de los trabajadores generando costos adicionales, como disminución de la productividad y aumento de gastos médicos e indemnizaciones.
Medeiros & Favero, (2024)	Aspectos da competitividade brasileira no comércio internacional da floricultura e flores de corte	Datos estadísticos de organismos nacionales e internacionales. Estudios de comercialización de flores y plantas ornamentales y flores de corte en Brasil.	Analizar el nivel del comercio brasileño en las exportaciones e importaciones de flores y plantas ornamentales, en el contexto internacional	Brasil depende de un número limitado de socios comerciales, afectando la competitividad de sus productos. La diversificación de socios comerciales permitiría obtener mejores precios y aumentar la competitividad en el mercado internacional.	Diversificar los socios comerciales tanto en las exportaciones como en importaciones, para que Brasil pueda obtener mejores precios de comercialización y reducir su dependencia de un número restringido de países.
Fernández & López, (2024)	Impacto ambiental de las aplicaciones de fitosanitarios en producciones ornamentales intensivas en el partido de Moreno, provincia de Buenos Aires	Descriptivo. Cálculo del Coeficiente de Impacto Ambiental (CIA) para valorar el riesgo potencial de agroquímicos sobre fauna benéfica, trabajadores y consumidores en tres establecimientos...	Analizar el impacto ambiental (IA) del manejo de plagas en producciones ornamentales intensivas del partido de Moreno, provincia de Buenos Aires.	Los valores de CIAC variaron debido a dosis y número de aplicaciones (1172,90; 752,90 y 54,70 para el E1, E2 y E3, respectivamente) Los productores utilizaron de manera homogénea insecticidas/acaricidas (42 %) y fungicidas/bactericidas (58 %)	Optimizar el manejo fitosanitario para reducir efectos negativos sobre el ambiente, principalmente en producciones ornamentales intensivas.



González et al. (2024)	Aportes en la dimensión social y ambiental a la floricultura en el sector de hortensias bajo un enfoque de análisis de ciclo de vida	Metodología del ACV, según norma ISO 14040. Guía metodológica del Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente.	Diagnosticar la implementación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) ambiental y social en pequeños cultivos de hortensia en el Oriente Antioqueño-Colombia.	La etapa de cultivo fue más influyente en varias de las categorías de impactos ambientales causadas principalmente por uso de agroquímicos; se produce agotamiento abiótico, agotamiento del ozono y formación de oxidantes fotoquímicos	Se presenta una hoja de ruta, para minimizar los impactos a partir de la aplicación de estrategias de producción más limpia y en prácticas de seguridad y salud en el trabajo.
Abbas et al. (2023)	Drones in Plant Disease Assessment, Efficient Monitoring, and Detection: A Way Forward to Smart Agriculture	Revisión	Analizar el potencial de la tecnología de drones como herramienta innovadora y eficiente en el monitoreo, detección y diagnóstico temprano de enfermedades en plantas.	La tecnología de drones emplea un procedimiento automatizado que recopila imágenes de plantas enfermas usando varios sensores y cámaras. Después de extraer las características, los enfoques de procesamiento de imágenes utilizan algoritmos de aprendizaje automático o aprendizaje profundo	Los drones tienen muchos usos potenciales en la agricultura, incluido la reducción del trabajo manual y el aumento de la productividad. Pueden proporcionar una alerta temprana sobre enfermedades de las plantas, lo que permite a los agricultores evitar costosas pérdidas de cultivos.
Vleminckx et al. (2023)	Flower production decreases with warmer and more humid atmospheric conditions in a western Amazonian forest	Estudio longitudinal basado en la observación y análisis de datos climáticos y biológicos recolectados durante 18 años.	Analizar si la variación interanual en la producción de flores ha cambiado en respuesta a fluctuaciones en la irradiancia, lluvia, temperatura y humedad relativa durante 18 años en un bosque siempre húmedo en Ecuador.	La producción de flores disminuyó con el aumento de la temperatura nocturna y la humedad relativa, indicando efectos negativos de las noches cálidas y húmedas sobre la reproducción. No se observó un patrón consistente en la respuesta de las especies basado en su forma de vida.	Los cambios climáticos, principalmente el aumento de temperatura nocturna y humedad, tienen un impacto adverso en la reproducción de las plantas en bosques siempre húmedos, enfatizando la vulnerabilidad de estas comunidades a las condiciones climáticas futuras.



Prieto, (2023)	Ruta de sostenibilidad para la avifauna en la floricultura de la sábana de Bogotá	Análisis socioambiental sobre la ruta de sostenibilidad que plantea Asocolflores.	Analizar la sostenibilidad en el sector floricultor colombiano a través de la ruta planteada por Asocolflores, evaluando la relación entre gestión ambiental, responsabilidad empresarial e impactos sobre la biodiversidad.	El área de uso floricultor incrementó en 90,43 km ² , generando impactos ambientales, especialmente sobre especies emblemáticas. Sin embargo, la implementación de la ruta de sostenibilidad ha mejorado prácticas en aspectos sociales, ambientales y de calidad.	Aunque la expansión del sector puede afectar a especies vulnerables como la Tingua moteada, el compromiso del sector con sostenibilidad y mejora en la gestión ambiental demuestran avances significativos hacia un desempeño más equilibrado y responsable.
León et al. (2023)	Waste managing plan for floriculture plants.	Proceso y mapeo a través del software Bizagi.	Reducir el impacto nocivo sobre el medio ambiente, buscando soluciones para minimizar el uso del agua y desarrollar tecnología energéticamente eficiente.	La planta de tratamiento de agua para la finca de flores es una inversión crucial y necesaria para garantizar un manejo adecuado y sostenible del agua utilizada en el proceso de producción.	La planta de remediación es una herramienta clave, para abordar la contaminación del suelo y el agua en la finca.
Tenorio et al. (2022)	A Systematic Review on <i>Opuntia</i> (Cactaceae; Opuntioideae) Flower-Visiting Insects in the World with Emphasis on Mexico: Implications for Biodiversity Conservation.	Revisión sistemática	Revisar la literatura existente sobre la ecología de la polinización en las plantas del género <i>Opuntia</i> y documentar las especies más estudiadas a nivel mundial, con énfasis en México.	Solo 15 % de las especies de <i>Opuntia</i> han sido estudiadas hasta ahora, y los estudios existentes se han centrado principalmente en una sola especie. Además, se identificó una falta significativa de conocimiento sobre los insectos que visitan las flores de <i>Opuntia</i> y su identidad taxonómica.	La polinización es esencial para la producción de cultivos y la biodiversidad en tierras áridas, y se necesita más investigación sobre la ecología de la polinización de <i>Opuntia</i> para mejorar la conservación de los insectos asociados y la sostenibilidad de la agricultura en ambientes semiáridos.
Arrubla et al. (2022)	Precision Agriculture and Sensor Systems Applications in Colombia through 5G Networks	Descriptivo y exploratorio.	Explorar cómo la tecnología 5G podría beneficiar al sector agrícola en Colombia, específicamente en la implementación de la agricultura inteligente, mejorando la producción y eficiencia de los cultivos.	La tecnología 5G podría facilitar la implementación de granjas inteligentes en Colombia, mejorando la eficiencia de la producción agrícola.	La implementación de la tecnología 5G en el sector agrícola colombiano podría ser altamente beneficiosa, ya que permitiría mejorar la producción y eficiencia agrícola, con una planificación adecuada.



Díaz et al. (2022)	Alternativa de desarrollo local para el sector florícola de Cayambe. Ecuador	Estudio cualitativo	Diseñar un clúster para el sector florícola del cantón Cayambe	El clúster permitió cubrir las necesidades de capacitación, financiamiento, comercialización, innovación, producción, ampliación, y contribuye así al desarrollo local.	La propuesta de un clúster que considera un marco administrativo, legal, comercial y financiero; genera alianzas estratégicas entre las fincas productoras,
Ramírez et al. (2021)	Caracterización de abonos orgánicos aplicados a cultivos florícolas en el sur del Estado de México	Diseño experimental con un enfoque cuantitativo.	Caracterizar abonos orgánicos destinados a suelos florícolas y analizar las repercusiones de su aplicación en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de los suelos.	El índice germinativo fue significativamente diferente entre las especies de semillas. Además, la incorporación de abonos incrementó significativamente la actividad microbiana del suelo.	La heterogeneidad de la materia prima de los abonos genera variabilidad en sus características; su aplicación mejoró las propiedades de los suelos florícolas, destacando su potencial como mejoradores de suelo.
Villagrán et al. (2021)	Evaluation of the Microclimate in a Traditional Colombian Greenhouse Used for Cut Flower Production.	Estudio experimental y de simulación mediante un modelo numérico 3D CFD, validado con indicadores estadísticos (RMSE y MAPE).	Construir y validar un modelo numérico 3D CFD para analizar la distribución de temperaturas y la dinámica del flujo de aire dentro de un invernadero típico en la sabana de Bogotá.	La ventilación en el invernadero fue insuficiente, con tasas de renovación menores a 35 intercambios h ⁻¹ frente a los recomendados de 45-60 h ⁻¹ . Esto generó microclimas heterogéneos, con áreas de alta temperatura (>32°C) que abarcaron hasta el 50 % del área cultivada en condiciones de baja velocidad del aire (<1 ms ⁻¹).	La ventilación deficiente y la heterogeneidad térmica comprometen las condiciones microclimáticas del invernadero, destacando la necesidad de optimizar su diseño para mejorar la producción florícola en Colombia.

Del análisis realizado se manifiesta que la floricultura es un sector clave en diversas economías, la cual enfrenta avances significativos y desafíos críticos en su desarrollo sostenible y competitivo, al señalar los estudios disponibles, se puede identificar hacia un futuro no lejano, cómo la tecnología, el manejo ambiental, la biodiversidad y la gestión laboral, se mantendrán guiando este sector y para ello, cada investigación aborda un aspecto relevante, proporcionando una perspectiva integral sobre los progresos logrados y las áreas que requieren atención.

En este análisis se destacan los siguientes elementos:

1. Tecnología y agricultura de precisión

La agricultura de precisión está transformando las prácticas agrícolas mediante la integración de tecnologías avanzadas como 5G, drones, sensores inteligentes y sistemas de automatización, lo que representa un cambio significativo en la forma en que se gestionan los cultivos. Según Zhan et al. (2024) y Arunkumar et al. (2024), estas herramientas permiten un monitoreo más preciso, optimizan el uso de recursos, reducen costos, mejoran la eficiencia



operativa y disminuyen el impacto ambiental, la incorporación de estas tecnologías facilita una toma de decisiones más informada, incrementando así la competitividad del sector agrícola a nivel global. Este enfoque resulta aplicable y relevante en la floricultura, donde la precisión y el control de los procesos son fundamentales para asegurar la calidad y sostenibilidad en la producción.

Arrubla et al. (2022) enfatizan el potencial de la tecnología 5G para transformar la agricultura en Colombia, incluida la floricultura. Según estos autores, la implementación de redes 5G facilitaría la adopción de granjas inteligentes, mejorando la producción agrícola y la eficiencia en zonas rurales, en su investigación descriptiva y exploratoria, identificaron que esta tecnología podría optimizar los procesos agrícolas mediante mejor cobertura y conectividad; sin embargo, advierten que su aplicación depende de una planificación adecuada que considere las características geográficas, demográficas y económicas del país; en su estudio se refleja cómo la innovación tecnológica puede impulsar la floricultura, pero subraya la necesidad de superar barreras estructurales en su implementación.

Un evidente ejemplo se aprecia en el uso de drones, como explica Abbas et al. (2023) ya equipados con cámaras multispectrales para detectar problemas en las áreas de cultivo, permitiendo intervenir de forma tempranas, de allí que la implementación de estas innovaciones además de maximizar los rendimientos, también posicionan al sector en un contexto regional cada vez más competitivo.

En términos de adopción, países como Holanda lideran la implementación de estas tecnologías, con invernaderos inteligentes completamente automatizados y el uso extensivo de drones. En América Latina, regiones como Colombia y Ecuador están comenzando a integrarlas, aunque enfrentan desafíos relacionados con los costos iniciales y

la capacitación necesaria, sin embargo, con una demanda creciente de flores de alta calidad a nivel mundial, estas innovaciones representan una oportunidad para mejorar la competitividad del sector y reducir su impacto ambiental (Cuasquer et al., 2024).

A pesar de los retos que implica la implementación de estas tecnologías, como la inversión inicial y la accesibilidad para pequeños productores, sus beneficios son significativos, la modernización del sector no solo aumenta la productividad, sino que también permite una mayor sostenibilidad ambiental y la capacidad de satisfacer las demandas de un mercado global cada vez más exigente, a partir del uso de estas herramientas, en conjunto, posicionan a la floricultura como una actividad que combina tradición y modernidad para responder a los desafíos del futuro.

Otro aspecto tratado es, el uso de Big Data y blockchain en el fortalecimiento de la trazabilidad en las cadenas de suministro agrícolas, con estas herramientas se realiza una mejor recopilación, almacenamiento y análisis de mayores volúmenes de datos en tiempo real, facilitando una respuesta ágil a las demandas del mercado, con Blockchain, se garantiza la transparencia en cada etapa de la producción, lo que aumentará la confianza de los consumidores finales de los productos florícolas, esa marcada integración tecnológica incide en la optimización logística y promueve la sostenibilidad al facilitar la implementación de prácticas agrícolas responsables (Prieto, 2024).

De igual forma, el uso de campos electromagnéticos en soluciones líquidas se perfila como una tecnología prometedora para el futuro, especialmente en la prolongación de la vida útil de las flores cortadas; este método, que modifica las propiedades físicas y químicas del líquido tratado, tiene el potencial de optimizar el desarrollo vegetal mediante la estimulación de procesos clave como la expresión

genética, la captación de agua y la activación enzimática (Judickaitė et al., 2022; Pizetta et al., 2022). Estas capacidades podrían revolucionar la agricultura y la floricultura, promoviendo un crecimiento sostenible y una mayor eficiencia (Ayesha et al., 2023; Upadhyaya et al., 2022).

Los sensores inteligentes, por su parte, están integrando la agricultura de precisión en la floricultura, estos dispositivos monitorean en tiempo real variables como humedad, temperatura y calidad del aire, proporcionando datos que permiten ajustar el riego, la fertilización y la ventilación de manera eficiente. Por ejemplo, un sensor de humedad puede activar automáticamente el sistema de riego cuando detecta déficit hídrico, optimizando el uso del agua; también, la medición de niveles de CO₂ y oxígeno en los invernaderos asegura condiciones ideales, para el desarrollo de las plantas, mejorando la calidad de las flores producidas.

Como puede apreciarse la automatización y la robótica son otras áreas que están ganando terreno en la industria florícola, máquinas automatizadas realizan tareas repetitivas como la siembra, poda, cosecha y empaquetado, los brazos robóticos son especialmente útiles para recolectar flores con precisión, evitando daños y asegurando estándares de calidad consistentes; además, sistemas automatizados clasifican y etiquetan las flores según características específicas, agilizando la logística y reduciendo errores en la preparación para la exportación.

Villagrán et al. (2021) estudiaron la dinámica del microclima en invernaderos tradicionales en la sabana de Bogotá, utilizados para la producción de flores cortadas, en el que utilizaron un modelo computacional en 3D, evaluaron cómo la ventilación deficiente contribuye a la heterogeneidad microclimática, creando puntos calientes con temperaturas superiores a 32 °C; sus resultados

evidencian la necesidad de optimizar el diseño de invernaderos para mejorar las condiciones climáticas internas y garantizar un entorno adecuado para la floricultura; con esa investigación se sugiere explorar soluciones técnicas que mejoren la ventilación y reduzcan las desigualdades térmicas, promoviendo una mayor eficiencia en la producción de flores.

Con una mirada a la floricultura del futuro, otro aspecto clave es la innovación en el ámbito de la genética, los avances en biotecnología están desarrollando variedades de cultivos más resistentes a plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas, como la sequía o la salinidad del suelo; estas innovaciones serán cruciales en el contexto del cambio climático.

2. Sostenibilidad de los sistemas florícolas

Siguiendo con este orden, es fundamental establecer una mirada a la biodiversidad, ya que desempeña un papel fundamental en la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en general, teniendo como enfoque prometedor la integración de la biodiversidad en las prácticas agrícolas, poniendo énfasis especialmente a la polinización, el cuidado a los polinizadores, como abejas, mariposas y murciélagos, quienes son esenciales para el éxito de este proceso en numerosos cultivos.

En relación con la biodiversidad, Tenorio et al. (2022) realizaron una revisión sistemática sobre las especies del género *Opuntia* y los insectos que polinizan sus flores. Aunque la investigación no se centra exclusivamente en la floricultura, resalta la importancia de la polinización para la producción agrícola, especialmente en ambientes semiáridos. Solo el 15 % de las especies de *Opuntia* han sido estudiadas, y existe un conocimiento limitado sobre los insectos asociados. Esto evidencia un desafío significativo en la conservación de la biodiversidad y su integración en prácticas agrícolas sostenibles. Los autores concluyen que es esencial profundizar

en la ecología de la polinización para fomentar la sostenibilidad y proteger los ecosistemas que sustentan la floricultura.

De igual manera se han venido desarrollando investigaciones sobre especies locales y sus interacciones ecológicas son cruciales para fortalecer la resiliencia de los sistemas florícolas, mantener el estudio de las características adaptativas de cultivos autóctonos y sus relaciones con el entorno puede inspirar estrategias innovadoras para enfrentar desafíos del futuro, donde, el uso de plantas nativas adaptadas a climas extremos podrán servir como base para desarrollar variedades mejoradas que prosperen en condiciones difíciles, contribuyendo así a conservación de los recursos genéticos.

La conservación de la biodiversidad implica también brindar protección a los servicios ecosistémicos que ofrecen un soporte a la agricultura, continuar con una gestión integrada de plagas, basada en métodos amigables con el entorno representa un enfoque sostenible que va a incidir en la mejora la salud del suelo y la calidad del agua, promoviendo sistemas agrícolas más equilibrados.

Como parte de la sostenibilidad ambiental en las áreas dedicadas al cultivo de flores, es una prioridad creciente la mitigación del impacto de las prácticas agrícolas convencionales, se puede pensar en realizar un mayor y mejor uso de los insumos orgánicos, como compost y biofertilizantes, lo que reduce la contaminación del suelo y el agua; asimismo, las técnicas de manejo eficiente agua, como el riego por goteo, la captación de agua de lluvia o como plantea León et al. (2023), realizar un oportuno tratamiento es esencial para preservar este recurso escaso, especialmente en aquellas regiones afectadas por la sequía.

Ramírez et al. (2021) exploraron los efectos de los abonos orgánicos en suelos destinados a cultivos florícolas en el sur del Estado de México,

a través de un diseño experimental cuantitativo, analizaron diez tipos de abonos y encontraron que, sus características varían según la materia prima; sin embargo, todos mejoran las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo, esos resultados subrayan el potencial de los mismos para incrementar la sostenibilidad de la floricultura, al tiempo que mejoran la salud del suelo y reducen el uso de insumos químicos. No obstante, los autores advierten que es necesario estandarizar las características de los abonos para maximizar sus beneficios en diferentes contextos.

El cambio climático representa otro reto crucial para la floricultura. Vleminckx et al. (2023) analizaron cómo las condiciones atmosféricas cálidas y húmedas afectan la producción de flores en un bosque amazónico, a lo largo de 18 años, observaron una disminución en la producción floral debido al aumento de la temperatura nocturna y la humedad relativa; aunque este estudio se enfoca en un contexto forestal, sus hallazgos son aplicables a la floricultura, ya que las condiciones climáticas adversas pueden limitar la reproducción y el rendimiento de los cultivos, por lo que estos autores enfatizan la necesidad de investigar más a fondo los impactos del cambio climático en las plantas tropicales para desarrollar estrategias de adaptación efectivas.

Además, no se puede pensar en la floricultura del futuro sin aspirar a las certificaciones ambientales, las que están ganando relevancia como un estándar para el sector, aquí certificaciones, como GlobalGAP o Rainforest Alliance, aseguran que los productos cumplan con criterios estrictos de sostenibilidad, lo que mejora su competitividad en los mercados internacionales, con la adopción de estas prácticas, las empresas agrícolas no solo contribuyen a la conservación del medio ambiente, sino que también responden a las expectativas de consumidores cada vez más conscientes de su impacto ambiental (Ortega, 2023).

3. Economía circular, impacto socioeconómico y nuevos mercados

Por otro lado, conceptos como la economía circular se está posicionando como una estrategia clave para reducir la huella de carbono en la agricultura, mantener la reutilización de subproductos agrícolas, como restos de cultivos, en la producción de bioenergía o materiales compostables, minimiza los desechos y promueve un uso eficiente de los recursos, asimismo, la optimización de la logística y el uso de combustibles alternativos en el transporte agrícola son pasos importantes hacia la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, alineando al sector con los objetivos globales de sostenibilidad (Parra et al., 2024; Suchek et al., 2021).

El impacto socioeconómico de la floricultura es significativo, ya que proporciona empleo a millones de personas de comunidades rurales, convirtiéndose en una fuente vital de ingresos para estas poblaciones, mejorando su calidad de vida y fomentando el desarrollo económico local; a ello se pueden sumar el establecimiento de políticas que apoyan el acceso a la capacitación, financiamiento para pequeños agricultores y trabajadores como elementos esenciales para maximizar este impacto positivo.

El fortalecimiento de las condiciones laborales es otro aspecto clave para mejorar la competitividad del sector, lo que se puede desarrollar a partir de la implementación de medidas de prevención de riesgos laborales y el cumplimiento de estándares internacionales de trabajo decente no solo garantizan la seguridad de los trabajadores, sino que también mejoran la percepción de los productos agrícolas en los mercados internacionales, además, con la incorporación de tecnología en las operaciones agrícolas se puede aliviar la carga física de los trabajadores, aumentando su productividad y bienestar.

En el ámbito laboral, Valle y Reinoso, (2024) analizaron los costos asociados a la prevención de riesgos y accidentes en empresas florícolas de Ecuador, mediante una revisión bibliográfica, identificaron que la implementación de medidas preventivas, como el uso de equipos de protección personal y la capacitación continua, no solo reduce los accidentes laborales, sino que también mejora la eficiencia operativa y la competitividad empresarial; a pesar de estos beneficios, muchas empresas enfrentan desafíos económicos para adoptar estas prácticas.

Autores como Prieto, (2023) insisten en que la mejora en la sostenibilidad contribuye con la gestión ambiental y se pueden alcanzar avances significativos hacia un desempeño más equilibrado del sector empresarial, de allí que invertir en prevención es esencial no solo para proteger a los trabajadores, sino también para garantizar el futuro del sector.

Es importante también mantener mejores niveles de inversión en infraestructura rural, como carreteras y sistemas de almacenamiento, esto juega un papel fundamental en el impacto socioeconómico de la floricultura, con esas mejoras se facilitará el acceso a los mercados y reducen las pérdidas postcosecha, lo que aumenta los ingresos de los floricultores y mejora economía del sector, para garantizar el éxito de estas iniciativas es crucial la colaboración entre los sectores público y privado.

Como parte de la perspectiva de la floricultura, es necesario pensar en una diversificación de sus productos como parte de estrategias esenciales para responder a las demandas cambiantes del mercado y con ellos explorar nuevas oportunidades de negocio, implementando productos de alto valor agregado, como flores preservadas y especies autóctonas, las que han venido abriendo mercados emergentes en regiones como Asia y Medio Oriente, representando una oportunidad significativa para

los agricultores que buscan diversificar sus ingresos y acceder a consumidores con preferencias específicas.

Además, la diversificación hacia productos no tradicionales puede fortalecer la resiliencia económica de las comunidades rurales al reducir la dependencia de cultivos convencionales, la producción de alimentos funcionales, aceites esenciales y productos farmacéuticos derivados de plantas representa una oportunidad para aprovechar el potencial de la biodiversidad local y generar ingresos adicionales; este enfoque no solo fomenta el desarrollo económico, sino que también contribuye a la conservación de los recursos naturales y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles.

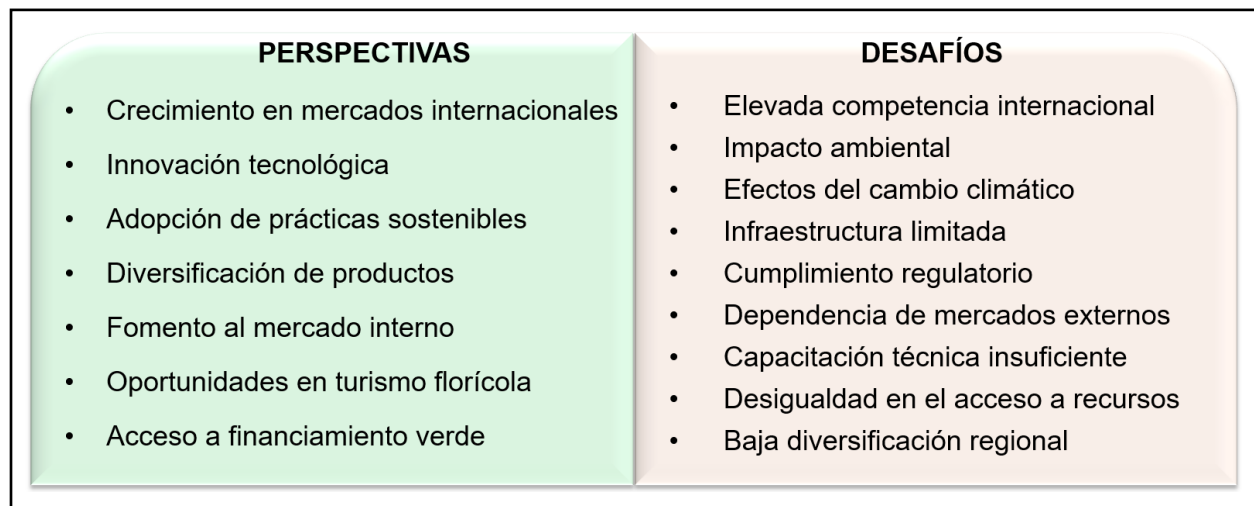
Aunque la floricultura enfrenta retos significativos, las investigaciones actuales proporcionan una base sólida para abordar estos desafíos y capitalizar las

oportunidades disponibles, la colaboración entre investigadores, productores y autoridades es crucial para promover prácticas innovadoras y sostenibles que aseguren el crecimiento del sector a largo plazo (Fig.4).

Se reconoce que el camino será complejo, a partir de los múltiples desafíos que enfrenta el sector florícola, dentro de los retos significativos, aparecen los impactos del cambio climático que alteran los ciclos productivos, las restricciones de financiamiento e infraestructura que limitan la modernización en áreas rurales, una marcada dependencia de mercados externos, unida a la competencia internacional, la preparación para el cumplimiento de las normativas ambientales y laborales imponen costos adicionales; superar estas barreras será clave para garantizar un desarrollo inclusivo, resiliente y sostenible de la floricultura en la región.

FIGURA 4

Perspectivas y desafíos de la floricultura en Latinoamérica.



CONCLUSIONES

Hacia el futuro, la floricultura se vislumbra como un sector con un posicionamiento global sólido, las perspectivas se caracterizan por la exportación de flores de alta calidad, impulsada tanto por mercados internacionales como por el creciente consumo interno, por ello, la incorporación de tecnologías innovadoras, como drones y sensores, optimizará la eficiencia de los cultivos, mientras que el fortalecimiento de prácticas sostenibles reafirmará el compromiso ambiental del sector. Además, la diversificación de productos y el turismo florícola se proyectan como pilares estratégicos que potenciarán nuevas oportunidades económicas, consolidando a la floricultura como un modelo dinámico, competitivo y alineado con los objetivos de sostenibilidad.

En el contexto latinoamericano, la floricultura enfrenta un futuro prometedor, aunque con desafíos que requieren atención, la integración de innovación tecnológica, la diversificación de mercados y el enfoque en la sostenibilidad serán esenciales para garantizar su competitividad y resiliencia a largo plazo; para liderar en la producción y exportación global, será imprescindible la colaboración entre productores, gobiernos y actores privados, promoviendo iniciativas conjuntas que potencien el impacto positivo del sector, tanto en términos económicos como sociales y ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbas, A., Zhang, Z., Zheng, H., Alami, M., Alrefaei, A., Abbas, Q., Naqvi, S., Rao, M., Mosa, W., Abbas, Q., Hussain, A., Hassan, M., & Zhou, L. (2023). Drones in Plant Disease Assessment, Efficient Monitoring, and Detection: A Way Forward to Smart Agriculture. *Agronomy*, 13(6), 1524; <https://doi.org/10.3390/agronomy13061524>.
- Alam, M., Fatima, F., Osaidullah, B., & Tariq, K. (2023). Effect of sucrose and citric acid on postharvest quality and vase life of Gerbera (cv. hybrid mix) cut flowers. *Journal of Xi'an Shiyu University*, 19 (1),383-395. <https://www.xisdjxsu.asia/V19I01-36.pdf>.
- Arrubla, W., Ojeda, A., Solano, A., Rambauth, G., Barrios, A., Cama, D., Arrabal, F., Martínez, J., Cama, A., & Manzano, F. (2022). Precision Agriculture and Sensor Systems Applications in Colombia through 5G Networks. *Sensors*, 22(19), 7295. <https://doi.org/10.3390/s22197295>.
- Arunkumar, M., Keisar, L., Chitra, R., Pazhanivelan, S., Raju, M., & Vakeswaran, V. (2024). Intercomparison of drone and conventional spraying of macro and micronutrients on growth yield and quality of Tuberose (*Agave amica* Medik.) cv. Arka Prajwal. *Plant Science Today*, 11(3):692-698.<https://doi.org/10.14719/pst.4335>.
- Ayesha, R., Hassan, I., Abbasi, N., Hafiz, I., & Khan, K. (2023). Pre-exposure impact of electromagnetic field radiation on carnation plant growth and quality cut flower production. *Pakistan Journal of Botany*, 55 (1), 367-377, [http://dx.doi.org/10.30848/PJB2023-1\(38\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2023-1(38))
- Botini, A., França, R., Cordeiro, M., Krause, W., & Silva, C. (2023). Productivity and durability of *Heliconiaceae* grown under different conditions and stored under refrigeration. *Horticulture International Journal*, 4(4):139-142. <https://doi.org/10.1590/0034-737X202269060006>
- Cuasquer, M., Loyola, O., Herrera, C., Carrillo, E., & Duque, J. (2024). Estado del Arte de la Robótica a Nivel Mundial. *Revista Veritas de Difusão Científica*, 5(3), 474–490. <https://doi.org/10.61616/rvdc.v5i3.214>
- Díaz, L., de La Torre, M., & Almeida, C. (2022). Alternativa de desarrollo local para el sector



- florícola de Cayambe, Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(5), 225-235. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3217>
- Fernández, M., & López, S. (2024). Impacto ambiental de las aplicaciones de fitosanitarios en producciones ornamentales intensivas en el partido de Moreno, provincia de Buenos Aires. *AgriScientia*, 41(1), 17–26. <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v41.n1.40921>
- González, M., Betancur, M., Arenas, C., & Ríos, J. (2024). Aportes en la dimensión social y ambiental a la floricultura en el sector de hortensias bajo un enfoque de análisis de ciclo de vida. *Lúmina* 25(1). E0049. <https://doi.org/10.30554/lumina.v25.n1.4721.2024>
- Guaita, I., Rodríguez, L., & Marques, I. (2023). Competitiveness of Ecuador's Flower Industry in the Global Market in the Period 2016–2020. *Sustainability*, 15(7), 5821. <https://doi.org/10.3390/su15075821>.
- Guamán, C., Reisancho, C., Palacios, C., Ulloa, F., & Uvidia, H. (2024). Flores y suelo: Un estudio ambiental sobre las actividades florícolas en Los Ilinizas, Cotopaxi. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8(1), 8249–8261. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9426804>
- Judickaitė, A., Lyushkevich, V., Filatova, I., Mildžienė, V., & Žūkienė, R. (2022). The Potential of Cold Plasma and Electromagnetic Field as Stimulators of Natural Sweeteners Biosynthesis in *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Plants*, 11 (5), 611 <https://doi.org/10.3390/plants11050611>
- León, J., Pavón, M., Murillo, D., León, M., Guatumillo, D., & Toroshina, J. (2023). Waste managing plan for floriculture plants. *Minerva Journal*, 4 (11), 31-40. <https://doi.org/10.47460/minerva.v4i11.126>.
- López, C., Carrillo, F., & Salazar, R. (2021). La Floricultura en la Amazonía bajo la perspectiva económica y la implementación de la Mecanización Agrícola. *Revista Científica FIPCAEC (Fomento De La investigación Y publicación científico-técnica multidisciplinaria)*, 6(1), 606-621. <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v6i1.357>
- Mebrat, S., Degwale, A., Mekonen, T., & Mebrat, A. (2022). Flower production prospects and sustainability challenges in Ethiopia: A systematic review. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1026544. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1026544>.
- Medeiros, F., & Favero, L. (2024). Aspectos da competitividade brasileira no comércio internacional da floricultura e flores de corte. *Brazilian Journal of Business*, 6(3), e72218. <https://doi.org/10.34140/bjbv6n3-020>
- Mèmonsso, P., Gbodja, H., Rodrigue, I., Guillaume, H., & Agossou, B. (2023). Challenges and opportunities existing in the floriculture industry in Africa: knowledge and future research prospects. *Bio-Research* 21(3):2705-3822. <https://doi.org/10.4314/br.v21i3.11>.
- Muñoz, C. (2023). *Análisis Comparativo de la Producción y Exportación del Sector Floricultor de Colombia Frente a Grandes Países Exportadores* [Tesis Doctoral, Universidad del Rosario]. <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/19825ee0-4406-4463-aab5-b3e3b2151db5/content>
- Ortega, L. (2023). *Evaluación de la sustentabilidad ambiental en el cultivo florícola del sector Samilpamba, parroquia Tanicuchí, provincia de Cotopaxi*. [Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/>
- Parra, B., Cruz, B., Aguirre, H., García, J., & Feregrino, A. (2024). Bioactive Compounds from Organic

- Waste. *Molecules*, 29. 10), 2243. <https://doi.org/10.3390/molecules29102243>.
- Pizetta, S., Deus, F., Paiva, P., Diotto, A., Thebaldi, M., Colodetti, T., Nascimento, A., Vieira, N., & Jaeggi, M. (2022). Post-harvest growth and longevity of ornamental sunflowers irrigated using magnetised water with different irrigation depths. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 51(4), 509–526. <https://doi.org/10.1080/01140671.2021.2019061>
- Prieto, P. (2023). Ruta de sostenibilidad para la avifauna en la floricultura de la Sábana de Bogotá. *Boletín Semillas Ambientales*, 17(1). <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/21357>
- Prieto, R. (2024). *La Agricultura Digital como un proceso de innovación para la Transformación Productiva del Sector Florícola Ecuatoriano* [Tesis de Maestría, Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/25284>
- Ramírez, M., Vázquez, S., Méndez, G., & Mejía, J. (2021). Caracterización de abonos orgánicos aplicados a cultivos florícolas en el sur del Estado de México. *CienciaUAT*, 16(1), 150–161. <https://doi.org/10.7440/res64.2018.03>
- Suchek, N., Fernandes, C., Kraus, S., Filser, M., & Sjögren, H. (2021). Innovation and the circular economy: A systematic literature review. *Business Strategy and the Environment*, 30 (8), 3686-3702. <https://doi.org/10.1002/BSE.2834>.
- Tenorio, P., Ramírez, A., Flores, J., Juan, J., & Martínez, A. (2022). A Systematic Review on *Opuntia* (Cactaceae; Opuntioideae) Flower-Visiting Insects in the World with Emphasis on Mexico: Implications for Biodiversity Conservation. *Plants*, 11(1), 131. <https://doi.org/10.3390/plants11010131>
- Upadhyaya, C., Upadhyaya, T., & Patel, I. (2022). Exposure effects of non-ionizing radiation of radio waves on antimicrobial potential of medicinal plants. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 15 (1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2022.01.009>
- Valle, J., & Reinoso, M. (2024). Revisión bibliográfica de los costos de prevención de riesgos laborales y accidentes de trabajo en las empresas florícolas del Ecuador. *MQRInvestigar*, 8(4), 4398–4426. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.4398-4426>
- Villagrán, E., Flores, J., Bojacá, C., & Akrami, M. (2021). Evaluation of the Microclimate in a Traditional Colombian Greenhouse Used for Cut Flower Production. *Agronomy*, 11(7), 1330. <https://doi.org/10.3390/agronomy11071330>
- Vlemincx, J., Hogan, J., Metz, M., Comita, L., Queenborough, S., Wright, S., Valencia, R., Zambrano, M., & Garwood, N. (2023). Flower production decreases with warmer and more humid atmospheric conditions in a western Amazonian forest. *New Phytologist*, 241 (3), 1035-1046. <https://doi.org/10.1111/nph.19388>
- Zhang, J., Trautman, D., Liu, Y., Bi, C., Chen, W., Ou, L., & Goebel, R. (2024). Achieving the Rewards of Smart Agriculture. *Agronomy*, 14(3), 452 <https://doi.org/10.3390/agronomy140304>.