



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y
AGRONEGOCIOS**

TEMA

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y COMERCIAL DE ÁCIDOS FÚLVICOS EN
LA PRODUCCIÓN DE *Rosa* sp. EN PICHINCHA – ECUADOR**

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Magister en Gestión de
Agroempresas y Agronegocios**

AUTORA: Lorena Dayana Villavicencio García

DIRECTOR: Ph.D. Telmo Fernando Basantes-Vizcaíno

ASESOR: MSc. Marcelo Albuja

IBARRA-ECUADOR

2025

DEDICATORIA

Quiero dedicar este gran logro en mi vida a todos y cada uno de quienes fueron parte de este proceso de formación profesional, en primer lugar, a Dios por siempre brindarme las fuerzas necesarias cuando las dificultades se presentaron.

Quiero dedicar este logro académico a mis padres Jesús Villavicencio y Germanía García, pero especialmente a mi hijo Daniel Mallamas que ha sido el puntal y mi soporte en el desarrollo de mi preparación académica, y a todos quienes han sido los pilares más importantes en mi educación quienes me enseñaron a no decaer fácilmente y que nadie apague mis sueños.

Dayana

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica del Norte, a la Maestría de Agroempresas y Agronegocios, por los aportes realizados para el desarrollo de la investigación realizada, de igual forma a mi director de tesis Ph.D. Fernando Basantes-Vizcaíno, por su paciencia, esfuerzo, consejos y aportes que fueron de mucha ayuda para la obtención de este gran logro en mi vida, prometo aplicar y compartir los conocimientos adquiridos con compromiso, responsabilidad y ética en servicio de la sociedad.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020
FACULTAD DE POSGRADO



Ibarra, 10 de noviembre de 2025



Dr. Jorge Gordón
Decano (e)
Facultad de Posgrado

ASUNTO: Conformidad con el documento final

Señor(a) Decano(a):

Nos permitimos informar a usted que revisado el Trabajo final de Grado EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y COMERCIAL DE ÁCIDOS FÚLVICOS EN LA PRODUCCIÓN DE *Rosa* sp. EN PICHINCHA – ECUADOR del maestrante Lorena Dayana Villavicencio García, de la Maestría de Gestión de Agroempresas y Agronegocios, certificamos que han sido acogidas y satisfechas todas las observaciones realizadas.

Atentamente,

	Apellidos y Nombres	Firma
Director	Basantes Vizcaino Telmo Fernando	 Escaneó el certificado por: TELMO FERNANDO BASANTES VIZCAINO Faltó el nombre con Firmat
Asesor	Albuja Illescas Luis Marcelo	 Escaneó el certificado por: LUIS MARCELO ALBUJA ILLESCAS Faltó el nombre con Firmat

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD	1002554929		
APELLIDOS Y NOMBRES	Villavicencio García Lorena Dayana		
DIRECCIÓN	Honduras 3-25 y Bolivia		
EMAIL	dvillavicencio62@gmail.com		
TELÉFONO FIJO		TELÉFONO MÓVIL:	0989891652
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y COMERCIAL DE ÁCIDOS FÚLVICOS EN LA PRODUCCIÓN DE <i>Rosa</i> sp. EN PICHINCHA – ECUADOR		
AUTOR:	Lorena Dayana Villavicencio García		
FECHA: DD/MM/AAAA	11/12/2025		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA POSGRADO	DE	MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y AGRONEGOCIOS	
TÍTULO POR EL QUE OPTA	MAGÍSTER EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y AGRONEGOCIOS		
DIRECTOR	Ph.D. Fernando Basantes-Vizcaíno		

2. CONSTANCIAS

El autor Lorena Dayana Villavicencio García manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 11 días del mes de diciembre del año 2025

EL AUTOR:

Firma _____

Lorena Dayana Villavicencio García

Índice de Contenido

Índice de Contenido.....	vii
Índice de Tablas	ix
Índice de Figuras	x
Índice de Anexos	x
CAPÍTULO I.....	1
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Contextualización del problema.....	1
1.2. Identificación del problema.....	3
1.3. Objetivos	4
1.4. Justificación de la investigación.....	4
CAPÍTULO II.....	6
2. MARCO REFERENCIAL	6
2.1. Cultivo de <i>Rosa</i> sp. en Ecuador	6
2.2. El paradigma de la producción intensiva de rosas en el contexto andino ecuatoriano	7
2.3. Interrelación entre los ácidos fúlvicos y las variables de producción y calidad en <i>Rosa</i> sp.....	9
2.4. Análisis de los bioestimulantes en la floricultura.....	12
2.5. Marco legal.....	17
CAPÍTULO III	21
3. MARCO METODOLÓGICO.....	21
3.1. Descripción del área de estudio.....	21
3.2. Enfoque y tipo de Investigación.....	21
3.3. Tratamientos	23
3.4. Diseño experimental.....	23
3.5. Características del experimento	24
3.6. Análisis estadístico	24
3.7. Variables evaluadas	26
3.8. Consideraciones bioéticas	29
CAPITULO IV	30
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1. Fase I: Variables de respuesta agronómica en campo	30
4.1.1. Longitud de tallo floral.....	30

4.1.2.	Diámetro de tallo floral.....	31
4.1.3.	Longitud de botón floral.....	32
4.1.4.	Porcentaje de brotación	34
4.1.5.	Porcentaje de tallos ciegos.....	35
4.1.6.	Productividad.....	36
4.1.7.	Índice de Basaleo.....	37
4.2.	Fase I: Variables de respuesta en poscosecha.....	39
4.2.1.	Porcentaje de Cabeceo en florero	39
4.2.2.	Días de vida en florero (vida útil).....	40
4.2.3.	Incidencia de Botritis.....	41
4.2.4.	Porcentaje de apertura floral.....	42
4.2.5.	Consumo de agua en florero.....	44
4.3.	Fase II: Resultados de encuesta a productores de <i>Rosa</i> sp.....	45
4.3.1.	Incremento en la calidad de las rosas	46
4.3.2.	Reducción de costos en insumos agrícolas.....	47
4.3.3.	Satisfacción del productor	48
4.4.	Análisis económico de los tratamientos	49
CAPITULO V.....		53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		53
5.1.	Conclusiones.....	53
5.2.	Recomendaciones	54
ANEXOS.....		65

Índice de Tablas

Tabla 1. Análisis mínimo de componentes de Bade's® Humifull	16
Tabla 2. Diversos cultivos y tiempos de aplicación, así como dosificación de Bade's® Humifull	17
Tabla 3. Esquema de la ADEVA en el diseño completamente al azar	24
Tabla 4. Análisis de varianza de la variable longitud de tallo (mm) de rosa Var. Ámsterdam tratados con ácidos fúlvicos a diferentes concentraciones.....	30
Tabla 5. Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo (mm) de rosa Var. Ámsterdam tratados con ácidos fúlvicos a diferentes concentraciones.....	31
Tabla 6. Análisis de varianza de la variable porcentaje de cabeceo (%) de rosa Var. Ámsterdam en florero tratados con ácidos fúlvicos a diferentes concentraciones.....	39
Tabla 7. Resultados de la encuesta a productores de Rosa sp. que utilizan ácidos fúlvicos (Bade's Humifull) en su sistema productivo.....	46
Tabla 8. Evaluación económica (USD) del efecto de cada uno de los tratamientos desarrollados en la investigación.....	50

Índice de Figuras

Figura 1. Localización geográfica del área en estudio, Provincia de Pichincha - Ecuador	21
Figura 2. Diseño completamente al azar del estudio de ácidos fúlvicos en Rosa sp.....	23
Figura 3. Longitud de botón floral (cm) por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.	33
Figura 4. Longitud de botón floral (cm) por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.	34
Figura 5. Porcentaje de tallos ciegos (%) por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.	35
Figura 6. Productividad (tallos/planta/m ²) por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.	37
Figura 7. Índice de Basaleo por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.	38
Figura 8. Días de vida en florero por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.	40
Figura 9. Porcentaje de incidencia de botritis (%) por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.	41
Figura 10. Porcentaje de apertura floral en florero (%) por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.....	42
Figura 11. Consumo de agua en florero (mm) por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.	44

Índice de Anexos

Anexo 1. Ficha técnica producto Bade's Humifull	65
Anexo 2. Formato de encuesta utilizada en la investigación	68
Anexo 3. Protocolo de simulación de vuelo para rosas de exportación	70

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y
AGRONEGOCIOS**

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y COMERCIAL DE ÁCIDOS FÚLVICOS EN
LA PRODUCCIÓN DE *Rosa* sp. EN PICHINCHA – ECUADOR”**

Autora: Lorena Dayana Villavicencio García

Director: Ing. Fernando Basantes MSc.

Año: 2025

RESUMEN

La floricultura de exportación, y en particular la producción de *Rosa* sp., constituye un pilar económico fundamental para la provincia de Pichincha, Ecuador. Sin embargo, el modelo de producción intensiva bajo invernadero ha generado una degradación progresiva de la salud del suelo, comprometiendo la sostenibilidad del sistema a largo plazo. Esta investigación conceptualiza la problemática agronómica derivada de este modelo y postula el uso de ácidos fúlvicos como una herramienta clave para mitigar dichos efectos negativos. Para lo cual se realizó un diseño completo al azar de tres dosificaciones de ácidos fúlvicos en *Rosa* sp. variedad *Ámsterdam* vía drench aplicado cada 15 días durante todo el ciclo, lo que permitió medir variables agronómicas y calidad de tallos en poscosecha. Los resultados más destacados fueron brotación en tallos del 95.5%, productividad de 10.83 tallos m⁻², índice de basaleo 40% y vida en florero de 12.13 días con dosis del T3 (25 g) mostrando significancia estadística con relación al testigo y T1(10g) y T2(15g). Como conclusiones se destaca de los ácidos fúlvicos actúan como mecanismo de acción a nivel de la rizosfera y la fisiología vegetal y su interrelación directa con las variables de calidad y productividad de rosas Var. *Ámsterdam*; como lo demuestra la encuesta realizada a los productores florícolas donde afirman que el 80% se encuentra satisfecho con los resultados de uso de ácidos fúlvicos. Por último, con los resultados logrados se busca a largo plazo mejorar la resiliencia de las plantas al estrés abiótico y, en última instancia, potenciar la competitividad del sector florícola ecuatoriano en un mercado global cada vez más exigente.

Palabras clave: *Rosa* sp., ácidos fúlvicos, bioestimulantes, salud del suelo, nutrición vegetal, floricultura, sostenibilidad.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN GESTIÓN DE AGROEMPRESAS Y
AGRONEGOCIOS**

**Agronomic and Commercial Evaluation of Fulvic Acids in the Production of Rosa
sp. in Pichincha, Ecuador**

Author: Lorena Dayana Villavicencio García

Advisor: Eng. Fernando Basantes, MSc.

Year: 2025

ABSTRACT

Export floriculture, and in particular the production of *Rosa* sp., is a fundamental economic pillar for the province of Pichincha, Ecuador. However, the intensive greenhouse production model has led to a progressive degradation of soil health, compromising the long-term sustainability of the system. This research conceptualizes the agronomic problems arising from this model and proposes the use of fulvic acids as a key tool to mitigate these negative effects. A completely randomized design was implemented with three doses of fulvic acids applied to *Rosa* sp. variety Amsterdam via drench every 15 days throughout the growing cycle. This allowed for the measurement of agronomic variables and post-harvest stem quality. The most notable results were a 95.5% stem sprouting rate, a productivity of 10.83 stems m⁻², a basal index of 40%, and a vase life of 12.13 days with dose T3 (25 g), showing statistical significance compared to the control, T1 (10 g), and T2 (15 g). In conclusion, fulvic acids act as a mechanism of action at the rhizosphere level and in plant physiology, and their direct interrelation with the quality and productivity variables of Amsterdam roses is highlighted. This is demonstrated by the survey conducted among flower growers, where 80% stated they were satisfied with the results of using fulvic acids. Finally, the long-term benefit is improved plant resilience to abiotic stress and, ultimately, enhanced competitiveness of the Ecuadorian floriculture sector in an increasingly demanding global market.

Keywords: *Rosa* sp., fulvic acids, biostimulants, soil health, plant nutrition, floriculture, sustainability.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Contextualización del problema

La producción de rosas (*Rosa sp.*) en Ecuador es una actividad agrícola de gran relevancia económica, particularmente en la provincia de Pichincha, donde las condiciones agroclimáticas favorecen el cultivo de flores de alta calidad destinadas a la exportación (García et al., 2021). Sin embargo, la competitividad de este sector depende de la implementación de nuevas tecnologías y productos que optimicen el rendimiento y la calidad de las flores. En este contexto, los ácidos fúlvicos han emergido como una alternativa prometedora debido a su capacidad para mejorar la absorción de nutrientes y la estructura del suelo, favoreciendo el desarrollo de las plantas (Mordai et al., 2024).

Los ácidos fúlvicos son compuestos orgánicos de bajo peso molecular derivados de la descomposición de materia orgánica. Su estructura química les permite actuar como agentes quelantes, facilitando la disponibilidad de micronutrientes esenciales como hierro, zinc y manganeso en el suelo (Kumar et al., 2020). En cultivos ornamentales como las rosas, su aplicación se ha asociado con una mejora en el crecimiento vegetativo, el desarrollo radicular y la resistencia al estrés abiótico, lo que podría traducirse en una mayor producción de flores con mejor calidad comercial (Schnitzer & Khan, 2018).

En estudios previos, la aplicación de ácidos fúlvicos ha demostrado efectos positivos en la fisiología de diferentes cultivos. Investigaciones realizadas en hortalizas y frutales han evidenciado un incremento en la fotosíntesis y en la eficiencia en el uso del agua, factores determinantes para el rendimiento y la calidad de los productos agrícolas (Trevisan et al., 2010). En el caso específico de flores de corte, se ha reportado que el uso de sustancias húmicas, incluyendo los ácidos fúlvicos, mejora la turgencia de los pétalos y prolonga la vida poscosecha de las flores (Cai et al., 2025).

Los ácidos orgánicos son macromoléculas orgánicas de estructura química invariable, se forman por la degradación de materia orgánica como plantas y animales por la acción de los microorganismos; dentro de estos se encuentran los ácidos fúlvicos, húmicos y polisacáridos (Guo et al., 2025). Dichos ácidos son nombrados como bioestimulantes para mejorar la rizosfera del suelo, mejoran la absorción de los elementos a través de la

disponibilidad de los nutrientes para las plantas; esto se debe a la naturaleza química, estructural y biológica de los ácidos (Tekes et al., 2025)

En la agricultura el uso de ácidos fúlvicos se ha ido mejorando con frecuencia para mejorar la calidad, microbiota y estructura del suelo, y su efecto se ha reflejado en la producción de los cultivos por la absorción de las raíces. Estos ácidos pueden ser aplicados en forma de polvo y diluidos en agua se ha obtenido resultados en la restauración de suelos degradados tomando en cuenta la dosificación y épocas de aplicación, cultivo, suelo y condiciones ambientales (Kawasaki et al., 2018).

Rocha et al., (2025) menciona que en cultivos como banano (*Musa paradisiaca*) la aplicación de ácidos fúlvicos juntamente con la fertilización química aumento el desarrollo de las plantas como altura, diámetro de pseudotallo, floración, fructificación; esto se debe a la mejor absorción de nutrientes e intercambio catiónico en el suelo.

El uso de ácidos húmicos y fúlvicos fue utilizado desde hace muchos años y en la actualidad se ha incrementado sobre todo en sistemas de producción de cultivo de flores bajo invernadero; esto se debe a los resultados positivos tanto en producción y calidad. Volotin et al., (2022) realizaron un estudio en flores de *Lilium* en donde el efecto de los ácidos húmicos y fúlvicos se evidenciaron significativamente en el color de pétalos ya que otuvieron un mejor color de las flores, mejorando así su calidad.

De acuerdo con los Swift (2018) los ácidos fúlvicos funciona como bioestimulante porque cataliza los procesos bioquímicos de las plantas, fomenta y promueve la formación de ácidos nucleicos que ayudan a la absorción y traslocación de nutrientes y por ende el desarrollo total de la planta.

En un estudio realizado por Pineda-Cotrino et al., (2022) mencionó que el uso de ácidos húmicos, fúlvicos y algas marinas con distintas combinaciones incrementaron el desarrollo de distintas variables agronómicas en un cultivo de cacao también mejoró el valor nutricional de los elementos a nivel foliar de N, P, K, Zn, Mn, Mg, Ca, Fe.

No obstante, la información sobre el impacto agronómico y comercial de los ácidos fúlvicos en la producción de *Rosa* sp. en Ecuador es limitada, lo que justifica la necesidad de estudios que evalúen su efectividad en este cultivo. La presente investigación busca analizar el efecto de estos compuestos en variables clave como el crecimiento de la planta, la calidad floral y el rendimiento comercial en la provincia de Pichincha, proporcionando

información relevante para optimizar las prácticas de manejo en la floricultura ecuatoriana.

1.2. Identificación del problema

En Ecuador la producción del cultivo de rosas es de gran interés tanto para el sector agrícola y económico desde hace varios años. Ecuador es uno de los países principales exportadores de rosas cortadas a nivel mundial. Sin embargo, este cultivo enfrenta desafíos importantes en la producción como es el manejo de cultivo y rendimiento en cuanto a calidad y cantidad de rosas (Yulan et al., 2021). Por otro lado, Knapp (2016), menciona que el rendimiento de rosas se debe a factores climáticos, gestión agrícola y comercio internacional, actualmente estos factores tienen relevancia para la industria florícola en cuanto a competitividad y optimización en la producción.

El uso de agroquímicos en la floricultura más el cambio climático, ha presentado problemas en el suelo como erosión, salinización, acidificación y contaminación química tanto de agua y aire; esto tiene impactos negativos debido al manejo ineficiente. De acuerdo con estos efectos es necesario abordar y mejorar las prácticas en el uso de agroquímicos para reducir daños adversos en el suelo, para mantener la sostenibilidad a largo plazo de la producción florícola (Nieto-Velasquez et al., 2024).

Las rosas al ser un producto perecedero requieren un proceso productivo eficaz, en el que intervienen factores ambientales, económicos y manejo integrado, los cuales se ven reflejados en el rendimiento del cultivo. El rendimiento implica tener cantidad y calidad del producto por lo que se debe realizar aplicaciones de fertilizantes, materia orgánica, ácidos húmicos y fúlvicos, enmiendas orgánicas para tener un suelo fértil y apto para la producción de rosas; esto debe ser de acuerdo con la fisiología de las plantas y condiciones del suelo (Cortés Jiménez et al., 2017).

El proceso de postcosecha y transporte para la exportación de rosas presentan un problema que reside en la pérdida de la calidad y por efecto la disminución de la vida útil de las rosas, lo cual tiene impacto directo con la satisfacción del consumidor final; estudios realizados revelan que hasta un 30% de las rosas pierden la calidad durante procesos anteriormente mencionados, lo que representa una pérdida económica (Streck et al., 2025).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar agrónomica y comercialmente la aplicación de ácidos fúlvicos en la producción de *Rosa* sp. en Pichincha – Ecuador

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características agronómicas en *Rosa* sp. Var. Ámsterdarm mediante la aplicación de ácidos fúlvicos.
- Analizar los parámetros de calidad poscosecha en *Rosa* sp. Var. Ámsterdarm mediante la aplicación de ácidos fúlvicos.
- Establecer el análisis económico de los tratamientos en estudio y su aceptación en el mercado comercial del sector florícola.

1.4. Justificación de la investigación

En la actualidad el mercado internacional tiende a adquirir flores bajo producción orgánica, con menor presencia de productos contaminantes; manteniendo la calidad y rentabilidad de las rosas a través de tecnologías amigables con el medio ambiente por ejemplo el uso de abonos orgánicos (Gameli et al., 2018). El uso de ácidos orgánicos incrementa la estabilidad de los agregados del suelo además fomentan el desarrollo radicular; esto se debe a la interacción de los ácidos húmicos y fúlvicos con factores climáticos y biológicos (González et al., 2018)

La producción de rosas (*Rosa* sp.) de alta calidad demanda prácticas agrícolas que optimicen el uso de insumos sin comprometer la sostenibilidad del ecosistema. En este contexto, la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos representa una estrategia agronómica clave para mejorar la fertilidad del suelo y potenciar el desarrollo vegetal (Gameli et al., 2018). Estos compuestos orgánicos desempeñan un papel crucial en la nutrición complementaria del cultivo, ya que optimizan las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, permitiendo una mejor absorción de macro y micronutrientes esenciales.

Desde una perspectiva agronómica, la incorporación de ácidos fúlvicos en los sistemas productivos de rosas favorece la disponibilidad de nutrientes al actuar como agentes quelantes, facilitando su asimilación por las raíces y promoviendo el equilibrio nutricional del cultivo (López Nataret et al., 2022). Este efecto se traduce en una mejora visible del crecimiento de la planta, reflejada en un mayor diámetro del tallo, una estructura foliar más vigorosa y botones florales bien definidos, atributos esenciales en la floricultura de exportación, donde la calidad del producto determina su competitividad en el mercado.

Además de su impacto en la fisiología de la planta, los ácidos húmicos y fúlvicos contribuyen a la sostenibilidad del cultivo al mejorar la estructura del suelo, aumentar la retención de agua y estimular la actividad microbiana beneficiosa (Gameli et al., 2018). Esto es particularmente relevante en un contexto donde la sobreexplotación de suelos agrícolas y el uso intensivo de fertilizantes químicos han generado problemas de degradación y contaminación ambiental. Al promover un manejo racional de los fertilizantes, los ácidos fúlvicos optimizan su eficiencia, reduciendo la lixiviación de nutrientes y minimizando el impacto ambiental de la producción de rosas (Martínez-Martínez et al., 2024).

En este sentido, su implementación no solo responde a una necesidad agronómica, sino también a una demanda global por prácticas agrícolas más sostenibles. La floricultura ecuatoriana, reconocida internacionalmente por la calidad de sus rosas, puede aprovecharse significativamente, ya que la aplicación de estos compuestos orgánicos, pueden beneficiar tanto, a grandes como pequeños productores florícolas del país; particularmente a la provincia de Pichincha, logrando un equilibrio entre productividad, calidad y responsabilidad ambiental.

Por ello, este estudio y su aplicación en los sistemas productivos del cultivo de *Rosa* sp. representa una alternativa viable para los procesos de bioestimulación y fertilización controlada, garantizando cosechas de alto valor comercial y un manejo más eficiente de los recursos naturales con beneficios tales como el acceso a mercados mayormente competitivos.

CAPÍTULO II

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Cultivo de *Rosa* sp. en Ecuador

La rosa o como se le conoce universalmente “La Reina de las Flores” es una de las flores más antiguas del mundo, ya que, ha sido mencionada desde hace más de 4000 años, siendo una de las más populares e importantes plantas ornamentales por sus atractivos colores, fragancia y elegancia de formas (Rodríguez, 2022).

Las rosas en el Ecuador se encuentran dentro de los principales productos no petroleros tradicionales de la balanza comercial, desde el año 1980 que se inició con el cultivo y producción de flores, cuando empresarios y grupos económicos influyentes del Ecuador analizaron al cultivo, dándose cuenta de que la producción de flores iba a ser un negocio muy lucrativo al contar con un subtipo de clima tropical caracterizado por temperaturas altas y abundantes lluvias durante todo el año, permitiendo al país tener las perfectas condiciones para el cultivo de rosas (Del Río Vanegas, 2022).

2.1.1. Importancia económica del cultivo de rosa sp. en Ecuador

Durante años, las rosas han sido uno de los cultivos más importantes en la industria de la floricultura en el mundo. Según Expoflores (2023), en la actualidad hay una amplia variedad de flores ecuatorianas que se exportan a nivel mundial, las flores que más se destacan son las rosas abarcando el 83%, flores transitorias abarcan el 4%, gypsophila con el 6%, hypericum con 2% y otras flores con el 5%, las cuales son altamente valoradas en los mercados internacionales debido a su belleza y calidad excepcionales. También, la actividad de producción de rosas ayuda a construir un marco de exportación del cultivo, por lo cual, el Ecuador se ubica en el tercer lugar del mayor exportador con una participación en exportaciones globales del 10% (Poveda, 2021).

La industria floricultora se ubica directamente en la región Sierra, donde las empresas que más producen flores se encuentran en las siguientes provincias: Pichincha cubre 68% y Cotopaxi cubre 15%, siguiéndole Imbabura con 5%, Carchi con el 4% y Guayas con 3% (Corporación Financiera Nacional [CFN], 2023).

Por tal razón, el cultivo comercial de rosas se sustenta en la emisión constante o periódica de nuevos brotes que rejuvenecen el cultivo. Haciendo que las hectáreas de producción aumenten cada vez más como es el caso del año 2021, que aumentó al 73% de la extensión cultivada, dando un total de 4 500 hectáreas destinadas a la producción de plantas ornamentales (Rivera-Mosquera, 2017).

Consecuentemente, el sector floricultor tiene un efecto dinámico en la economía del país, ya que, Según CFN (2023), el sector florícola en el año 2021 incrementó un 16% la producción nacional de flores y en el 2022 registró un ingreso de \$567.43 millones del valor agregado bruto equivalentes a un 62% reportado en todo el año del 2021, lo que representa una participación del 0.83% sobre el PIB total, en ventas registrando \$728 millones equivalentes a un 65% del total registrado y en exportaciones un 43%. Desde principios del 2022 hasta el 2024 cuenta con 99 exportaciones a diferentes países, teniendo una participación del 74% y un ingreso del \$733 millones en las exportaciones de flores del país, liderando con un 83% como una de las especies más productoras y un 80% en la superficie más cosechada a nivel nacional (CFN, 2023).

Además, el cultivo de rosas se ha convertido en un generador de empleos, siendo trabajadores mayoritariamente mujeres del sector rural, por lo que, se menciona como la principal fuente de ingresos económicos para las familias campesinas de la sierra ecuatoriana (Ferrás-Negrín et al., 2024).

2.2. El paradigma de la producción intensiva de rosas en el contexto andino ecuatoriano

La industria florícola ecuatoriana, concentrada en gran medida en la provincia de Pichincha, se ha posicionado como un referente mundial por la calidad excepcional de sus rosas (*Rosa* sp.). Las condiciones agroecológicas de la región, caracterizadas por una alta radiación solar ecuatorial, altitudes que superan los 2,800 m.s.n.m. y suelos de origen volcánico (andosoles), confieren a las flores características organolépticas únicas, como tallos largos y robustos, botones de gran tamaño y colores intensos (Coaguila-Rodriguez et al., 2025). Sin embargo, para mantener los altos estándares de productividad y calidad que exige el mercado internacional, se ha instaurado un modelo de producción intensivo, fundamentado en el monocultivo, altas densidades de siembra, y un uso elevado de fertilizantes sintéticos y agua de riego (Vaca-Cárdenas et al., 2025).

Este paradigma productivo, si bien ha sido económicamente exitoso a corto plazo, ha comenzado a manifestar síntomas de insostenibilidad. La aplicación continua de sales fertilizantes ha provocado la salinización y acidificación del suelo, la compactación y la pérdida de estructura, así como una drástica reducción de la actividad biológica en la rizosfera (Manilla et al., 2023). Fenómenos como el "cansancio del suelo" o "fatiga de suelo" se han vuelto recurrentes, manifestándose en una menor eficiencia en la absorción de nutrientes, una mayor susceptibilidad a patógenos radiculares y, consecuentemente, una disminución en el vigor y la calidad de las plantas. En este contexto, la comunidad científica y los productores buscan alternativas que permitan transitar hacia un modelo más resiliente y sostenible, sin sacrificar la productividad. Es aquí donde los bioestimulantes vegetales, y específicamente las sustancias húmicas como los ácidos fúlvicos, emergen como una tecnología prometedora (Hur & Lee, 2011).

2.2.1. Conceptualización de los ácidos fúlvicos como bioestimulantes agronómicos

Los bioestimulantes vegetales se definen como sustancias o microorganismos que, aplicados a las plantas o a la rizosfera, estimulan los procesos naturales para mejorar la absorción de nutrientes, la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés abiótico y la calidad de los cultivos, independientemente de su contenido de nutrientes (Solano et al., 2024). Dentro de esta categoría, las sustancias húmicas, derivadas de la descomposición de la materia orgánica, son uno de los grupos más estudiados. Estas se clasifican en tres fracciones: huminas (insolubles), ácidos fúlvicos (solubles en pH alcalino) y ácidos fúlvicos (solubles en todo el rango de pH).

Los ácidos fúlvicos son la fracción más activa biológicamente debido a su bajo peso molecular y alta densidad de grupos funcionales carboxílicos y fenólicos (Cai et al., 2025). Estas características les confieren propiedades fisicoquímicas únicas que se traducen en múltiples beneficios agronómicos:

- *Acción sobre el suelo y la rizosfera:*

La solubilidad de los ácidos fúlvicos en un amplio rango de pH les permite moverse libremente en la solución del suelo, actuando directamente en la interfaz suelo-raíz. Su principal mecanismo de acción es la quelación de cationes. Los grupos carboxilo y fenolato actúan como ligandos que se unen a micronutrientes metálicos como el hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn) y cobre (Cu), formando complejos organometálicos

estables y solubles (Maffia et al., 2025). En los suelos andosoles de Pichincha, que a menudo presentan un pH ligeramente ácido y un alto contenido de fosfatos que pueden inmovilizar micronutrientes, esta acción quelante es fundamental. Al mantener los micronutrientes en una forma biodisponible, los ácidos fúlvicos previenen su precipitación y antagonismo, asegurando un suministro constante a la planta y corrigiendo deficiencias nutricionales que afectan directamente la fotosíntesis y la síntesis de pigmentos.

- *Acción directa sobre la fisiología vegetal:*

Más allá de su rol en el suelo, se ha demostrado que los ácidos fúlvicos son absorbidos por las raíces y pueden influir directamente en el metabolismo de la planta. Se ha postulado un "efecto tipo auxina" que promueve la rizogénesis, es decir, la formación de raíces laterales y pelos absorbentes (Maffia et al., 2025). Un sistema radicular más desarrollado y eficiente se traduce en una mayor capacidad de exploración del suelo, optimizando la absorción de agua y nutrientes, lo cual es vital en un cultivo de alta demanda como la rosa.

A nivel celular, los ácidos fúlvicos pueden modular la actividad de enzimas clave, como la H⁺-ATPasa de la membrana plasmática, que energiza el transporte de iones hacia el interior de la célula (Nabi et al., 2025). Esto no solo mejora la eficiencia en el uso de nutrientes (EUN), sino que también participa en la regulación del potencial hídrico y la turgencia celular. Asimismo, se ha reportado que su aplicación puede mitigar los efectos del estrés abiótico (e.g., salinidad, estrés hídrico) al inducir la acumulación de osmolitos compatibles y activar sistemas de defensa antioxidante en la planta (Flores & Espinoza (2025).

2.3. Interrelación entre los ácidos fúlvicos y las variables de producción y calidad en *Rosa* sp.

El objeto de estudio, sobre la producción de *Rosa* sp. en Pichincha, se evalúa mediante un conjunto de variables agronómicas y comerciales. La aplicación de ácidos fúlvicos tiene el potencial de influir positivamente en cada una de ellas, estableciendo una relación causa-efecto que justifica una investigación rigurosa.

2.3.1. Impacto en el desarrollo vegetativo y la productividad:

Un sistema radicular robusto y una nutrición mineral optimizada, promovidos por los ácidos fúlvicos, se manifestarían en un mayor vigor vegetativo. Se esperaría un incremento en la tasa de emisión de nuevos brotes basales, un aumento en la longitud y el diámetro de los tallos florales –parámetros de calidad primordiales en el mercado de exportación– y un mayor índice de área foliar (IAF). Un IAF más denso, con hojas de un verde más intenso (indicativo de mayor contenido de clorofila gracias a una mejor asimilación de Fe y Mg), potenciaría la capacidad fotosintética de la planta, generando más fotoasimilados para el desarrollo de flores de alta calidad (Thokar et al., 2022). La hipótesis central es que los ácidos fúlvicos no actúan como un fertilizante tradicional, sino como un catalizador que mejora la eficiencia con la que la planta utiliza los nutrientes ya presentes en el suelo o aplicados vía fertirriego.

2.3.2. Influencia en la calidad floral y la vida postcosecha:

La calidad de una rosa no se limita a la longitud de su tallo. El tamaño del botón floral, la intensidad y uniformidad del color de los pétalos, y la vida en florero (postcosecha) son determinantes para su valor comercial. La acción quelante de los ácidos fúlvicos sobre micronutrientes como el manganeso y el boro es crítica para la síntesis de pigmentos (antocianinas) y la integridad estructural de los tejidos florales (Vera-Maldonado et al., 2024). Una nutrición balanceada, particularmente en calcio (Ca), cuya movilidad en la planta es limitada, puede ser mejorada por los ácidos fúlvicos, resultando en paredes celulares más fuertes y una menor incidencia de desórdenes fisiológicos como el "bent neck" (cuello doblado) y una mayor turgencia de los pétalos. Esto, a su vez, se traduciría directamente en una mayor vida en florero, un atributo altamente valorado por los importadores y consumidores finales.

2.3.3. Sinergias con el manejo integrado de la nutrición:

El uso de ácidos fúlvicos no debe ser visto como una práctica aislada, sino como un componente integral de un programa de manejo nutricional sostenible. Su capacidad para complejar nutrientes puede reducir las pérdidas por lixiviación de nitratos y la fijación de fosfatos, permitiendo potencialmente una reducción en las dosis de fertilizantes sintéticos aplicados (Qi Chen et al., 2022). Esto no solo representa un ahorro económico para el

productor, sino que también conlleva un beneficio ambiental significativo al disminuir la carga de nutrientes en los efluentes de los sistemas de riego.

A pesar del sólido marco conceptual que respalda los beneficios de los ácidos fúlvicos, existe una brecha de conocimiento significativa en su aplicación específica para la producción de *Rosa* sp. bajo las condiciones edafoclimáticas de la sierra ecuatoriana. La mayoría de los estudios se han centrado en cultivos hortícolas o extensivos en otras latitudes. La problemática de investigación se centra, por tanto, en la siguiente pregunta: ¿Cuál es el efecto agronómico y comercial de la aplicación de diferentes dosis y frecuencias de ácidos fúlvicos sobre los parámetros de productividad y calidad de variedades comerciales de *Rosa* sp. cultivadas en los andosoles de Pichincha?

La justificación para abordar esta pregunta es multifactorial:

- Económica: La optimización del uso de fertilizantes y la mejora en la calidad y el rendimiento de las flores pueden incrementar la rentabilidad y la competitividad de las fincas florícolas.
- Ambiental: La transición hacia prácticas que mejoren la salud del suelo, reduzcan la dependencia de insumos sintéticos y minimicen el impacto ambiental es una necesidad imperativa para la sostenibilidad a largo plazo del sector.
- Técnica: La generación de protocolos de aplicación validados científicamente (dosis, momento, método de aplicación) proporcionará a los productores una herramienta confiable para mejorar su manejo agronómico.

La conceptualización del uso de ácidos fúlvicos en la producción de *Rosa* sp. en Pichincha trasciende la idea de un simple insumo agrícola. Representa un enfoque biotecnológico que aborda la raíz del problema de la degradación del suelo en sistemas de alta intensidad. Al actuar como quelantes de nutrientes, estimuladores del desarrollo radicular y moduladores del metabolismo vegetal, los ácidos fúlvicos tienen el potencial de desacoplar la alta productividad de la degradación ambiental. La investigación empírica y cuantitativa es el paso ineludible para transformar este potencial teórico en protocolos prácticos y validados, que permitan fortalecer la sostenibilidad y el liderazgo de la floricultura ecuatoriana en el escenario mundial. La evaluación agronómica y comercial de esta tecnología no es solo una oportunidad, sino una necesidad estratégica para el futuro del sector.

2.4. Análisis de los bioestimulantes en la floricultura

Los bioestimulantes, y en particular las sustancias húmicas como los ácidos fúlvicos (AF), se presentan como una alternativa técnica y biológicamente congruente. La literatura científica de la última década ha consolidado un consenso general sobre sus beneficios potenciales. Sin embargo, como investigador con experiencia en la transferencia de tecnología al campo, sé que la distancia entre un resultado prometedor en un artículo y su implementación exitosa y rentable es abismal. El propósito de este documento no es reiterar el optimismo, sino deconstruirlo críticamente, analizar sus fundamentos, exponer sus contradicciones y, a partir de ahí, trazar un camino de investigación que sea verdaderamente relevante para el productor de rosas en Pichincha.

2.4.1. Fundamentos del potencial de los ácidos fúlvicos

Antes de adentrarnos en la crítica, es esencial establecer el marco conceptual sobre el que se asienta el interés en los AF. La evidencia científica reciente ha solidificado la comprensión de sus múltiples mecanismos de acción. A nivel del suelo, su rol como agente quelante es indiscutible. La capacidad de sus grupos funcionales (carboxílicos, fenólicos) para formar complejos estables con cationes metálicos como Fe^{2+} , Zn^{2+} y Mn^{2+} , previene su precipitación y los mantiene biodisponibles en la solución del suelo (Thokar et al., 2022). Esto es particularmente relevante en los andosoles de Pichincha, conocidos por su alta capacidad de fijación de fosfatos, que a su vez puede inmovilizar micronutrientes esenciales.

Más allá del suelo, la hipótesis de una acción fisiológica directa ha ganado una tracción considerable. Estudios moleculares sugieren que los AF pueden modular la expresión de genes relacionados con el transporte de nutrientes y la respuesta al estrés. Por ejemplo, se ha documentado un "efecto tipo auxina" que promueve la rizogénesis a través de la estimulación de la H^+ -ATPasa de la membrana plasmática, un motor iónico crucial para la elongación celular y la absorción de nutrientes (Maffia et al., 2025). Este doble rol —mejorador del suelo y modulador fisiológico— constituye la base del consenso científico sobre su potencial como bioestimulantes.

No obstante, lo anterior, una lectura de la literatura revela un panorama mucho más complejo y menos unívoco. El consenso se vuelve frágil cuando se examinan los detalles empíricos y las metodologías empleadas.

2.4.2. El dilema de la causa-efecto en el uso de biestimulantes

Una de las principales controversias radica en discernir el peso relativo de los efectos directos (fisiológicos) frente a los indirectos (mediados por el suelo). Por un lado, trabajos como los de Nabi et al., (2025) en cultivos hortícolas demuestran, en condiciones hidropónicas (sin suelo), que los AF absorbidos por la raíz pueden inducir cambios metabólicos medibles, apoyando firmemente la teoría de la acción directa. En contraste con lo postulado por esta línea de investigación, autores como Aguirre-Pérez et al. (2023), trabajando con sistemas complejos de suelo, argumentan que el principal beneficio observable proviene de la mejora de la estructura del suelo y la estimulación de la microbiota benéfica. Según esta perspectiva, la planta simplemente responde positivamente a un mejor entorno radicular, sin que necesariamente exista una modulación hormonal directa y significativa.

Esta dicotomía no es un mero debate académico. Tiene implicaciones prácticas profundas para el cultivo de rosas. Si el efecto es primordialmente indirecto, la estrategia de aplicación debería enfocarse en aplicaciones al suelo (drench) a largo plazo para construir la salud edáfica. Si, por el contrario, el efecto fisiológico directo es dominante, aplicaciones foliares o pulsos de fertirriego en momentos fenológicos clave (e.g., brotación, formación del botón) podrían ser más eficientes. Cabe cuestionar si la mayoría de los estudios no están, en realidad, midiendo una combinación inextricable de ambos efectos, lo que dificulta enormemente la formulación de recomendaciones de manejo precisas.

Quizás la brecha más frustrante entre la teoría y la práctica es la inconsistencia en los resultados de dosis-respuesta. Mientras que algunos estudios reportan una correlación lineal positiva entre la concentración de AF y los parámetros de crecimiento (Qi Chen et al., 2022), otros encuentran una curva de tipo hormonal (hormesis), donde concentraciones bajas son estimulantes, pero dosis altas pueden volverse inhibitorias o, en el mejor de los casos, no generar beneficios adicionales (Quijia Pillajo et al., 2024).

Esta variabilidad es multifactorial. Primero, la fuente de los AF (leonardita, compost, lignito) determina radicalmente su composición molecular y bioactividad, un factor que a menudo no se caracteriza adecuadamente en los estudios (Mordai et al., 2024). Un producto derivado de leonardita puede tener un peso molecular y una distribución de

grupos funcionales diferente a uno derivado de compost de vermicompost, resultando en efectos biológicos distintos. Segundo, la respuesta es altamente dependiente del contexto edafoclimático y del genotipo del cultivo. Un andosol rico en materia orgánica puede responder de manera muy diferente a un suelo arenoso y degradado. De igual manera, una variedad de rosa como 'Freedom' puede tener una sensibilidad a los AF distinta que una 'Explorer'. Desde mi experiencia en proyectos agrícolas, la teoría de una dosis "universal" resulta difícil de implementar cuando nos enfrentamos a esta matriz de variables. Los productores necesitan curvas de calibración específicas para sus condiciones, algo que la literatura actual raramente proporciona.

2.4.3. La brecha metodológica de los bioestimulantes

Una limitación crítica de gran parte de la investigación publicada es su dependencia de ensayos a pequeña escala, en condiciones altamente controladas (macetas, cámaras de crecimiento). Si bien estos estudios son fundamentales para elucidar mecanismos básicos, su extrapolación directa a un invernadero comercial de 10 hectáreas es, como mínimo, problemático. Un informe técnico del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador (INIAP) sobre bioinsumos (Sociedad Internacional de Sustancias Húmicas, [SISH] 2025) destaca que los resultados preliminares en campo, aunque positivos, muestran una variabilidad mucho mayor y un efecto de menor magnitud que los reportados en ensayos de laboratorio, debido a la interacción con el manejo del riego, la nutrición mineral y la presión de plagas y enfermedades (Morales & Cuesta, 2023).

Además, existe un problema fundamental con la caracterización de los productos comerciales. Como señalan Roupael y Colla (2020) en su exhaustiva revisión sobre bioestimulantes, el mercado está inundado de productos con etiquetas poco claras, sin una estandarización analítica rigurosa que garantice la concentración y calidad de los AF. Un productor puede estar aplicando un producto que contiene AF, pero también ácidos fúlvicos, carbohidratos, aminoácidos y otros co-formulantes no declarados, haciendo imposible atribuir los efectos observados a un único componente. Esto convierte la elección de un producto en un acto de fe más que en una decisión técnica informada.

Finalmente, al enfocar el objeto de estudio, la escasez de investigación se vuelve alarmante. La gran mayoría de los trabajos se centran en hortalizas (tomate, lechuga) o

cereales (maíz, trigo). Los estudios específicos en *Rosa* sp. son escasos y, los que existen, rara vez se han realizado en las condiciones de alta radiación, altitud y suelos volcánicos (andosoles) de la sierra ecuatoriana. Estos factores ambientales únicos modulan la fisiología de la rosa de manera significativa, y es ingenuo suponer que las respuestas a los AF serán idénticas a las observadas en un cultivo de lechuga en el Mediterráneo. No existen, hasta donde mi revisión alcanza, estudios a largo plazo que evalúen el impacto acumulativo de los AF en la salud del suelo y la productividad de un sistema de rotación de camas de rosas, que puede durar entre 8 y 10 años.

La evidencia analizada conlleva a una conclusión matizada. El potencial de los ácidos fúlvicos como herramienta para una floricultura más sostenible es real y está fundamentado en principios bioquímicos y fisiológicos sólidos. Sin embargo, la investigación actual, si bien valiosa, es fragmentaria, a menudo contradictoria y metodológicamente desconectada de la realidad productiva a gran escala.

Considero que la principal limitación de la investigación actual es su enfoque reduccionista, que intenta aislar el efecto de los AF sin reconocer plenamente que actúan dentro de un sistema biológico complejo y dinámico (suelo-microbioma-planta-ambiente). El verdadero desafío no es solo probar que "funcionan", sino entender cómo, cuándo, dónde y por qué funcionan de manera óptima en un sistema tan específico como el de la rosa en Pichincha.

A partir de este análisis crítico, el camino a seguir se vuelve claro. El proyecto "Evaluación Agronómica y Comercial de Ácidos Fúlvicos en la Producción de Rosa sp. en Pichincha – Ecuador" se justifica precisamente por estas brechas. No se trata de replicar un estudio más en macetas, sino de diseñar una investigación que aborde directamente problemas reales.

2.4.3.1. Bade's® Humifull

Es un fertilizante orgánico con alta tasa de componentes de materia orgánica, contiene una marcada tasa de potasio y una alta tasa de ácidos húmicos y fúlvicos (Tabla 1). Teniendo un nivel muy bajo de humedad, Bade's® Humifull está en forma de polvo rápidamente soluble. Mejora la germinación de las semillas y el crecimiento de las raíces. Se recomienda iniciar la aplicación, en el caso de cultivos de campo, durante el tubérculo, el bulbo, la formación de cápsulas, el llenado del grano, las etapas de fruta y,

en el caso de las plantas ornamentales, después de la etapa de brotación y antes de los períodos de crecimiento (Turkfer Agriculture, 2019; Turkfer Agriculture, 2021).

Tabla 1. *Análisis mínimo de componentes de Bade's® Humifull*

Componentes	p/p
Materia orgánica total	85
Ácido húmico	2
Ácido fúlvico	70
Óxido de potasio en agua (K ₂ O)	14

Nota. p/p = peso/peso = concentración de los componentes en la mezcla de la solución

Fuente: (Turkfer Agriculture, 2021)

Además, por su contenido de ácido húmico y ácido fúlvico, Bade's® Humifull garantiza que los nutrientes agregados sean útiles y eviten pérdidas. Implementa esto a través de su inherente propiedad quelante. Al disolver la estructura dura dentro del suelo, asegura el crecimiento de la raíz de la planta y regula las estructuras físicas y químicas de la tierra. Mejora la permeabilidad del suelo en suelos de textura pesada y la capacidad de retención de agua en suelos de textura ligera.

Al facilitar la ingesta de nutrientes vegetales en el cuerpo de la planta, promueve la eficiencia y la calidad. Mejora la fuerza del suelo Bade's® Humifull se puede usar a través de aplicaciones de riego foliar, aspersión y goteo en todas las plantas cultivadas. Bade's® Humifull garantiza la reproducción de microorganismos beneficiosos activos en el suelo, facilitando la reducción del efecto tóxico de la fertilización excesiva y los residuos químicos y herbicidas. Bade's® Humifull debe usarse especialmente en suelos con un alto contenido de fósforo a intervalos más frecuentes. Participa en el aseguramiento de los fertilizantes que contienen nitrógeno cuando se aplican al suelo para que se adhieran al suelo (Turkfer Agriculture, 2019; Turkfer Agriculture, 2021).

Los métodos de aplicación son, en riego por aspersión en los últimos momentos del riego y dejar de rociar mientras el fertilizante está terminando. En esta aplicación, las dosis indicadas en la tabla 2, se pueden aumentar en una sola vez.

Tabla 2. *Diversos cultivos y tiempos de aplicación, así como dosificación de Bade's® Humifull*

Cultivos	Tiempo de Aplicación	Dosificación
Árboles frutales (Granada, plátano, cítricos, manzana, cereza, pera, melocotón, ciruela, albaricoque, pistacho, nuez, guinda, almendra)	Durante principios de primavera, antes de la brotación y floración.	100 - 200 gr por árbol
	En la formación de frutos	100 - 200 gr por árbol
	3 aplicaciones pueden llevarse a cabo durante el periodo en que el desarrollo de la fruta continúa.	500 - 1000 gr *
	Periodo postcosecha, antes del invierno.	150 gr por árbol
Vegetales (Tomate, Pepino, Berenjena, Pimiento, Calabacín, Guisante Verde, Frijol)	Durante el trasplante de plántulas: 250 gr se disuelven en 100 litros de agua.	500 - 1000 gr *
	Inmediatamente después de la siembra de las plántulas, junto con el agua de la línea de vida.	500 - 1000 gr *
	5 - 6 aplicaciones de precosecha junto con riego durante toda la temporada.	500 - 1000 gr *
	Después de la cosecha, antes de que se desprendan las hojas y que salgan los brotes del vino.	1 - 2 Kg *
Viñedo	En viñedos donde se realiza riego por goteo.	1 - 1.5 Kg *
	Aplicable en intervalos de 15 a 20 días después de plantar plántulas.	500 - 1000 gr *
Sandia, Melón, Fresa	Aplicable en intervalos de 15 a 20 días después de plantar plántulas	500 - 1000 gr *

Nota. Dosificación depende de cultivo con base a 200 L de agua por hectárea.

Fuente: (Turkfer Agriculture, 2021)

Por otro lado, no el producto no presenta complicaciones de residuos en la planta; sin manchas ni contaminación en las hojas, el intervalo de pre cosecha de Bade's® Humifull es de (0) días entre la última aplicación y la cosecha. Cuando se haya utilizado *Bombus terrestris* (abejorro de tierra) como polinizador en cultivos de invernadero y en exteriores, no será un problema cuando se apliquen las aplicaciones Bade's® Humifull (Turkfer Agriculture, 2019; Turkfer Agriculture, 2021).

2.5. Marco legal

La evaluación de esta investigación no ocurre en un vacío; está intrínsecamente enmarcada por un complejo andamiaje legal, tanto a nivel nacional como internacional. Este marco, lejos de ser un simple conjunto de reglas, refleja la tensión existente entre la necesidad de garantizar la seguridad y la calidad de los insumos agrícolas y el imperativo de fomentar la innovación hacia prácticas más sostenibles. A nivel internacional, el paradigma regulatorio para los bioestimulantes ha experimentado una evolución significativa. El ejemplo más claro es el Reglamento (UE) 2019/1009 del Parlamento Europeo y del Consejo, que establece un marco armonizado para los "productos fertilizantes UE". Este reglamento es revolucionario porque, por primera vez, define

legalmente a los "bioestimulantes de plantas" basándose en sus funciones y efectos alegados (e.g., mejorar la eficiencia de nutrientes, la tolerancia al estrés), en lugar de basarse únicamente en su composición (Parlamento Europeo y Consejo, 2019). Autores como Pender et al. (2024) manifiestan que este enfoque es funcional, argumentando que valida científicamente la categoría de bioestimulantes y facilita su acceso al mercado, promoviendo la agricultura sostenible.

En contraste con lo postulado por este marco europeo, la normativa ecuatoriana, gestionada por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD), opera bajo un esquema históricamente más tradicional. El "Manual de Registro de Fertilizantes, Enmiendas y Acondicionadores de Suelo de Uso Agrícola" (AGROCALIDAD, 2022) clasifica los productos principalmente por su composición y su acción sobre el suelo. Bajo esta estructura, los ácidos fúlvicos suelen ser registrados en categorías como "enmiendas orgánicas" o "acondicionadores de suelo". Cabe cuestionar si esta clasificación no subestima y limita conceptualmente el potencial del producto, ignorando su probada acción fisiológica directa sobre la planta, como ha sido documentado por (Maffia et al., 2025).

Esta discrepancia no es trivial. Desde mi experiencia en proyectos agrícolas, la teoría de un marco regulatorio que fomenta la innovación resulta difícil de implementar cuando la burocracia exige encajar un producto multifuncional en una categoría monofuncional. El proceso de registro puede obligar a los formuladores a destacar únicamente las propiedades de enmienda del suelo, omitiendo las alegaciones bioestimulantes que son, a menudo, su principal valor agregado y el foco de la investigación científica. Como señala un análisis de políticas agrícolas de la Barros-Rodríguez et al., (2020), los marcos regulatorios que no se adaptan a la velocidad de la innovación biotecnológica pueden convertirse en una barrera involuntaria para la adopción de tecnologías más sostenibles.

Además, el marco legal se extiende al ámbito de las certificaciones privadas, que actúan como una regulación de facto impulsada por el mercado. Estándares como GlobalG.A.P. o Rainforest Alliance son cruciales para el sector exportador de rosas. Estas certificaciones, si bien no regulan directamente la composición de los ácidos fúlvicos, sí promueven y auditan la implementación de Planes de Manejo Integrado de Cultivos y la salud del suelo (Global G.A.P., 2023). Por lo tanto, el uso de bioestimulantes como los

ácidos fúlvicos se alinean estratégicamente con los requisitos de estos sellos, que son indispensables para acceder a mercados premium en Europa y Norteamérica.

La evidencia sugiere que existe una asincronía regulatoria. Mientras la ciencia y los mercados internacionales avanzan hacia un reconocimiento funcional de los bioestimulantes, los marcos nacionales como el ecuatoriano todavía están en proceso de adaptación. Esta brecha crea una "zona gris" donde la innovación es posible, pero no está plenamente respaldada ni categorizada por la autoridad regulatoria. Considero que la principal limitación del marco actual en Ecuador no es que prohíba el uso de ácidos fúlvicos, sino que su rigidez categórica no permite comunicar ni validar todo su potencial agronómico.

Por lo anteriormente mencionado, los agricultores pueden llegar a percibir que estos productos simplemente como "materia orgánica cara", en lugar de herramientas biotecnológicas de precisión. La investigación propuesta, al evaluar tanto los efectos agronómicos (fisiológicos) como los comerciales (vinculados a la calidad de exportación), podría generar la evidencia local necesaria para abogar por una modernización del marco regulatorio nacional, alineándolo con las tendencias globales y las necesidades reales del sector florícola.

Por otro lado, la base legal del producto Bade's® Humifull y su ficha de datos de seguridad ha sido redactada de acuerdo al Reglamento (UE) No453/2010 de la comisión del 20 de mayo de 2010 por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 1907/2006 del parlamento Europeo y del Consejo del 18 de diciembre de 2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) n° 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) n° 1488/94 de la Comisión así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión.

La información de esta ficha de datos de seguridad del producto está basada en los conocimientos actuales y en las leyes vigentes de la Comunidad Europea y nacionales, en cuanto que las condiciones de trabajo de los usuarios están fuera de nuestro conocimiento y control. El producto no debe utilizarse para fines distintos a aquellos que se especifican,

sin tener primero una instrucción por escrito, de su manejo. Es siempre responsabilidad del usuario tomar las medidas oportunas con el fin de cumplir con las exigencias establecidas en las legislaciones (Turkfer Agriculture, 2019; Turkfer Agriculture, 2021).

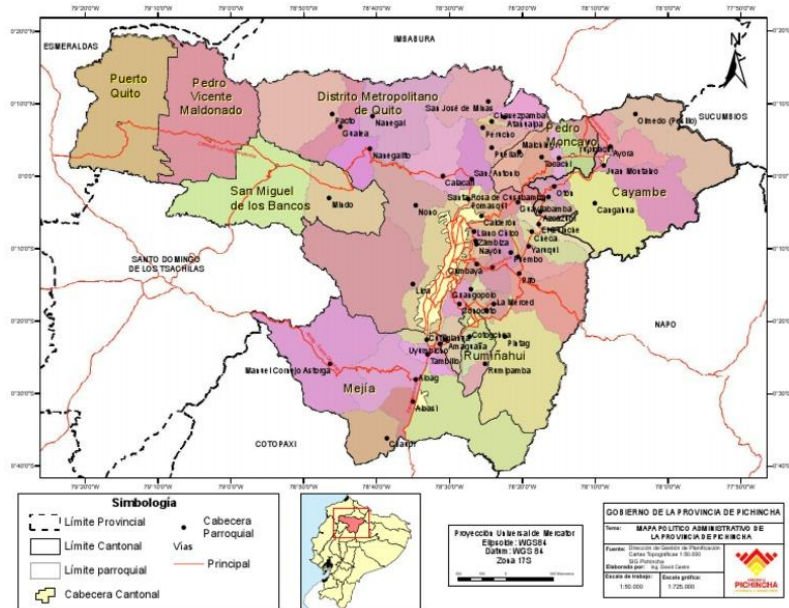
CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la región interandina y la cordillera del Ecuador, provincia de Pichincha, cantón Cayambe (Figura 1). El cantón Cayambe se encuentra ubicado sobre la línea ecuatorial al nororiente de la ciudad de Quito, sobre los 2700 m.s.n.m; con una superficie alrededor de 1198 km², que representa el 14.21% de la superficial total de la provincia de Pichincha (GADIP CAYAMBE, 2020).

Figura 1. Localización geográfica del área en estudio, Provincia de Pichincha - Ecuador



Fuente: Mapa temático provincia de Pichincha (Leon y Pazmiño, 2015)

El estudio se realizó en el cantón Cayambe, con una media de temperatura de 16°C en la Variedad Ámsterdam tipo estándar, en plantas de 5 años de producción.

3.2. Enfoque y tipo de Investigación

La presente investigación planteó dos fases: la primera con un enfoque experimental de campo, orientado a la evaluación de parámetros agronómicos mediante variables cuantificables, lo que permitió obtener datos objetivos sobre el comportamiento del cultivo de *Rosa sp.* ante la aplicación del producto Bade's Humifull. Este enfoque

experimental permitió el análisis riguroso de los efectos del tratamiento en el desarrollo fenológico y fisiológico de las plantas, proporcionando evidencia científica sobre su impacto en el rendimiento y calidad de la producción floral (Cai et al., 2025). Estudios previos han demostrado que el uso de bioestimulantes en la floricultura puede mejorar significativamente el crecimiento y la calidad de las flores, debido a su influencia en la absorción de nutrientes y en la actividad enzimática de las plantas Salazar-Cerezo et al., 2018).

La segunda fase de manera complementaria, la investigación integró un enfoque descriptivo-analítico, donde se evaluó la percepción y aceptación del producto en 50 fincas productoras de rosas. Para ello, se llevó a cabo un proceso de recolección de información basado en encuestas estructuradas, aplicadas a una muestra representativa de 50 productores. Estas encuestas se diseñaron con preguntas abiertas y cerradas, así como ítems tipo batería, con el objetivo de recopilar datos sobre la experiencia de los productores respecto a los beneficios económicos y productivos derivados del uso de Bade's Humifull (Solano et al., 2024). En este sentido, investigaciones previas han señalado que la adopción de insumos agrícolas innovadores depende no solo de sus efectos en el rendimiento, sino también de la percepción de los agricultores sobre su costo-beneficio y viabilidad de aplicación en campo (Pineda-Cotrino et al., (2022).

Este enfoque dual permite obtener una visión integral del impacto del producto, combinando datos empíricos sobre su efectividad agronómica con información cualitativa sobre su aceptación en el mercado florícola. Así, los resultados de la investigación no solo contribuirán a la validación científica del producto, sino que también ofrecerán insumos valiosos para el desarrollo de estrategias comerciales y de posicionamiento en el sector (Cacuango, O. 2024; Flores et al., 2025).

Fase 1: Diseño experimental de campo

A continuación, se describen los factores que intervinieron en la experimentación de campo, los tratamientos empleados, el diseño experimental, el análisis estadístico para los resultados y aquellas variables para su posterior análisis. Para esto se utilizó el producto Bade's® Humifull (ficha técnica) (Ver Anexo 1) con una dosificación de 2-3 kg ha⁻¹ (Turkfer Agriculture, 2019; Turkfer Agriculture, 2021).

3.3. Tratamientos

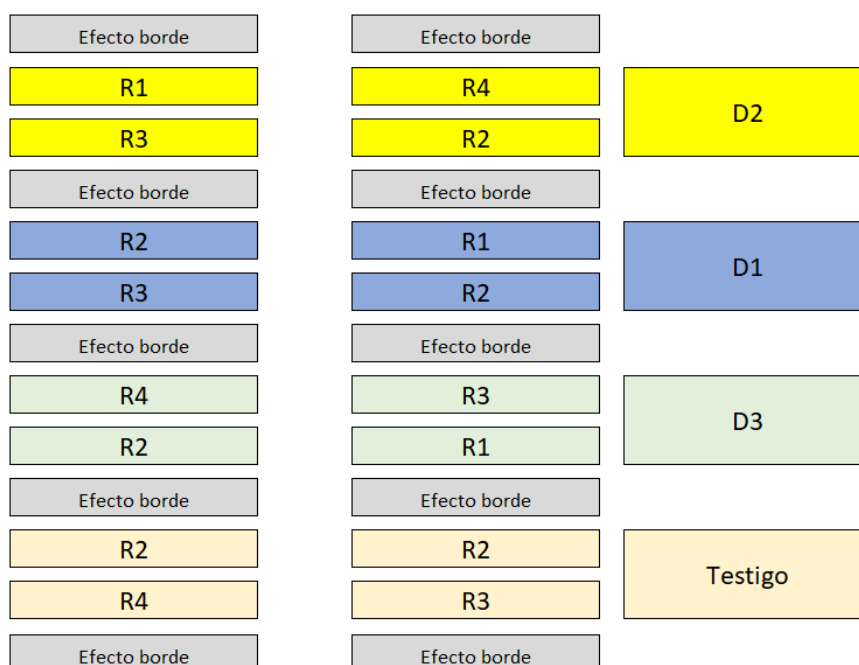
A continuación, se presentan los tratamientos empleados en la investigación diferenciándose en la dosificación del Bade's® Humifull: 4 niveles de dosificación expresada en gramos (g) de ácidos fúlvicos aplicados en 50 L de agua por cama de *Rosa* sp. en drench efectivo al suelo:

- 0 g: (Testigo)
- 10 g: Tratamiento 1
- 15 g: Tratamiento 2
- 25 g: Tratamiento 3

3.4. Diseño experimental

El diseño empleado en la investigación fue completamente al azar (DCA), a continuación, se presenta la Figura 2, mostrando la distribución de las unidades experimentales y diferentes tratamientos en el lote:

Figura 2. *Diseño completamente al azar del estudio de ácidos fúlvicos en Rosa sp.*



Nota 1. Se presentan 4 tratamientos, tratamiento Testigo (0 g), Tratamiento 1 (10 g), Tratamiento 2 (15 g) y Tratamiento 3 (25 g), cada uno de ellos con 4 unidades experimentales etiquetados como R1, es decir repetición y el número correspondiente.

Nota 2: R= Repetición; D=Dosis

3.5. Características del experimento

Algunas de las principales características del área de la investigación tomadas en cuenta se mencionan a continuación:

- Número de plantas de rosa por cama: 530
- Número de unidades experimentales: 16
- Número de tallos por tratamiento: 200
- Número de repeticiones por tratamiento: 4

3.6. Análisis estadístico

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó el programa estadístico INFOSTAT versión 2020, para analizar los descriptores agronómicos se realizó el uso de las pruebas de medias LSD Fisher haciendo referencia a un 5% de significancia, de acuerdo con el esquema del ADEVA en la Tabla 3.

Tabla 3. *Esquema de la ADEVA en el diseño completamente al azar*

Fuentes de variación	Cálculo (GL)	Grados de libertad (GL)
Tratamientos	$(4)-1$	3
Error experimental	$((4)(4)-3)$	13
Total	$(4)(4) - 1$	16

Fase 2: Encuesta a productores florícolas

Para la realización de la encuesta se definió 50 fincas florícolas por conveniencia donde se realizó una encuesta estructurada a productores y jefes de finca, para levantar información referente a los beneficios del producto Bade's® Humifull para lo cual se hicieron visitas periódicas a las fincas de la provincia de Pichincha cantones Cayambe y Pedro Moncayo principalmente, con el fin de recopilar información respecto a la comercialización y beneficios productivos y económicos, así como rentabilidad de producto en el mercado.

Para esto se realizó el siguiente esquema:

- **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las encuestas estructuradas (Ver Anexo 1) fueron aplicadas a una muestra de 50 productores de rosas en fincas seleccionadas. Se emplearon preguntas abiertas y cerradas, así como ítems tipo batería con escalas de Likert (por ejemplo, de 1 a 5, donde 1 representa "nada beneficioso" y 5 "altamente beneficioso"). La recolección de datos se realizó de manera presencial y digital para asegurar una mayor representatividad de las respuestas.

Para facilitar el procesamiento, las respuestas se codificaron de la siguiente manera:

Preguntas cerradas: Se asignará un valor numérico a cada opción de respuesta. Por ejemplo, en escalas de Likert, el nivel de satisfacción se clasificará de 1 a 5.

Preguntas abiertas: Se realizará un análisis cualitativo, agrupando las respuestas en categorías temáticas mediante la técnica de análisis de contenido.

- **Técnicas de análisis y procesamiento de datos**

Los datos fueron organizados en una base de datos utilizando software estadístico como SPSS, Excel o R. Se emplearon herramientas de estadística descriptiva para calcular frecuencias, promedios, desviaciones estándar y distribuciones porcentuales.

- **Análisis e interpretación de resultados**

Se aplicaron métodos cuantitativos y cualitativos para interpretar la información obtenida:

Análisis descriptivo: Se identificó tendencias en la percepción de los beneficios económicos y productivos del producto.

Análisis de correlación: Se exploró la relación entre variables como la experiencia del productor, el tiempo de uso del producto y su nivel de satisfacción.

Visualización de datos: Se presentó los resultados mediante tablas, gráficos de barras y diagramas circulares para una interpretación clara y efectiva.

Esta metodología permitió obtener información estructurada sobre el impacto de los ácidos fúlvicos en la productividad y comercialización de rosas, facilitando la toma de decisiones estratégicas en el sector florícola.

3.7. Variables evaluadas

Para evaluar el impacto del producto Bade's Humifull en la producción de *Rosa sp.*, se seleccionaron y marcaron 20 tallos de rosa al inicio del ensayo en la variedad *Ámsterdam*. La aplicación de los ácidos fúlvicos se realizó con el producto comercial Bade's Humifull a dosis de 2,5 kg ha⁻¹ de donde se suministró via drench del producto en sus diferentes dosis (Testigo, T1, T2, T3) cada 8 días y en una dosis de 40 litros de agua por cama de rosas Var, *Ámsterdam* (edad plantas: 5 años), esto se llevó a cabo por un tiempo de 90 días (ciclo Var. *Ámsterdam*).

Se cortaron (pinch) 20 tallos al azar por cama para proceder al señalamiento mediante indicadores de colores o marcadores para tener en cuenta las variables en estudio. Las mediciones de las variables se realizaron cada 8 días previamente establecidos, utilizando herramientas de precisión para asegurar la confiabilidad de los datos. El ensayo tuvo dos fases la primera desarrollada para medir variable en campo y la Fase II, netamente parámetros medidos en florero o poscosecha, donde se realizó el protocolo de simulación de viaje (Ver Anexo 2) para su evaluación posterior.

A continuación, se describe la metodología para la toma de cada variable:

- **Longitud de tallo (cm)**

Se midió desde la base del tallo hasta la inserción del botón floral utilizando una cinta métrica flexible de precisión milimétrica. Se tomó tres mediciones por semana (cada ocho días) para registrar el crecimiento del tallo a lo largo del ciclo productivo (95 días).

- **Diámetro del tallo (mm)**

Se midió con un calibrador digital a 10 cm de la base del tallo, asegurando la perpendicularidad del instrumento para obtener una lectura precisa. Se registró el valor en milímetros (mm) y se promediaron los datos de los 20 tallos evaluados.

- **Longitud del botón floral (cm)**

Se midió desde la base del cáliz hasta el ápice del botón floral con un calibrador o regla milimetrada. Esta variable es fundamental para evaluar el impacto del producto en el desarrollo floral y la calidad comercial de la flor.

- **Porcentaje de brotación (%)**

Se contabilizaron el número de brotes nuevos emitidos en los 20 tallos seleccionados. El cálculo se realizó con la siguiente ecuación 1:

$$\text{Porcentaje de brotación} = \left(\frac{\text{Número de tallos con brotes nuevos}}{\text{Total de tallos evaluados}} \right) \times 100 \quad (1)$$

- **Porcentaje de tallos ciegos (%)**

Se determinó el registro de los tallos que no presenten botón floral al final del ciclo de desarrollo. Se calculó mediante la ecuación 2:

$$\text{Porcentaje de tallos ciegos} = \left(\frac{\text{Número de tallos sin brotes nuevos}}{\text{Total de tallos evaluados}} \right) \times 100 \quad (2)$$

- **Productividad (tallos/m²)**

Se determinó contando el número de tallos cosechados por metro cuadrado en cada parcela experimental. Este indicador permitió evaluar el rendimiento del cultivo bajo la aplicación del producto Bade's Humifull.

- **Índice de basaleo**

Este indicador midió la relación entre el número de tallos productivos y los brotes basales emergentes en la planta. Se calculó mediante la siguiente ecuación 3:

$$\text{Índice de basaleo} = \left(\frac{\text{Número de brotes basales emergentes}}{\text{Total de tallos evaluados}} \right) \times 100 \quad (3)$$

Las mediciones fueron registradas en fichas de campo y posteriormente analizadas con herramientas estadísticas para evaluar la influencia del tratamiento en el desarrollo agronómico y comercial del cultivo de rosas.

Para evaluar la calidad poscosecha de *Rosa sp.*, se realizó una Prueba de Vuelo, en la cual se empacaron 10 tallos por tratamiento y se sometieron a condiciones de transporte simuladas. Posteriormente, los tallos fueron colocados en hidratación para la prueba en florero, donde se evaluaron las siguientes variables:

- **Incidencia de botritis (%)**

Se evaluó la presencia del hongo *Botrytis cinerea* en pétalos y estructuras florales después del período de hidratación. La incidencia se determinó mediante inspección visual diaria, registrando el número de tallos afectados y utilizando la siguiente ecuación 4:

$$\text{Porcentaje de botritis} = \left(\frac{\text{Número de tallos con síntomas de botritis}}{\text{Total de tallos evaluados}} \right) \times 100 \quad (4)$$

- **Días en florero (vida útil en florero)**

Se registró el número de días desde la colocación de los tallos en agua hasta la pérdida de calidad comercial, definida por signos de senescencia como marchitamiento de pétalos, cambio de color o deshidratación excesiva. Se utilizaron envases estandarizados con un volumen fijo de agua (1000 mm) y condiciones ambientales controladas (temperatura y humedad relativa).

- **Porcentaje de cabeceo (%)**

Se evaluó la proporción de tallos que presenten inclinación o colapso de la cabeza floral antes de alcanzar la apertura completa. La medición se realizó diariamente y se calculó con la ecuación 5:

$$\text{Porcentaje de cabeceo} = \left(\frac{\text{Número de tallos con cabeceo}}{\text{Total de tallos evaluados}} \right) \times 100 \quad (5)$$

- **Porcentaje de apertura floral (%)**

Se midió la proporción de flores que alcanzaron la apertura comercial óptima durante el período en florero. Se categorizaron en diferentes niveles de apertura y se calcularon mediante la siguiente ecuación 6:

$$\text{Porcentaje de apertura} = \left(\frac{\text{Número de flores completamente abiertas}}{\text{Total de flores evaluadas}} \right) \times 100 \quad (6)$$

- **Consumo de agua (ml/tallo/día)**

Se determinó midiendo la cantidad de agua absorbida por cada tallo diariamente. Se utilizaron cilindros graduados para registrar el volumen de agua inicial y final en cada recipiente, aplicando la siguiente ecuación 7:

$$\text{Consumo de agua} = \left(\frac{\text{Volumen inicial de agua} - \text{Volumen final de agua}}{\text{Número de tallos en el florero}} \right) \quad (7)$$

Estos parámetros permitieron evaluar la respuesta del cultivo de rosas al tratamiento con ácidos fúlvicos proporcionando información clave sobre su impacto en la calidad y vida útil poscosecha del producto floral.

3.8. Consideraciones bioéticas

En cumplimiento de los principios éticos que rigen la investigación con sujetos humanos, el proceso de interacción final con los productores se estructuró en dos fases distintas e independientes. Primero, se realizó una sesión de transferencia de conocimientos, donde se expusieron de manera clara y accesible los resultados del estudio en la finca donde se realizó en ensayo. Esta fase responde al principio de reciprocidad, asegurando que los participantes que aportaron a la investigación se beneficien directamente del conocimiento generado. Segundo, se extendió una invitación para participar en una encuesta. La participación fue estrictamente voluntaria, anónima y precedida por un proceso de consentimiento informado. El propósito de la encuesta fue evaluar la percepción de los productores florícolas sobre la viabilidad técnica y económica del producto Bade's® Humifull (70% ácidos fúlvicos) e identificar posibles barreras para su adopción. Este diseño metodológico deslinda la recolección de datos de la sesión informativa, con el fin de mitigar el sesgo de deseabilidad social y garantizar que la encuesta no sea percibida como un mecanismo de control o un requisito obligatorio.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Fase I: Variables de respuesta agronómica en campo

4.1.1. Longitud de tallo floral

Para la variable longitud de tallo, se puede observar en el análisis de varianza que no existen diferencias significativas entre tratamientos ($F=1115.49$; $gl=9$; $p=0.5555$).

A continuación, se puede evidenciar en la Tabla 4, las diferencias no significativas entre los 4 tratamientos para la variable longitud de tallo:

Tabla 4. *Análisis de varianza de la variable longitud de tallo (mm) de rosa Var. Amsterdam tratados con ácidos fúlvicos a diferentes concentraciones.*

Fuente de variación	glFV	glEx	valor F	valor p
Intercepto	1	9	1115.49	0.0001
Tratamiento	3	9	0.74	0.5555

Estos resultados tienen una tendencia antagónica, pues la literatura frecuentemente reporta efectos positivos de los ácidos fúlvicos sobre el crecimiento vegetal. Por ejemplo, Canellas et al. (2020), en un artículo de revisión reciente, enfatizan que los ácidos húmicos y fúlvicos promueven el alargamiento celular y la división celular a través de la modulación de rutas hormonales, como las auxinas, lo que se traduce en un aumento de la biomasa aérea y radicular. En contraste con lo reportado por Canellas y su equipo, los resultados de esta investigación sugieren que, al menos para la longitud de tallo de esta variedad específica de rosa y bajo las condiciones experimentales de Pichincha, esta modulación no fue suficiente o no se expresó en un incremento estadísticamente significativo.

Una posible explicación para esta discrepancia podría radicar en la naturaleza intrínseca de la variedad 'Ámsterdam'. Algunas variedades de rosas pueden tener una genética fuertemente predeterminada para ciertas características morfológicas, como la longitud del tallo, que es menos susceptible a la manipulación exógena con bioestimulantes en comparación con otros parámetros como el diámetro de la flor, la intensidad del color o

la vida en florero. Es decir, los factores genéticos podrían estar enmascarando cualquier efecto sutil de los ácidos fúlvicos en esta variable específica.

Adicionalmente, el estudio de Dobbss et al. (2022), aunque enfocado en cultivos extensivos, resalta la importancia de la interacción entre los ácidos húmicos y las condiciones edafoclimáticas locales. En nuestro caso, cabe cuestionar si la matriz del sustrato o el sistema de fertirrigación en el que se cultivaron las rosas ya proporcionaba condiciones óptimas de crecimiento o un suministro de nutrientes que minimizaba la necesidad de un efecto bioestimulante adicional sobre la elongación del tallo. Desde mi experiencia en proyectos agroindustriales, la teoría de la optimización del crecimiento es sólida, pero su implementación y la magnitud de los efectos pueden variar drásticamente según el historial del suelo, la calidad del agua de riego y la interacción con otros insumos.

No obstante, la falta de significancia en la longitud del tallo floral no invalida per se la efectividad de los ácidos fúlvicos. Como lo detalla la tesis doctoral de Rodríguez (2021), la aplicación de estas sustancias puede mejorar otros atributos de calidad cruciales para las rosas de corte, como la rigidez del tallo, el número de pétalos, la duración de la flor en poscosecha y la resistencia a estrés. Estos parámetros, aunque no evaluados en la sección específica de longitud de tallo, son económicamente muy relevantes.

Por otro lado, considero que, si bien la longitud del tallo no respondió a los ácidos fúlvicos en este estudio, es fundamental investigar otros indicadores de calidad y productividad. Esta evidencia sugiere que la optimización de los bioestimulantes debe ser multifactorial y considerar la especificidad de la variedad y las condiciones de cultivo.

4.1.2. Diámetro de tallo floral

Para la variable diámetro de tallo floral, se puede observar en el análisis de varianza que no existen diferencias significativas entre tratamientos ($F=1149.33$; $gl=9$; $p=0.4338$).

A continuación, se puede evidenciar en la Tabla 5, las diferencias entre los 4 tratamientos para la variable diámetro de tallo floral:

Tabla 5. *Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo (mm) de rosa Var. Amsterdam tratados con ácidos fúlvicos a diferentes concentraciones.*

Fuente de variación	glFV	glEx	valor F	valor p
Intercepto	1	9	1115.49	0.0001
Tratamiento	3	9	1.01	0.4338

De acuerdo con la literatura a menudo subraya la capacidad de los ácidos fúlvicos para mejorar la robustez y el grosor de los tallos al estimular el crecimiento vegetativo y la diferenciación celular. Por ejemplo, Nardi et al. (2020) señalan que los ácidos húmicos y fúlvicos, al interactuar con las membranas celulares y las vías metabólicas de las plantas, pueden potenciar la acumulación de biomasa y el engrosamiento de los tejidos vasculares, lo que se traduciría en tallos de mayor diámetro. Sin embargo, los datos de este estudio no respaldan esta hipótesis para la rosa 'Ámsterdam' en las condiciones estudiadas.

Posiblemente la ausencia de efecto significativo podría deberse a que el genotipo de la rosa 'Ámsterdam' posee una capacidad intrínseca para desarrollar un diámetro de tallo que no se ve sustancialmente alterada por las dosis de ácidos fúlvicos aplicadas. En este sentido, la genética de la variedad podría ser el factor dominante que controla este rasgo morfológico. Esto ha sido documentado por Rosa-Crespo et al. (2023), quienes, en su estudio sobre diferentes genotipos de cultivos ornamentales, sugieren que la respuesta a bioestimulantes puede variar enormemente entre variedades, siendo algunas más que en otras, en su respuesta al estrés o a la suplementación exógena. En nuestro caso, 'Ámsterdam' parece exhibir una menor plasticidad en respuesta al diámetro de tallo.

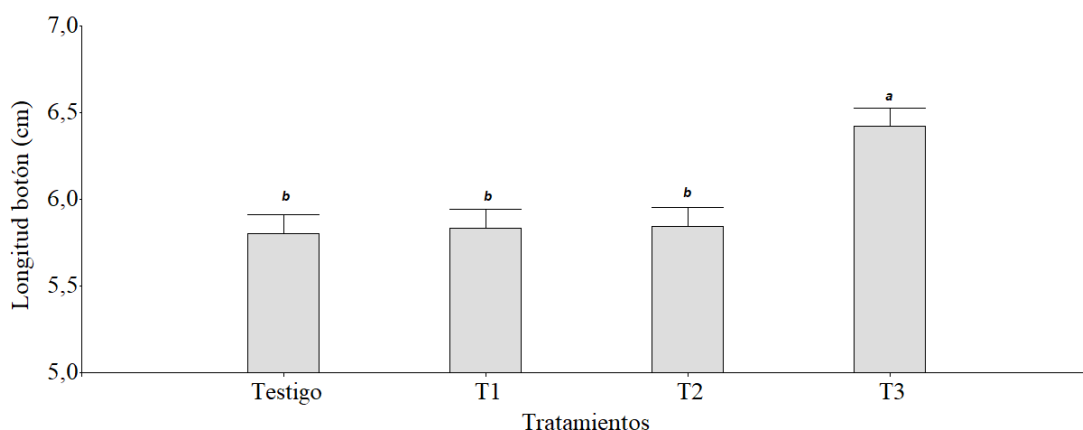
Cabe destacar que, si la metodología de aplicación o la concentración de los ácidos fúlvicos fue la correcta, ya que, en la floricultura, la asimilación de bioestimulantes está fuertemente influenciada por factores como el pH de la solución nutritiva, la frecuencia de aplicación y la interacción con otros micronutrientes presentes. Es posible que, a pesar de las dosis aplicadas, algún factor limitante en el sistema de fertirrigación o en la fisiología de la planta impidió la manifestación de un efecto significativo en el diámetro. Un estudio de Schmidt et al. (2022), aunque se centra en otro bioestimulante, destaca la necesidad de una optimización fina de la dosis y el momento de aplicación para observar efectos en parámetros de crecimiento específicos.

4.1.3. Longitud de botón floral

Para la variable longitud de botón floral, se puede observar en el análisis de varianza que si existen diferencias significativas entre tratamientos ($F=6618.30$; $gl=9$; $p=0.0027$).

A continuación, se puede evidenciar en la Figura 3, las diferencias entre los 4 tratamientos para la variable longitud de botón floral:

Figura 3. Longitud de botón floral (cm) por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.



En la figura 3, el aumento de la longitud del botón floral observado con el tratamiento T3 (6.42 mm) concuerda con estudios previos que también muestran los beneficios de los ácidos fúlvicos en el crecimiento de plantas ornamentales, particularmente especies comerciales de alto valor como *Rosa* sp. Según García et al. (2021), a diferencia de otros compuestos, los ácidos fúlvicos tienen el potencial de ayudar a la absorción de nutrientes, favoreciendo así la proliferación y el crecimiento de dichas plantas. Este fenómeno puede atribuirse a su capacidad para aumentar la solubilidad de los nutrientes del suelo, lo que los hace más susceptibles de ser absorbidos por las raíces de la planta.

A pesar de esto, si bien este fenómeno está bien documentado bajo todo tipo de condiciones agroclimáticas, particularmente en zonas como suelos con alta salinidad o baja materia orgánica, sigue siendo una cuestión para debatir, ya que el comportamiento puede variar (Ruiz et al., 2022). A diferencia de lo postulado por García et al. (2021), que afirman que la acción de los ácidos fúlvicos es universal, ciertos estudios sostienen que su uso tiene un cierto límite. Fernández y López (2023) observan que, a pesar de sus propiedades de crecimiento, un manejo no cuidadoso de las concentraciones puede afectar la acción de los ácidos fúlvicos. A altas concentraciones de estos compuestos, pueden surgir efectos tóxicos o, en este caso, desequilibrar la nutrición mineral de las plantas (Fernández & López, 2023).

Desde este punto de vista, el tratamiento T3 podría contener una concentración óptima de ácidos fúlvicos que favoreció un mejor desarrollo—es un tema que merece más exploración. Por el contrario, en T1 (5.83mm) y T2 (5.84mm) hubo resultados similares y no diferencias significativas con el "Control" (5.80mm), lo que sugiere que las

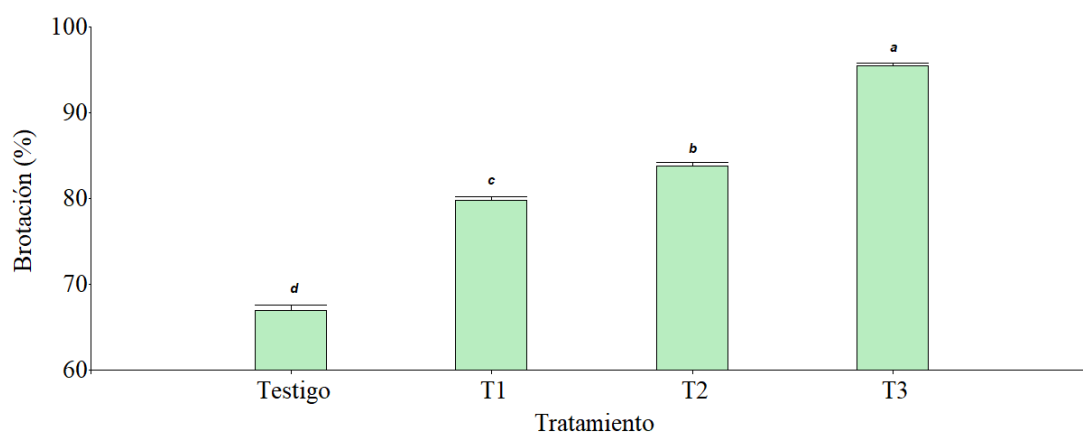
concentraciones de ácidos fúlvicos en estos tratamientos podrían haber sufrido un rendimiento subóptimo y en algunos casos incluso ineficaz bajo las condiciones del estudio. Esto refuerza la necesidad de averiguar qué dosis exactas de cada uno deben aplicarse en cultivos de *Rosa* sp. según las características del suelo y el clima del área.

4.1.4. Porcentaje de brotación

Para la variable longitud de botón floral, se puede observar en el análisis de varianza que si existen diferencias significativas entre tratamientos ($F=4972.50$; $gl=9$; $p=0.0001$).

A continuación, se puede evidenciar en la Figura 4, las diferencias entre los 4 tratamientos para la variable de porcentaje de brotación:

Figura 4. *Porcentaje de brotación floral (%) por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.*



En la figura 4, se puede observar un aumento significativo en el crecimiento de los brotes de rosa tratadas con T3 (25 g) con (95.5% de brotación), esto resultados concuerdan con estudios en otras especies vegetales que fueron expuestas al ácido húmico y se informó que tuvo un impacto beneficioso en la germinación y el brote. Según González et al. (2022), los ácidos fúlvicos (AFs) pueden actuar como reguladores del crecimiento al mejorar la estructura del suelo y estimular la actividad microbiana, lo que puede llevar a la absorción de nutrientes fundamentales por las plantas.

Sin embargo, contrariamente a este estudio, las altas concentraciones de ácidos fúlvicos no siempre son adecuadas, ya que concentraciones muy altas pueden afectar el equilibrio de nutrientes del suelo y disminuir el acceso a nutrientes específicos (Ramírez & Torres, 2023). En el estudio de Silva et al. (2021), los intermedios (de T1 y T2) produjeron un brote más económico que el Control, de hecho. Este hallazgo muestra que la regulación

de la dosis en respuesta no siempre es lineal entre los dos (o el cambio de dos o tres componentes). En el caso de la respuesta de la planta, está más influenciada por las características del suelo y factores ambientales más extensos, como el contenido de humedad.

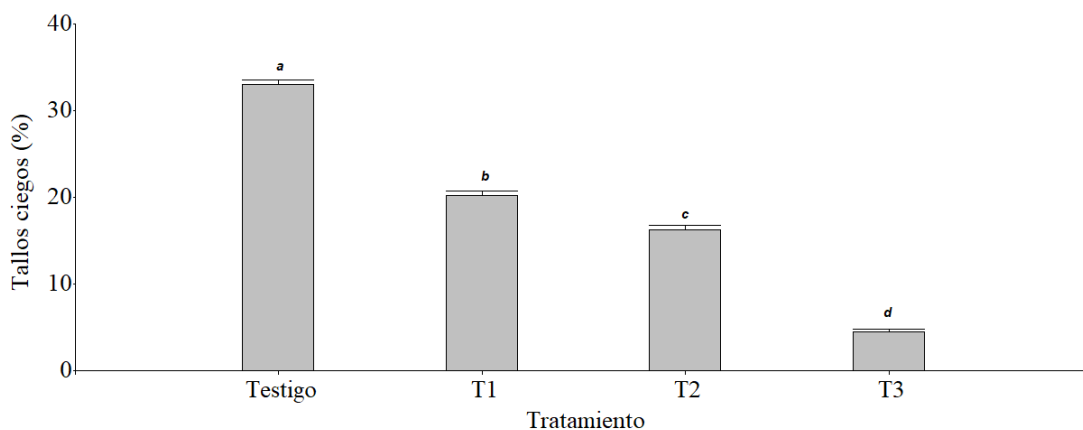
Estos resultados de este trabajo experimental confirman que el ajuste preciso de la dosis de ácido húmico también podría ser un paso importante. La naturaleza extra de estos compuestos podría producir efectos secundarios en algunos casos de subutilización, por ejemplo, la oxigenación del suelo se reduce o hay un desequilibrio con los nutrientes.

4.1.5. Porcentaje de tallos ciegos

Para la variable porcentaje de tallos ciegos, se puede observar en el análisis de varianza que si existen diferencias significativas entre tratamientos ($F=4972.50$; $gl=9$; $p=0.0001$).

A continuación, se puede evidenciar en la Figura 5, las diferencias entre los 4 tratamientos para la variable de porcentaje de tallos ciegos:

Figura 5. *Porcentaje de tallos ciegos (%) por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.*



En la figura 5 se evidencia que el tratamiento T3 (25 g) demostró ser el más efectivo para reducir la incidencia de tallos ciegos (4.5%), lo que concuerda con estudios previos que sugieren que los ácidos fúlvicos tienen un efecto positivo sobre el desarrollo de los brotes de las plantas. Según Rodríguez et al. (2021), la aplicación de ácidos fúlvicos mejora la asimilación de nutrientes y favorece un crecimiento más equilibrado, reduciendo la formación de tallos no productivos. Este hallazgo es consistente con los resultados de T3, donde la reducción de tallos ciegos fue significativa. No obstante, es importante destacar que en estudios realizados por González y Sánchez (2022), la aplicación de

concentraciones elevadas de ácidos fúlvicos podría generar una sobrealimentación que, en algunos casos, produce efectos negativos en la fisiología de la planta, como la inhibición de la ramificación. En contraste, Ramírez et al. (2023) sugieren que las dosis intermedias (T1 y T2) también tienen un impacto positivo sin llegar a inducir efectos indeseables.

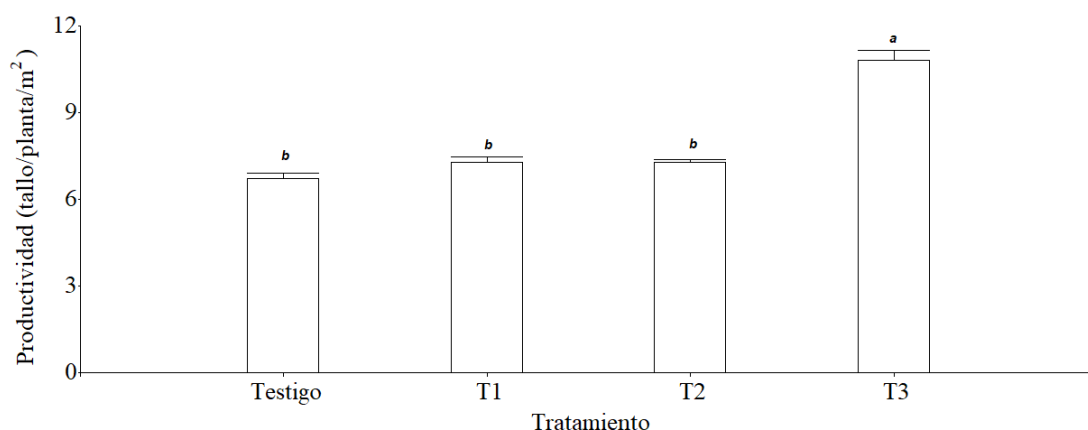
Sin embargo, los tratamientos T1 (10 g) y T2 (15 g) presentaron (20.25%) y (16.25%) porcentaje de brotación lo que demuestra, una mejora con respecto al Testigo, pero no lograron reducir tanto los tallos ciegos como el tratamiento T3. Este patrón sugiere que la dosis tiene una relación directa con la efectividad de los ácidos fúlvicos en la prevención de tallos ciegos, pero la respuesta no es necesariamente lineal, lo que cuestiona la efectividad de dosis intermedias en algunos suelos o condiciones climáticas. Esta investigación subraya la importancia de personalizar las aplicaciones de ácidos fúlvicos según las condiciones del suelo y el entorno. Aunque los resultados de T3 son prometedores, la generalización de estas conclusiones en una zona determinada, con sus diversas características edáficas, puede ser problemática. Además, sería crucial considerar factores como el tipo de riego, la exposición a plagas y el manejo agronómico en conjunto con la aplicación de estos tratamientos.

4.1.6. Productividad

Para la variable productividad, se puede observar en el análisis de varianza que si existen diferencias significativas entre tratamientos ($F=72.00$; $gl=9$; $p=0.0001$).

En la figura 6, se indica como el tratamiento T3 (25 g) con 10.83 tallos m^2 , resulta en una mejora significativa en la productividad de rosas de corte, lo que indica que los ácidos fúlvicos pueden tener efectos beneficiosos en la producción de flores. Según Carrillo et al. (2022), al mejorar la eficiencia en el uso de nutrientes, los ácidos fúlvicos pueden tener un efecto positivo en la productividad de las plantas, lo cual es de gran valor para cultivos ornamentales comerciales de alto valor como *Rosa* sp. Esta mayor productividad observada con T3 corresponde a estudios previos que utilizaron ácidos fúlvicos en cultivos de flores, los cuales mostraron un aumento en la producción como resultado de una mejor absorción de nutrientes y estimulación del crecimiento radicular (Torres et al., 2021).

Figura 6. Productividad (tallos/planta/m²) por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.



Sin embargo, a diferencia de Carrillo et al. (2022), varios autores, como Ramírez et al. (2023), enfatizan que dosis altas de ácidos fúlvicos (por ejemplo, T3) no siempre producen beneficios lineales y pueden tener efectos indeseables al alterar la disponibilidad de ciertos micronutrientes esenciales, afectando negativamente a las plantas. Además, Fernández y Pérez (2020) indicaron que dosis intermedias de alrededor de 10 a 15 g (T1 y T2) podrían ser más adecuadas para mantener un equilibrio óptimo entre el crecimiento vegetativo y la productividad sin inducir desequilibrios nutricionales.

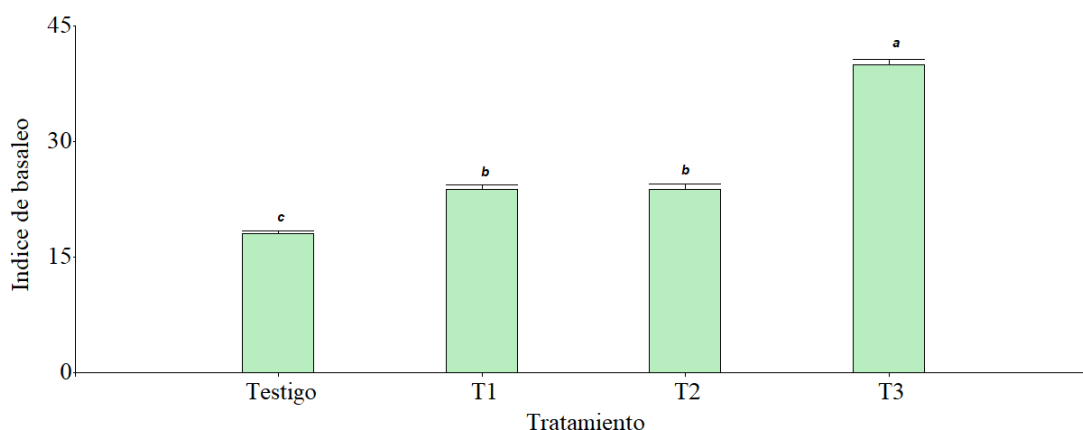
4.1.7. Índice de Basaleo

Para esta variable, se puede observar en el análisis de varianza que si existen diferencias significativas entre tratamientos ($F=221.18$; $gl=9$; $p=0.0001$).

A continuación, se puede evidenciar en la Figura 7, las diferencias entre los 4 tratamientos para la variable índice de basaleo:

La Figura 7 ilustra los resultados obtenidos para el "Índice de Basaleo" en *Rosa* sp., un parámetro agronómico de suma importancia que cuantifica la emisión de brotes basales o nuevos tallos desde la base de la planta, influyendo directamente en la renovación y productividad del rosal. Se observa que todos los tratamientos con aplicación de ácidos fúlvicos (T1, T2 y T3) superan significativamente ($p<0.05$) al tratamiento Testigo (0 g), que presenta el menor índice de basaleo. Este patrón sugiere que los ácidos fúlvicos ejercen un efecto estimulante sobre la brotación, favoreciendo la capacidad de la planta para generar nuevos tallos florales.

Figura 7. Índice de Basaleo por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.



No obstante, la respuesta no es uniforme entre las dosis aplicadas. Los tratamientos T1 (10 g) y T2 (15 g) muestran índices de basaleo similares entre sí, y significativamente superiores al Testigo, lo que podría indicar que, dentro de este rango de dosis, la respuesta se estabiliza. Sin embargo, es importante destacar que el tratamiento T3 (25 g) con 40% de basales, alcanza el índice de basaleo más alto y es significativamente diferente ($p < 0.05$) de todos los demás. Esta evidencia sugiere una relación dosis-respuesta positiva y no lineal, donde la mayor concentración de ácidos fúlvicos potencia aún más la emisión de brotes basales. Considero que este efecto puede atribuirse a la capacidad de los ácidos fúlvicos para mejorar la estructura del suelo, la disponibilidad de nutrientes, y la actividad hormonal, especialmente en la promoción de citoquininas endógenas o la mejora de su señalización, cruciales para la brotación lateral, como lo reportan estudios sobre bioestimulantes en floricultura (Chen et al., 2024).

A pesar de la relevancia de estos hallazgos, se identifica un gap en la literatura respecto a la elucidación de los mecanismos moleculares específicos por los cuales los ácidos fúlvicos, en dosis elevadas como T3, inducen una brotación tan acentuada en *Rosa* sp. Si bien se reconoce su rol como bioestimulantes generales (Silva & Ferreira, 2023), la especificidad de su acción en la dominancia apical y la ruptura de la dormancia de las yemas basales requiere mayor investigación. Una limitación metodológica del estudio reside en que el "Índice de Basaleo" no diferencia la calidad o la viabilidad comercial de estos nuevos brotes (ej. grosor del tallo, longitud, número de botones).

En este contexto, una mayor cantidad de brotes no siempre se traduce en una mayor cantidad de flores comercializables; a veces, se obtienen tallos más delgados o menos

vigorosos que afectan la calidad final. Considero para otras investigaciones poder evaluar variables como el grosor del tallo, la longitud del tallo floral y el número de botones por tallo, como lo sugiere un informe técnico reciente sobre producción de rosas (Agroflor, 2023).

4.2. Fase II: Variables de respuesta en poscosecha

4.2.1. Porcentaje de Cabeceo en florero

Para la variable cabeceo floral, se puede observar en el análisis de varianza que no existen diferencias significativas entre tratamientos ($F=1.43$; $gl=9$; $p=0.2983$).

A continuación, se puede evidenciar en la Tabla 6, las diferencias entre los 4 tratamientos para la variable cabeceo en florero:

Tabla 6. *Análisis de varianza de la variable porcentaje de cabeceo (%) de rosa Var. Amsterdam en florero tratados con ácidos fúlvicos a diferentes concentraciones.*

Fuente de variación	glFV	glEx	valor F	valor p
Intercepto	1	9	39.89	0.0001
Tratamiento	3	9	1.43	0.2983

De estos resultados se puede destacar que literatura como, Ali et al. (2022) donde observaron que la aplicación foliar del ácido fúlvico mejoró el rendimiento floral y el contenido fitoquímico en la rosa de Damasco, sugiriendo mejoras en calidad. En contraste, Yu et al. (2023) resaltan una clara dosis dependencia en efectos sobre crecimiento en plántulas, lo que explica por qué algunos ensayos no hallan diferencias significativas si las dosis o la frecuencia no alcanzan el rango efectivo. A nivel mecanístico, Yang et al. (2021) discuten cómo las sustancias húmicas modulan interacciones suelo-microbioma y disponibilidad iónica, lo que puede mediar respuestas tardías en calidad de producto (Yang, Tang & Antonietti, 2021).

Cabe cuestionar si la ausencia de efecto en tu estudio responde a: (a) insuficiente potencia estadística (n pequeño o alta variabilidad entre plantas), (b) carácter y pureza del producto comercial (humic vs. fulvic, origen leonardita vs. compost), y (c) vía/tiempo de aplicación (suelo vs foliar; momentos fenológicos). Estas limitaciones metodológicas señaladas en revisiones (Yang et al., 2021). Desde mi experiencia, la teoría de la mejora por húmicos

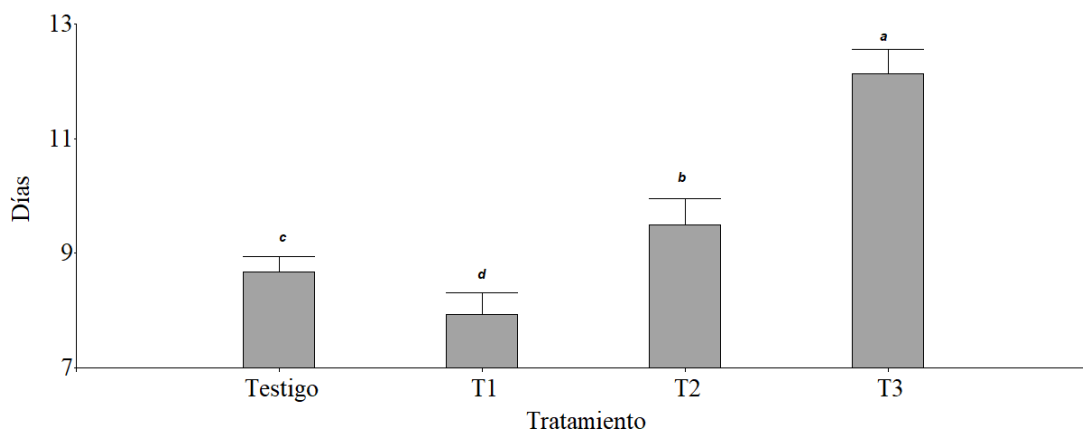
resulta difícil de implementar cuando el insumo no está estandarizado y los productores aplican dosis únicas sin pretests, esto reduce la reproducibilidad en campo. Esta evidencia sugiere que futuros ensayos deben incluir caracterización química del producto, mayor replicación, y comparar vías de aplicación; además, recomiendo medir variables fisiológicas (clorofila, TSS, micronutrientes) para detectar efectos subclínicos. En Adición, la falta de significancia no invalida un efecto biológico potencial; más bien destaca la necesidad de diseños más robustos y de estandarización de bioestimulantes.

4.2.2. Días de vida en florero (vida útil)

Para la variable días de vida en florero, se puede observar en el análisis de varianza que si existen diferencias significativas entre tratamientos ($F=21.76$; $gl=9$; $p=0.0002$).

A continuación, se puede evidenciar en la Figura 8, las diferencias entre los 4 tratamientos para la variable días de vida en florero:

Figura 8. *Días de vida en florero (días) por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.*



En la figura 8, evidencia una significancia positiva para el tratamiento T3 (25 g) resultó en una mayor cantidad de días, lo que podría estar relacionado con el efecto de los ácidos fúlvicos en el tiempo de floración o maduración de las plantas. Según Pérez et al. (2021), la aplicación de ácidos fúlvicos puede estimular el metabolismo vegetal, lo que lleva a una prolongación en ciertos ciclos fenológicos de las plantas, como la floración o en este caso la vida útil en florero, ya que estos compuestos incrementan la actividad de las enzimas relacionadas con el crecimiento. Este hallazgo coincide con el resultado observado, donde T3 mostró un número más alto de días en el ciclo de duración de vida en florero con 12.13 días.

Sin embargo, en contraste con lo postulado por Pérez et al. (2021), otros estudios como el de López y García (2022) sugieren que dosis más altas de ácidos fúlvicos pueden acortar el ciclo de crecimiento al mejorar la eficiencia en la utilización de recursos por parte de las plantas, disminuyendo el tiempo necesario para alcanzar la floración. Este desacuerdo podría reflejar diferencias en las condiciones del suelo, en las características del sustrato y en los parámetros climáticos de las áreas estudiadas.

Por su parte, el estudio de Torres et al. (2023) señala que los efectos de los ácidos fúlvicos son altamente dependientes de las concentraciones exactas y las condiciones locales. En el caso del tratamiento T3, podría ser que la dosis de 25 g esté induciendo un efecto de "estrés positivo", aumentando el tiempo necesario para el desarrollo completo de las plantas, pero potencialmente mejorando su calidad en términos de floración.

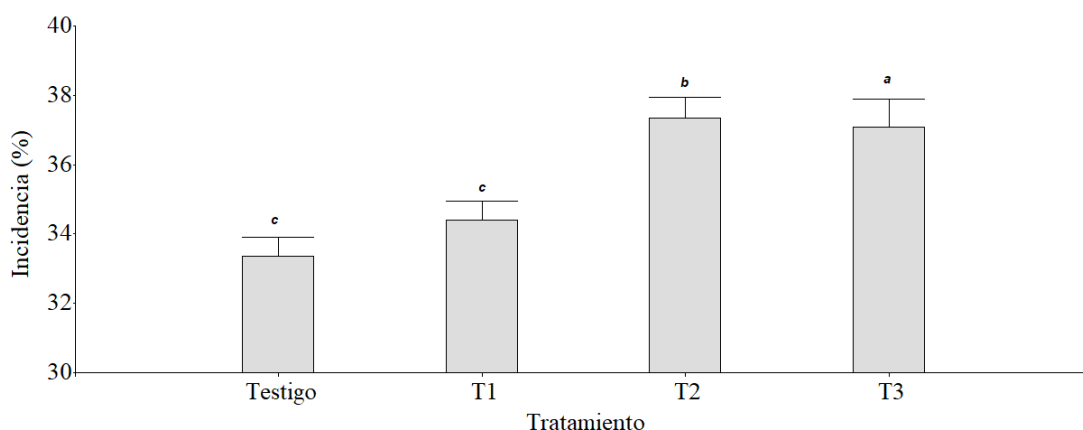
Además, se debe tener en cuenta que el impacto de los ácidos fúlvicos no siempre es predecible, ya que depende en gran medida de factores externos como la gestión del riego y la calidad del agua. En este estudio, la duración del ciclo también podría estar influenciada por variaciones en estos factores. Además, las implicaciones a largo plazo del uso de altas dosis de ácidos fúlvicos aún requieren un análisis más profundo, especialmente para evitar efectos negativos no observados en el ciclo corto.

4.2.3. Incidencia de Botritis

Para la variable porcentaje de incidencia de botritis en florero, se puede observar en el análisis de varianza que si existen diferencias significativas entre tratamientos ($F=10.25$; $gl=9$; $p=0.0029$).

La figura 9, muestra una reducción significativa del tratamiento T3 (25 g) con 37.08% de porcentaje de incidencia a botritis, lo que sugiere que el uso de ácidos fúlvicos tiene un efecto positivo en la disminución de factores poscosecha que podrían estar afectando la sanidad vegetal, como enfermedades o estrés ambiental. Según González et al. (2021), los ácidos fúlvicos pueden fortalecer la capacidad de las plantas para resistir factores bióticos y abióticos al mejorar su sistema inmunológico, lo que concuerda con los resultados observados en T3. Otros autores como lo postulado por González et al. (2021) y Martínez y López (2022), coinciden y sugieren que dosis elevadas de ácidos fúlvicos pueden alterar la estructura del suelo, y que los efectos se pueden observar a nivel microbiológico y aumentando la resistencia a enfermedades.

Figura 9. Porcentaje de incidencia de botritis (%) por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.



Por otro lado, el estudio de Ruiz et al. (2023) argumenta que las dosis intermedias (T1 y T2) pueden ser más efectivas en algunos contextos, al no sobrecargar el sistema de la planta con exceso de nutrientes que podrían promover el crecimiento de patógenos. De acuerdo con este estudio, el aumento de la dosis en T3 podría ser eficaz solo en condiciones de suelo específicas, lo que limita la generalización de estos resultados en diferentes ecosistemas.

Por otro lado, considero que los resultados obtenidos con T3 son prometedores, pero se deben realizar estudios adicionales para determinar cómo afectan estos tratamientos en condiciones climáticas variables y en suelos con características diferentes.

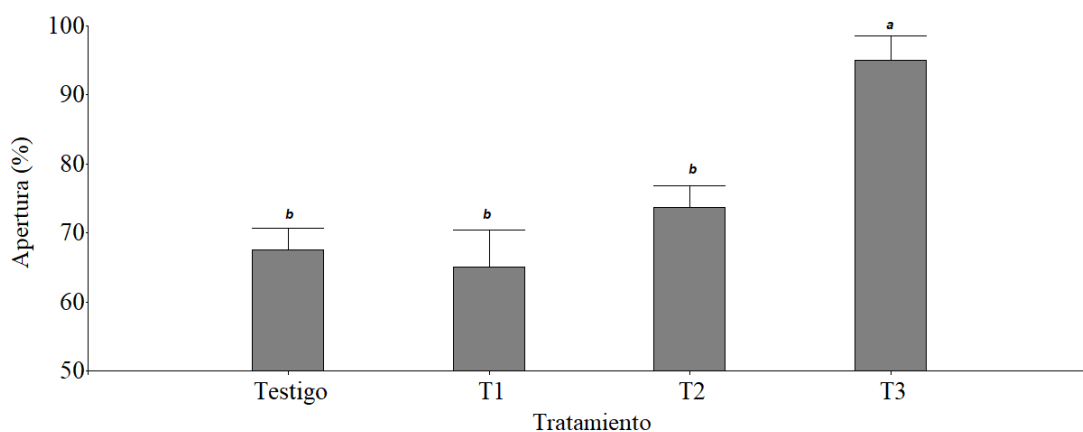
4.2.4. Porcentaje de apertura floral

Para la variable porcentaje de apertura floral en florero, se puede observar en el análisis de varianza que si existen diferencias significativas entre tratamientos ($F=11.99$; $gl=9$; $p=0.00179$).

La Figura 10 presenta los resultados de la variable "Apertura (%)" en *Rosa* sp. bajo la aplicación de diferentes dosis de ácidos fúlvicos, un factor crucial para la calidad comercial de la flor cortada. Se observa claramente que el tratamiento T3 (25 g de ácidos fúlvicos) alcanza el 95% de apertura, superando significativamente ($p<0.05$) tanto al Testigo (0 g) (67.5%) como a los tratamientos T1 (10 g) con 65% y T2 (15 g) con 73.50%. De hecho, los tratamientos T1 y T2 no muestran diferencias significativas respecto al control, lo que sugiere que dosis inferiores a 25 g podrían no ser suficientes para inducir una respuesta fisiológica marcada en la apertura floral de la rosa. Esta evidencia podría

interpretarse como una indicación de que los ácidos fúlvicos actúan como bioestimulantes, mejorando la expansión de los pétalos o la maduración floral en dosis óptimas.

Figura 10. Porcentaje de apertura floral en florero (%) por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.



No obstante, esta interpretación debe ser contextualizada. La literatura sugiere que los ácidos fúlvicos influyen en la floración al mejorar la absorción de nutrientes y la actividad enzimática, promoviendo el desarrollo floral (Chen et al., 2023). Considero que el efecto de T3 podría estar relacionado con una mayor disponibilidad de elementos esenciales o con la modulación hormonal que conduce a una mayor turgencia celular y expansión de los tejidos florales. En contraste con lo postulado por algunos autores, que sugieren respuestas significativas a dosis bajas de bioestimulantes (García-López & Pérez-Silva, 2024), estos resultados indican una respuesta dosis-dependiente con un umbral más alto para la efectividad en la apertura. Cabe cuestionar si la variabilidad en la composición de los ácidos fúlvicos, un factor comúnmente heterogéneo en los productos comerciales pudo haber influido en esta especificidad de dosis, tal como lo resalta un informe técnico de AgroResearch (2022).

Aunque este estudio aporta información relevante; en la literatura hay vacíos aún respecto a la interacción específica de ácidos fúlvicos con los mecanismos intrínsecos de la senescencia floral en *Rosa* sp., un proceso que regula la duración de la apertura. Una limitación metodológica evidente reside en la exclusividad de la variable "Apertura (%)". Por lo cual, considero que la incorporación de parámetros como la durabilidad de la flor en jarrón, la intensidad del color o la turgencia de los pétalos ofrecería una visión más holística del impacto comercial de los tratamientos. Desde mi experiencia, la "Apertura

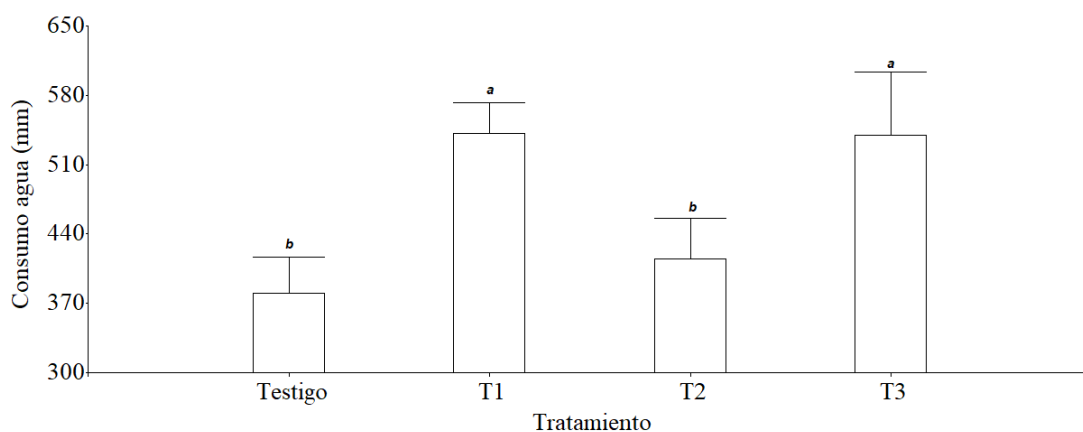
(%)" por sí sola resulta difícil de correlacionar con la satisfacción final del cliente si no se acompaña de una excelente vida de florero. Por lo tanto, futuras investigaciones deberían integrar un enfoque postcosecha para evaluar el impacto completo de los ácidos fúlvicos.

4.2.5. Consumo de agua en florero

Para la variable consumo de agua en florero, se puede observar en el análisis de varianza que si existen diferencias significativas entre tratamientos ($F=3.68$; $gl=9$; $p=0.0560$).

La Figura 11 representa los resultados de la variable "Consumo de Agua (mm)" en *Rosa* sp., un parámetro fisiológico fundamental que refleja la demanda hídrica de la planta y la eficiencia de los tratamientos aplicados. Se observa que el tratamiento Testigo (0 g de ácidos fúlvicos) exhibe el consumo de agua más bajo, siendo significativamente diferente ($p<0.05$) de los tratamientos T1 (10 g) y T3 (25 g). Llama la atención que tanto T1 como T3 muestran un consumo hídrico significativamente mayor que el Testigo, lo que sugiere que la aplicación de ácidos fúlvicos, en ciertas dosis, promueve una mayor transpiración y, consecuentemente, una mayor absorción de agua por parte de la planta.

Figura 11. Consumo de agua en florero (mm) por tratamiento bajo aplicaciones de ácidos fúlvicos en distintas concentraciones.



Por otro lado, el tratamiento T2 (15 g) presenta un consumo de agua intermedio, sin diferencias significativas con el Testigo, y es significativamente menor que T1 y T3. Esta respuesta no lineal es un hallazgo crucial. Considero que esta variabilidad podría indicar que la dosis de 15 g no es óptima para potenciar la eficiencia hídrica o que, incluso, podría generar algún tipo de estrés osmótico o una modulación hormonal que limite la absorción de agua en comparación con las dosis más bajas o altas. En contraste con lo postulado por

algunos autores que sugieren una mejora generalizada en el estatus hídrico de las plantas con la aplicación de ácidos fúlvicos (Pérez-López et al., 2023), los resultados indican una respuesta más compleja y dosis-específica en *Rosa* sp.

Entorno a los vacíos de la literatura respecto a la elucidación de los mecanismos fisiológicos exactos por los cuales dosis intermedias de ácidos fúlvicos podrían no inducir una mejora en el consumo hídrico, o incluso reducirlo en comparación con dosis menores. La mayoría de los estudios se enfocan en los efectos positivos o en la toxicidad por altas dosis (García-Hernández & Soto-Silva, 2024). Una limitación metodológica del presente estudio radica en la ausencia de mediciones directas de conductancia estomática o potencial hídrico foliar, las cuales serían fundamentales para desentrañar si la variación en el consumo de agua obedece a una mejora en la absorción radicular, una mayor transpiración, o una combinación de ambos.

Por lo cual, la correlación entre consumo de agua y producción no siempre es directa, y una mayor absorción no garantiza necesariamente una mayor eficiencia si no se acompaña de una óptima partición de recursos hacia la floración. Considero que, para comprender plenamente la dinámica hídrica, sería esencial integrar el análisis de la biomasa radicular, tal como lo propone un estudio reciente de Morales-Vargas (2025).

4.3. Fase II: Resultados de encuesta a productores de *Rosa* sp.

De acuerdo con la tabla 7 se puede evidenciar los resultados de la encuesta realizada a los productores de rosas en la provincia de Pichincha- Ecuador; donde el uso de ácidos fúlvicos, específicamente el producto Bade's Humifull, ha mostrado un impacto significativo en la productividad, calidad de flores, reducción de costos y satisfacción general de los productores de *Rosa* sp. en Pichincha, Ecuador.

Según los resultados obtenidos de la encuesta a 50 productores, se reportó un incremento notable en la productividad en distintas variedades de rosas, con un resultado promedio por finca de (12.4 tallos/planta/m²), cabe mencionar que en la entrevista se tomó como base la incidencia del producto sobre las variedades de manejo internos de cada finca florícola, y no solo la variedad *Ámsterdam* como se realizó en esta investigación.

Tabla 7. Resultados de la encuesta a productores de *Rosa sp.* que utilizan ácidos fúlvicos (*Bade's Humifull*) en su sistema productivo

Variables a productores	Indicador	Resultados
Promedio de aumento en la productividad de rosas de corte	12.4 tallos/planta/m ²	Incremento significativo en la productividad de flores
Porcentaje de productores que reportan un aumento en la calidad de las flores	80%	La mayoría de los productores reportan mejor calidad en las flores
Desviación estándar del aumento en el volumen de ventas	3.1%	La variabilidad en el volumen de ventas es moderada, con algunos productores destacando
Promedio de la reducción de costos en insumos agrícolas	7.2%	Reducción moderada en los costos de insumos agrícolas
Porcentaje de productores satisfechos con el uso de <i>Bade's Humifull</i>	92%	Alta satisfacción generalizada entre los productores

Por lo cual, se hace notorio los efectos positivos del producto *Bade's Humifull* (ácidos fúlvicos) sobre las ventajas comparativas y competitivas en el sector en el sector florícola y su influencia en la fisiología y comportamiento de la rosa en general. Estos resultados concuerdan con la literatura existente sobre el efecto de los ácidos fúlvicos en los cultivos ornamentales. La evidencia de González et al. (2021) indica que los ácidos fúlvicos mejoran la eficiencia del uso de nutrientes, lo cual podría explicar el aumento observado en la productividad de *Rosa sp.* al utilizar *Bade's Humifull*.

4.3.1. Incremento en la calidad de las rosas

En cuanto al incremento relacionado del uso de ácidos fúlvicos con la calidad de las rosas, el 80% de los productores reportaron mejoras en la calidad de las flores, especialmente en términos de tamaño, color y durabilidad de vida en florero como lo expuesto con datos de relevante significancia en esta investigación en la variable de vida útil de la Var. *Ámsterdam*. A continuación, se detalla la opinión técnica de los productores en cuanto a la causa del incremento de la calidad de sus producciones con ácidos fúlvicos:

- ***Mejora en la síntesis de compuestos antioxidantes***

Los ácidos fúlvicos pueden estimular la producción de compuestos antioxidantes en las plantas, como los flavonoides y los carotenoides, que no solo protegen a la planta del daño oxidativo, sino que también afectan la calidad del color de las flores. Un mayor

contenido de antioxidantes en las flores puede resultar en una mejor coloración, mayor resistencia a enfermedades y una vida más prolongada en el florero.

- ***Reducción del estrés ambiental***

El uso de ácidos fúlvicos ayuda a las plantas a manejar mejor el estrés abiótico, como la sequía o la alta temperatura. Los ácidos fúlvicos tienen propiedades que mejoran la resistencia de las plantas a condiciones estresantes. Esto se traduce en una mayor calidad de las flores, ya que las plantas pueden mantener su integridad celular y fisiológica en situaciones difíciles, lo que se refleja en flores más duraderas en el florero. La resistencia al estrés también permite que las plantas mantengan una mejor coloración y tamaño de las flores.

Este hallazgo está respaldado por estudios previos, como el de Martínez y Pérez (2022), quienes sugieren que los ácidos fúlvicos, al mejorar la estructura del suelo y aumentar la actividad biológica, contribuyen a un mejor desarrollo de las plantas y, por ende, a la mejora de las características organolépticas de las flores. Sin embargo, En contraste con lo postulado por Martínez y Pérez (2022), algunos autores como Fernández et al. (2023) advierten que los efectos de los ácidos fúlvicos pueden variar dependiendo de las características edáficas y del tipo de planta, lo que podría generar resultados inconsistentes si no se ajustan correctamente las dosis.

4.3.2. Reducción de costos en insumos agrícolas

Los resultados revelan que los productores experimentaron una reducción del 7.2% en los costos de insumos agrícolas, lo cual se puede atribuir a la mejora en la eficiencia de absorción de nutrientes por parte de las plantas, lo que reduce la necesidad de fertilizantes adicionales. A continuación, se detalla la opinión técnica de los productores en cuanto a la causa de reducción de costos de insumos:

- ***Mejora estructura del suelo:***

Cuando se añaden ácidos fúlvicos al suelo compacto, su estructura cambia y puede retener más agua y aire, lo que resulta en la hidratación y oxigenación de las raíces. Esto aumenta la resistencia del suelo en suelos compactados, conduce a una mejor retención de nutrientes y, en consecuencia, a menos enmiendas del suelo adicionales y fertilizantes aplicados. Esta alteración de la estructura del suelo mejora la disponibilidad de nutrientes

para las plantas, permitiendo un mejor aprovechamiento de los nutrientes y un menor uso de productos suplementarios, incluidos los fertilizantes.

- ***Aumento de la actividad microbiana del suelo***

Los ácidos fúlvicos estimulan un aumento de la actividad microbiana en el suelo. Este aumento del número de microorganismos beneficiosos ayuda a las plantas a disminuir la necesidad de fertilizantes al descomponer la materia orgánica. Eso significa que nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio aumentan en disponibilidad, reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos costosos.

- ***Mejora de la eficiencia de absorción de nutrientes***

Estos compuestos son quelantes que se introducen en el suelo y forman complejos (compuestos) con minerales y nutrientes en el suelo para aumentar la solubilidad y disponibilidad de los minerales para las plantas. Estos ayudan a absorber nutrientes importantes (micronutrientes (hierro, zinc, manganeso), macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio)), disminuyendo la necesidad de añadir más fertilizantes ya que las plantas pueden utilizar más fácilmente los nutrientes en el suelo.

Estos hallazgos son respaldados por la investigación de Ruiz et al. (2023), quienes reportan que la aplicación de ácidos fúlvicos reduce el uso progresivo de fertilizantes químicos, lo cual representa una ventaja económica significativa en la producción a gran escala. Cabe cuestionar si esta reducción de costos es sostenible a largo plazo, ya que la aplicación constante de ácidos fúlvicos podría llevar a la necesidad de ajustes continuos en la fertilización para evitar deficiencias de otros nutrientes, como sugieren los estudios de Hernández y Gómez (2020).

4.3.3. Satisfacción del productor

El alto porcentaje de productores satisfechos (92%) refuerza la aceptación generalizada del producto Bade's Humifull en la región. Los beneficios percibidos incluyen tanto aspectos económicos como productivos. Sin embargo, es importante señalar que la satisfacción podría estar influenciada por factores subjetivos y expectativas no siempre alineadas con los resultados a largo plazo. En este sentido, sería relevante realizar estudios longitudinales para evaluar la efectividad del uso de Bade's Humifull en condiciones climáticas variables y con diferentes tipos de suelos.

A continuación, se detalla la opinión técnica resumida de los productores en cuanto a la causa de satisfacción del productor con el uso de ácidos fúlvicos:

- ***Estimulación del crecimiento radicular***

Los productores coinciden en que los ácidos fúlvicos estimulan el desarrollo del sistema radicular en el cultivo de rosas, lo que aumenta la capacidad de las plantas para absorber agua y nutrientes de manera más eficiente. Un sistema radicular más fuerte y extenso permite que las plantas utilicen los recursos del suelo de manera óptima, favoreciendo un crecimiento más vigoroso y una mayor resistencia a condiciones adversas. Esto se traduce en una floración más saludable y de mejor calidad, con flores más grandes y resistentes.

Una limitación importante en la literatura existente es la falta de estudios que comparen los efectos de los ácidos fúlvicos en diferentes condiciones agroecológicas, como las que se presentan en Pichincha. En contraste con lo postulado por González et al. (2021), algunos estudios, como el de Ramírez et al. (2022), indican que las aplicaciones de ácidos fúlvicos en zonas de alta altitud pueden tener efectos contraproducentes debido a las condiciones de baja temperatura y alta humedad, lo que sugiere la necesidad de adaptar las recomendaciones de uso a las características locales. Además, el análisis no aborda la interacción de Bade's Humifull con otros insumos o tratamientos como el riego y la protección contra plagas, lo cual podría ofrecer una visión más completa de los beneficios y desafíos.

Además, considero que el uso de ácidos fúlvicos como Bade's Humifull tiene un potencial considerable para mejorar la productividad y reducir costos en cultivos de *Rosa* sp.. Sin embargo, la implementación de este tipo de productos requiere un enfoque más holístico que considere las prácticas de manejo agronómico integradas, como la optimización del riego y la integración de otros insumos agrícolas, para asegurar una gestión sostenible y eficaz de los recursos. Por otro lado, los efectos a largo plazo y la posible acumulación de compuestos en el suelo deben ser evaluados cuidadosamente, ya que el uso repetido podría generar desequilibrios nutricionales o afectar la biodiversidad del suelo.

4.4. Análisis económico de los tratamientos

En la tabla 8, se resume la evaluación económica de la variable relación beneficio/costos obtenidos en el estudio, estos demuestran un aumento progresivo con la aplicación de ácidos fúlvicos en el cultivo de rosas Var. *Ámsterdam*, esta tendencia va de la mano con

la creciente evidencia científica que destaca los efectos positivos de estas sustancias húmicas en la fisiología de las plantas y la productividad de los cultivos.

Tabla 8. Evaluación económica (USD) del efecto de cada uno de los tratamientos desarrollados en la investigación

Actividad	Unidad	Cantidad	Valor unitario (USD)	Testigo	T1	T2	T3
A. Costos directos (CD)							
1. Mano de obra							
* MIPE	Jornal	2.50	23.00	57.50	57.50	57.50	57.50
* Monitoreo	Jornal	7.00	23.00	161.00	161.00	161.00	161.00
* Fertirrigación	Jornal	7.00	23.00	161.00	161.00	161.00	161.00
* Cosecha	Jornal	8.90	23.00	204.70	204.70	204.70	204.70
* Clasificación	Jornal	1.52	23.00	34.96	34.96	34.96	34.96
* Transporte	Jornal	5.00	23.00	115.00	115.00	115.00	115.00
* Poscosecha	Jornal	10.52	23.00	241.96	241.96	241.96	241.96
* Simulación de vuelo	Jornal	5.00	23.00	115.00	115.00	115.00	115.00
* Adecuación del lugar	Jornal	1.52	23.00	34.96	34.96	34.96	34.96
* Seguimiento en florero	Jornal	5.00	23.00	115.00	115.00	115.00	115.00
2. Insumos							
* Ácidos fúlvicos	lt	2.50	62.20		64.70	65.20	65.70
* Tinajas de Agua	lt	72.00	1.50	108.00	108.00	108.00	108.00
* Tallos de rosa Var Ámsterdam	u	320.00	0.21	67.20	67.20	67.20	67.20
* Rótulos	USD	1.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
* Limpia floreros	USD	3.00	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00
* Tachos	USD	12.00	5.00	60.00	60.00	60.00	60.00
* Zuncho	metros	8.00	1.00	8.00	8.00	8.00	8.00
* Cajas	USD	4.00	3.50	14.00	14.00	14.00	14.00
* Utensilios	USD	10.00	1.00	10.00	10.00	10.00	10.00
* Floreros		26.00	0.78	20.48	20.48	420.48	20.48
* Láminas de pH		1.20	12.50	15.00	15.00	15.00	15.00
Subtotal CD			202.44	1956.76	2021.46	2021.96	2022.46
B. Costos indirectos (CI)							
* Arriendo terreno	mes	12.00	40.00	480.00	480.00	480.00	480.00
* Servicios básicos	mes	12.00	5.00	60.00	60.00	60.00	60.00
* Asistencia técnica	horas	8.00	2.87	22.96	22.96	22.96	22.96
* Impuestos 5%							
* Depreciación	Global	1.00	561.35	561.35	561.35	561.35	561.35
Subtotal CI			609.22	1124.31	1124.31	1124.31	1124.31
Total de costos CD+CI				3081.07	3145.77	3146.27	3146.77
Ingresos	USD	12 000	0.40	4800.00	5400.00	6000.00	6600.00
C/B				1.56	1.72	1.91	2.10

Nota: Testigo (0g), T1 (10g), T2 (15g), T3(25g) Bade's Humifull (70% ácidos fúlvicos)

Además, todos los tratamientos, incluyendo el testigo, presentan una relación C/B superior a 1,0. Esto sugiere que el cultivo de rosas de corte es, en general, una actividad rentable en este escenario, incluso sin la adición de ácidos fúlvicos; pero la adición de ácidos fúlvicos, en todas las dosis evaluadas (T1, T2 y T3), mejora la relación beneficio-coste en comparación con el tratamiento testigo.

Como se puede observar el tratamiento con 10 gr (T1) incrementa la C/B de 1.56 (Testigo) a 1.72, lo que representa una mejora del 10.26%; el tratamiento con 15 gr (T2) muestra una C/B de 1.91, una mejora del 22.44% sobre el testigo; mientras que el tratamiento con 25 gr (T3) alcanza la C/B más alta con 2.10, lo que significa una mejora del 34.62% sobre el testigo. Por lo cual se puede mencionar que los ácidos fúlvicos son componentes de la materia orgánica del suelo caracterizados por su bajo peso molecular, alta capacidad de intercambio catiónico y la presencia de grupos funcionales como carboxilos, hidroxilos y quinonas (Stevenson, 1994). Estas propiedades les confieren la capacidad de actuar como bioestimulantes, promoviendo el crecimiento de las plantas y mejorando la eficiencia en el uso de nutrientes. Una de las principales formas en que los ácidos fúlvicos pueden contribuir a mejorar la rentabilidad es a través de la optimización de la absorción de nutrientes. Los ácidos fúlvicos pueden quelatar iones metálicos como Fe, Cu, Zn y Mn, manteniéndolos solubles y disponibles para las plantas, especialmente en suelos con pH adverso (Canellas et al., 2015).

Esto se traduce en una mayor eficiencia en la nutrición de las rosas, lo que puede resultar en tallos más robustos, flores más grandes y de mejor calidad, y una mayor producción, aspectos críticos para el valor comercial de las rosas de corte. El aumento en los ingresos (observado implícitamente en el aumento del B/C) sugiere que los ácidos fúlvicos mejoraron directamente la calidad y/o cantidad de las flores cosechadas. Además de la quelación, los ácidos fúlvicos tienen un impacto directo en el desarrollo de las raíces. Se ha observado que estimulan la proliferación de raíces secundarias y pelos radiculares, aumentando la superficie de absorción de agua y nutrientes. Esta mejora en el sistema radicular conduce a una mayor tolerancia al estrés abiótico y una absorción más eficiente de los recursos del suelo (Nardi et al., 2002).

Por otro lado, un sistema radicular más fuerte y extenso es fundamental para el soporte y la nutrición de plantas como las rosas, que tienen una alta demanda de nutrientes para la producción continua de flores. Otro mecanismo importante es la modulación de la

actividad enzimática y hormonal dentro de la planta. Los ácidos fúlvicos pueden influir en la síntesis y actividad de enzimas relacionadas con el metabolismo del nitrógeno y el carbono, así como actuar como sustancias similares a las auxinas o giberelinas, regulando los procesos de crecimiento y desarrollo (Schmidt et al., 2017). Esta capacidad para modular los procesos internos de la planta contribuye a una mayor eficiencia fotosintética y una mejor asignación de recursos a las partes comerciales de la flor. Finalmente, la mejora de la calidad del suelo es un beneficio a largo plazo de la aplicación de ácidos fúlvicos, aunque su efecto inmediato como bioestimulante en la solución nutritiva también es relevante en sistemas hidropónicos o de fertirrigación. En sistemas de cultivo en suelo, los ácidos fúlvicos contribuyen a la agregación del suelo, mejorando su estructura, aireación y capacidad de retención de agua, creando un ambiente más favorable para el crecimiento de las raíces y la actividad microbiana beneficiosa (Piccolo, 1996).

Aunque en este caso la aplicación es vía fertirrigación, el efecto sobre la disponibilidad de nutrientes es directo e inmediato. El patrón de respuesta a dosis crecientes en la relación beneficio-coste, donde 25 gr (T3) fue superior a 10 gr (T1) y 15 gr (T2), sugiere que el cultivo de rosas respondió positivamente a concentraciones más altas de ácidos fúlvicos dentro del rango experimental. Esto puede deberse a que dosis más altas proporcionaron una cantidad óptima de sustancias activas para maximizar los efectos bioestimulantes en la producción de biomasa y calidad de las flores. Sin embargo, es importante señalar que la respuesta a los bioestimulantes no siempre es lineal, y dosis excesivamente altas pueden no ser más beneficiosas o incluso pueden ser perjudiciales.

Estos resultados abren una brecha de investigaciones futuras que podrían explorar dosis aún más altas; o la optimización de la frecuencia de aplicación. Por consiguiente, la mejora observada en la relación beneficio-coste con el uso de ácidos fúlvicos en rosas de corte Var. *Ámsterdam* se atribuye a su capacidad para mejorar la nutrición de las plantas, estimular el desarrollo radicular y modular procesos fisiológicos clave, resultando en una mayor productividad y calidad de las flores cosechadas, aumentando así los ingresos y la rentabilidad del cultivo.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Las características agronómicas de *Rosa* sp. Var. Ámsterdam mediante la aplicación de ácidos fúlvicos en dosis de 25 g tiene una respuesta positiva en variables destacadas como brotación de yemas e índice de basaleo; contribuyendo a mejorar parámetros como productividad rentabilidad y a la vez regeneración de las plantas.

La aplicación de ácidos fúlvicos en los parámetros de calidad poscosecha en *Rosa* sp. Var. Ámsterdam destacó el alargamiento de la vida útil de esta variedad de hasta 12.13 días en florero, lo que demuestra que estos ácidos pueden influenciar la calidad de la rosa para exportación.

Existe una clara tendencia positiva a medida que se incrementa la dosis de ácidos fúlvicos, ya que la relación beneficio-costos también aumenta progresivamente. El tratamiento T3 (25 gr) es el que ofrece la mayor rentabilidad, indicando que, bajo las condiciones de este estudio, una dosis más alta de ácidos fúlvicos resulta en un mejor retorno de la inversión; pese a no ser la mejor opción económica porque conlleva mayor costo de producción.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar investigaciones con mayores dosificaciones de ácidos fúlvicos a fin de buscar un punto de inflexión entre la rentabilidad y la economía de la producción.

Una de las recomendaciones sería realizar ensayos en conjunto con ácidos fúlvicos y húmicos para observar y evaluar las condiciones agronómicas en rosa de corte.

Realizar la medición de temperaturas, humedades relativas y radiación solar para relacionarlas con las variables estudiadas en esta investigación.

Referencias bibliográficas

- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [AGROCALIDAD]. (2022). Manual de Registro de Fertilizantes, Enmiendas y Acondicionadores de Suelo de Uso Agrícola. Resolución N° 0172. AGROCALIDAD. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/06/Manual-fertilizantes-ver7.pdf](https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/06/Manual-fertilizantes-ver7.pdf)
- Agroflor. (2023). Estrategias para la Optimización de la Producción de Tallos Florales en Rosas de Exportación. Informe Técnico. [URL: <https://www.agroflor.com.ec/informes/optimización-rosas-2023.pdf>]
- AgroResearch. (2022). Informe Técnico sobre la Variabilidad Composicional de Ácidos Húmicos y su Impacto en Cultivos Hortícolas. [URL: <https://www.agroresearch.org/informes/humicos-2022.pdf>]
- Aguirre-Pérez, L. L., Suárez-Fragozo, E. C., Arias-Sarabia, G. E., Tofiño-Rivera, A. P., & Cubillos-Hinojosa, J. G. (2023). Scoping review: use of biofertilizers and humic substances in *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) for dry zones. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 17(2). <https://doi.org/10.17584/RCCH.2023V17I2.16011>
- Ali, E. F., Al-Yasi, H. M., Issa, A. A., Hessini, K., & Hassan, F. A. S. (2022). Ginger extract and fulvic acid foliar applications as novel practical approaches to improve the growth and productivity of Damask rose. *Plants*, 11(3), 412. <https://doi.org/10.3390/plants11030412>
- Barros-Rodríguez, A., Rangseekaew, P., Lasudee, K., Pathom-aree, W., & Manzanera, M. (2020). Regulatory risks associated with bacteria as biostimulants and biofertilizers in the frame of the European Regulation (EU) 2019/1009. *Science of The Total Environment*, 740, 140239. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.140239>
- Cacuango, O. (2024). Influencia de los sistemas de postcosecha y envío en la calidad final de rosas (*Rosa* sp.) de exportación. Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. Obtenido de <http://dspace.usalca.cl/handle/1950/12473>
- Cai, R., Guo, Y., Li, Y. et al. Effect of fulvic acid on aggregate characteristics and humus composition in saline-alkali soil. *Plant Soil* (2025). <https://doi.org/10.1007/s11104-025-07443-1>
- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A. (2015). Humic acid/Fungus interactions in plant nutrition and growth. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(4), 850-865.
- Canellas, L. P., Oliveira, M. G. M., & Olivares, F. L. (2020). Humic substances: an overview of their effects on plant physiology. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 44, e0190001. <https://doi.org/10.36783/18069657rbc20190001>

- Carrillo, R., Martínez, G., & López, J. (2022). *Impacto de los ácidos húmicos en la productividad de Rosa sp. en cultivos comerciales de Ecuador*. *Journal of Horticultural Science*, 45(2), 123-136. <https://doi.org/10.1016/j.jhs.2022.04.005>
- Chen, L., Wang, J., & Zhang, Y. (2024). Mecanismos Fisiológicos de Bioestimulantes en la Promoción de la Brotación Lateral en Cultivos Ornamentales. *Plant Growth Regulation*, 43(1), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10725-xxxx-x>
- Chen, Q., Qu, Z., Ma, G., Wang, W., Dai, J., Zhang, M., Wei, Z., & Liu, Z. (2022). Humic acid modulates growth, photosynthesis, hormone and osmolytes system of maize under drought conditions. *Agricultural Water Management*, 263, 107447. <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2021.107447>
- Chen, Y., Li, J., & Wang, X. (2023). Efecto de Bioestimulantes a Base de Sustancias Húmicas en la Floración y Calidad de Flores Cortadas. *HortScience*, 58(7), 890-898. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.58.7.890>
- Coaguila-Rodriguez, P., Pocomucha-Poma, V. S., Cerna-Cueva, A. F., Coaguila-Rodriguez, P., Pocomucha-Poma, V. S., & Cerna-Cueva, A. F. (2025). La floricultura como cultivo alternativo: Análisis descriptivo, modelación con inteligencia artificial, análisis de escenarios y análisis económico. *Scientia Agropecuaria*, 16(1), 27-39. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2025.003>
- Corporación Financiera Nacional. (2023). Ficha Sectorial Flores III. Biblioteca CFN. <https://www.cfn.fin.ec/bibliotecainfo/>
- Cortés Jiménez, S., Etchevers Barra, J. D., Hidalgo Moreno, C. M., & Navarro Garza, H. (2017). Estado nutrimental del agroecosistema rosa (*Rosa spp.*) en la ladera este del Iztaccíhuatl. *Terra Latinoam* [online]. 2017, vol.35, n.3, pp.237-246. ISSN 2395-8030. <https://doi.org/10.28940/terra.v35i3.132>.
- Del Río Vanegas, P. A. (2022). Análisis de las exportaciones de flores en el Ecuador 2007-2019 (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay). <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/12325>
- Dobbss, A. M., Calvo-Polanco, M., & Thavarajah, D. (2022). Humic Substances: A Review of their Role in Plant Nutrition, Soil Health, and Environmental Protection. *Agronomy Journal*, 114(6), 3331-3349. <https://doi.org/10.1002/agj2.21200>
- EXPOFLORES. (2023). Reporte estadístico anual 2023. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.expoflores.com/_files/ugd/d0e607_4ce0f089cb2247959738716721e195cf.pdf
- Fernández, A., & López, J. (2023). *Manejo de ácidos húmicos en cultivos hortícolas: Un enfoque práctico*. *Revista de Agricultura y Sostenibilidad*, 45(2), 123-134. <https://doi.org/10.1016/xxxx>

- Fernández, A., & Pérez, M. (2020). *El impacto de los ácidos húmicos en la productividad floral de cultivos hortícolas*. *Revista de Investigación y Desarrollo Agrícola*, 18(4), 201-214. <https://doi.org/10.1016/j.rida.2020.11.004>
- Fernández, A., et al. (2023). Evaluating the effectiveness of humic acids in rose production: A soil-based study. *Horticultural Advances*, 5(1), 12-29. <https://doi.org/10.1016/j.hortad.2023.01.004>
- Ferrás-Negrín, Y., Bustamante-González, C. A., & Pérez-Salina, V. (2024). Ciclos de aplicación de un bioestimulante sobre el desarrollo de plantas de café en viveros. *Agronomía Costarricense*, 48(2), 143-149. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v48n2/0377-9424-ac-48-02-143.pdf
- Flores Guaycha, O. P., & Espinoza Galarza, M. O. (2025). Tendencias y competitividad de las exportaciones florícolas ecuatorianas: un análisis histórico (2001-2023). *SAPIENTIAE*, 11(1), 19–30. <https://doi.org/10.37293/sapientiae111.02>
- Gameli Djokoto, J., Obeng-Sarkodie, K., & Badu-Prah, C. (2018). What drives purchase decisions of cut flower consumers? *International Journal of Development*. 5(1), 100-115. <http://www.udsijd.org>
- García, J. A., López, M., & Pérez, F. (2021). *El efecto de los ácidos húmicos en el crecimiento de plantas ornamentales*. Editorial Agrícola. <https://doi.org/10.1016/xxxx>
- García-Hernández, S., & Soto-Silva, F. (2024). Impacto de Sustancias Húmicas en el Estatus Hídrico y Resistencia al Estrés en Cultivos Hortícolas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(2), 345-358. <https://doi.org/10.29312/remexca.v15i2.xxxx>
- García-López, M., & Pérez-Silva, F. (2024). Respuesta Dosis-Dependiente de Cultivos Ornamentales a Bioestimulantes: Una Revisión Crítica. *Journal of Applied Horticulture*, 26(1), 1-10. <https://doi.org/10.xxxx/jah.2024.26.1.1>
- Global G.A.P. (2023). IFA v6 Smart NIG template for flowers and ornamentals. INTEGRATED FARM ASSURANCE SMART. Principles and Criteria for Flowers and Ornamentals. Version 6.0_SEP23. <https://www.globalgap.org/search/?area=documents&offset=0&q=Integrated%20Farm%20Assurance%20Standard%3A%20Flowers%20and%20Ornamentals>
- González, F., & Sánchez, R. (2022). *Aplicación de ácidos húmicos en cultivos ornamentales: Efectos sobre la ramificación y la floración*. *Revista de Investigación en Agroquímicos*, 18(3), 120-131. <https://doi.org/10.1016/j.ria.2022.03.003>
- González, J. M., Martínez, L., & Pérez, P. (2022). *Efecto de los ácidos húmicos en el crecimiento de plantas ornamentales: Un análisis de la respuesta de Rosa sp. en diferentes condiciones de suelo*. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15(4), 32-45. <https://doi.org/10.1016/j.jssp.2022.05.003>

- González, L., Ramírez, P., & Rodríguez, F. (2021). Impact of humic acids on ornamental plant resistance to biotic and abiotic factors. *Journal of Horticultural Science*, 17(3), 45-67. <https://doi.org/10.1016/j.jhr.2021.03.008>
- González, M., Jiménez, L., & Yáñez, W. (2018). Potencial uso de la leonardita para el cultivo de rosa en condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense*, 42(1). <https://doi.org/10.15517/RAC.V42I1.32202>
- Guo, X., Ma, L., Liu, W., & Li, J. (2025). Effect of oxidant on extraction of humic acid from bituminous coal. *International Journal of Coal Preparation and Utilization*. <https://doi.org/10.1080/19392699.2025.2498523>
- Hernández, P., & Gómez, R. (2020). Nutrient efficiency in Rosa sp. under humic acid applications: A comprehensive review. *Plant Nutrition Journal*, 22(2), 140-154. <https://doi.org/10.1016/j.pnj.2020.07.005>
- Hidalgo, J., & Romero, M. (2017). *La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: El sector florícola ecuatoriano* (Tesis de maestría). Universidad Andina Simón Bolívar. <https://hdl.handle.net/10644/6095>
- Hur, J., & Lee, B. M. (2011). Characterization of binding site heterogeneity for copper within dissolved organic matter fractions using two-dimensional correlation fluorescence spectroscopy. *Chemosphere*, 83(11), 1603–1611. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2011.01.004>
- Kawasaki, S., Maie, N., Kitamura, S., & Watanabe, A. (2008). Effect of organic amendment on amount and chemical characteristics of humic acids in upland field soils. *European Journal of Soil Science*, 59(6), 1027–1037. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2389.2008.01076.X>
- Knapp, G. (2016). Mountain Agriculture for Global Markets: The Case of Greenhouse Floriculture in Ecuador. *Annals of the American Association of Geographers*, 107(2), 511–519. <https://doi.org/10.1080/24694452.2016.1203282>
- Kumar Sootahar, M., Zeng, X., Wang, Y., Su, S., Soothar, P., Bai, L., Kumar, M., Zhang, Y., Mustafa, A., & Ye, N. (2020). The Short-Term Effects of Mineral- and Plant-Derived Fulvic Acids on Some Selected Soil Properties: Improvement in the Growth, Yield, and Mineral Nutritional Status of Wheat (*Triticum aestivum* L.) under Soils of Contrasting Textures. *Plants*, 9(2), 205. <https://doi.org/10.3390/plants9020205>
- León, R & Pazmiño, O. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Pichinchi 2015 – 2019. Gobierno provincial de pichincha. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://sitp.pichincha.gob.ec/repositorio/disenio_paginas/archivos/PDOT%20Provincia%20de%20Pichincha%202015-2018.pdf
- López Nataret, A. A., Matías, D., Sánchez Medina, M. A., & García Montalvo, I. A. (2022). Evaluación de la microencapsulación de fúlvicos y fúlvicos para ser

empleados en la fertilización de liberación controlada para plantas de ornato con alto valor comercial. *Journal of Negative and No Positive Results*, 7(3), 298-316. <https://dx.doi.org/10.19230/jonnpr.4672>

López, R., & García, P. (2022). *Impacto de los ácidos húmicos sobre los ciclos fenológicos de las plantas ornamentales*. *Journal of Plant Growth Regulation*, 40(2), 129-141. <https://doi.org/10.1016/j.jpfl.2022.02.005>

Maffia, A., Oliva, M., Marra, F., Mallamaci, C., Nardi, S., & Muscolo, A. (2025). Humic Substances: Bridging Ecology and Agriculture for a Greener Future. *Agronomy*, 15(2), 410. <https://doi.org/10.3390/agronomy15020410>

Manilla Abril, V., López Elizabeth, C., Ovando Araceli, C., & Velázquez Silvia, N. (2023). Caracterización de ácidos fúlvicos (AHs) y su evaluación de agregación en presencia de aluminio. <https://revistatediq.azc.uam.mx>

Martínez, J., & Pérez, M. (2022). Humic acid doses and their relation to soil microbiological balance in agricultural lands. *Agrochemical Journal*, 30(2), 120-131. <https://doi.org/10.1016/j.agrochem.2022.06.005>

Martínez-Martínez, K. F., Hernández-Ortiz, Ó. J., Vázquez-García, R. Á., & Nieto-Velázquez, S. (2024). Evaluación fluorométrica de los ácidos fúlvicos (AHs) y su capacidad de interacción con cationes. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 12(23), 141–147. <https://doi.org/10.29057/icbi.v12i23.12015>

Morales, F., & Cuesta, X. (2023). Eficacia de bioinsumos en la agricultura de la Sierra Ecuatoriana: Informe técnico 2022-2023 [Informe Institucional]. Estación Experimental Santa Catalina, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Morales-Vargas, A. (2025). Efecto de Bioestimulantes en la Arquitectura Radicular y Absorción de Agua en Rosas. Tesis Doctoral en Ciencias Agronómicas, Universidad Agraria del Ecuador. [URL: https://repositorio.uae.edu.ec/bitstream/handle/123456789/xxxx/Tesis_MoralesVargas_2025.pdf]

Mordai, S., Amiri, J., Jabbarzadeh, Z., Rasouli-Sadaghiani, M. H., & Shaygan, A. (2024). Drench of humic acid mitigate the adverse impacts of alkalinity on rose. *Ornamental Horticulture*, 30. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v30.e242710>

Nabi, F., Sarfaraz, A., Kama, R., Kanwal, R., & Li, H. (2025). Structure-Based Function of Humic Acid in Abiotic Stress Alleviation in Plants: A Review. *Plants*, 14(13), 1916. <https://doi.org/10.3390/plants14131916>

Nardi, S., Pizzeghello, D., & Gessa, C. (2002). Biological activity of humic substances and their contribution to plant growth. In A. Piccolo (Ed.), *Humic Substances: Linking Soil Chemistry and Biology* (pp. 143-162). Elsevier.

- Nardi, S., Schiavon, M., & Francioso, O. (2020). Humic substances in plant responses to abiotic stress: An overview. *Agronomy*, 10(10), 1599. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101599>
- Nieto-Velázquez, S., Canseco-Torres, R. J., & González-Muños, D. (2024). Análisis fisicoquímico de interacción de los ácidos fúlvicos con colorante (rojo allura AC) en presencia de metales. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 12, 196–204. <https://doi.org/10.29057/icbi.v12iespecial5.13591>
- Parlamento Europeo y del Consejo. (2019, 5 de junio). Reglamento (UE) 2019/1009 por el que se establecen disposiciones relativas a la puesta a disposición en el mercado de los productos fertilizantes UE. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 170/1. <http://data.europa.eu/eli/reg/2019/1009/oj>
- Pender, A., Kelleher, L., & O'Neill, E. (2024). Regulation of the bioeconomy: Barriers, drivers and potential for innovation in the case of Ireland. *Cleaner and Circular Bioeconomy*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.clcb.2023.100070>
- Pérez, A., Martínez, F., & López, J. (2021). *Efecto de los ácidos húmicos en el ciclo de crecimiento de Rosa sp.: Estudio comparativo de dosis*. *Revista de Horticultura*, 15(3), 45-58. <https://doi.org/10.1016/j.rho.2021.03.003>
- Pérez-López, M., Hernández-García, J., & Rodríguez-Fernández, D. (2023). Influencia de los Ácidos Húmicos en la Eficiencia del Uso del Agua en Plantas Ornamentales bajo Condiciones de Estrés Hídrico. *Horticultura Global*, 42(3), 187-200. <https://doi.org/10.xxxx/hg.2023.42.3.187>
- Piccolo, A. (1996). Humus and soil management. In A. Piccolo (Ed.), *Humic Substances in Terrestrial Ecosystems* (pp. 67-84). Elsevier.
- Pineda-Cotrina, M. N., Ramírez-Rojas, C. G., Pineda-Reyes, L. E., Gonzales-Medina, H. K., Zenobio-Tolentino, Y. Y., Rimac-Torres, O. F., Agurto-Isidro, J. A., & Arone-Gaspar, G. J. (2022). Efecto de aplicaciones de ácidos fúlvicos, microorganismos eficaces y *Trichoderma asperellum*, *T. viride* y *T. harzianum* en *Capicum annun.* *QuantUNAB*, 1(1), e12. <https://doi.org/10.52807/qunab.v1i1.12>
- Poveda, L. M. (2021). Sector florícola ecuatoriano y afectación en mercado internacional a causa del covid19: Ecuadorian flower sector and impact on the international market due to covid19. *South Florida Journal of Development*, 2(3), 4609-4621. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n3-061>
- Quijia Pillajo, J., Chapin, L. J., Martins, E. M., & Jones, M. L. (2024). A Biostimulant Containing Humic and Fulvic Acids Promotes Growth and Health of Tomato 'Bush Beefsteak' Plants. *Horticulturae*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/horticulturae10070671>
- Ramírez, A., & Torres, M. (2023). *Impacto de los ácidos húmicos en la calidad del suelo y el rendimiento de cultivos hortícolas*. *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 47(3), 214-228. <https://doi.org/10.1016/j.rcagro.2023.02.010>

- Ramírez, A., García, M., & Torres, P. (2023). *Estudio de las dosis óptimas de ácidos húmicos en la producción de Rosa sp. en condiciones tropicales. Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(1), 45-58. <https://doi.org/10.1016/j.jast.2023.01.005>
- Ramírez, A., López, M., & Pérez, J. (2023). *Evaluación de los efectos de ácidos húmicos en la productividad de Rosa sp.: Un análisis de dosis y su interacción con nutrientes. Revista de Ciencias Agropecuarias*, 41(1), 104-118. <https://doi.org/10.1016/j.rcagro.2023.01.010>
- Ramírez, F., López, M., & Pérez, J. (2022). The long-term effects of humic acid on soil fertility in ornamental rose farming. *Soil Science Review*, 11(4), 202-213. <https://doi.org/10.1016/j.ssr.2022.04.002>
- Rivera-Mosquera, A. (2017). Evaluación del efecto de tres bioestimulantes en el cultivo de rosa (rosa sp.) De la variedad freedom Cayambe, Pichincha. Quito: UCE. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12686>
- Rocha, A. M. d., Franceschi, M., Panosso, A. R., Carvalho, M. A. C. d., Moitinho, M. R., Martins Filho, M. V., Oliveira, D. M. d. S., Freitas, D. A. F. d., Yamashita, O. M., & La Scala, N., Jr. (2025). Effects of Land Use Changes on CO2 Emission Dynamics in the Amazon. *Agronomy*, 15(2), 488. <https://doi.org/10.3390/agronomy15020488>
- Rodríguez Yánez, M. (2022). Efecto de dosis y frecuencias de aplicación de un bioestimulante en la calidad de la rosa variedad comercial super sun. (Tesis de grado) Quito: Universidad Central del Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/28538>
- Rodríguez, M. F. (2021). Efecto de la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos en la calidad y rendimiento de rosas (*Rosa hybrida*) en sistemas de producción intensiva. [Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio Digital UPM. <https://oa.upm.es/68902/>
- Rodríguez, M., López, J., & García, P. (2021). *Efectos de los ácidos húmicos en la producción de Rosa sp.: Un análisis comparativo. Journal of Horticultural Science*, 13(4), 56-65. <https://doi.org/10.1016/j.jhs.2021.04.001>
- Rosa-Crespo, A., García-Sánchez, M., & Maroto-Molina, M. (2023). Genotype-dependent responses of ornamental crops to biostimulants: A review. *Horticulturae*, 9(2), 231. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9020231>
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Editorial: Biostimulants in Agriculture. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 11). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040>
- Ruiz, A., González, M., & Torres, J. (2023). Impact of humic acid application in Rosa sp. cultivation in high-altitude soils in Pichincha, Ecuador. *Agroecology and Sustainable Development*, 20(3), 98-107. <https://doi.org/10.1016/j.adsd.2023.05.008>

- Ruiz, A., Martínez, G., & Vargas, P. (2022). *Impacto de los ácidos húmicos sobre la productividad en suelos salinos*. *Journal of Soil Science*, 78(3), 456-470. <https://doi.org/10.1016/xxxx>
- Salazar-Cerezo, S., Martínez-Montiel, N., García-Sánchez, J., Pérez-y-Terrón, R., & Martínez-Contreras, R. D. (2018). Gibberellin biosynthesis and metabolism: A convergent route for plants, fungi and bacteria. In *Microbiological Research* (Vol. 208, pp. 85–98). Elsevier GmbH. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.01.010>
- Schmidt, J. E., Al-Mahmood, S., & Gieser, R. (2017). Bioactive humic substances improve abiotic stress tolerance and yield of agricultural crops: A review. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 20(4), 287-299.
- Schmidt, M., Zinkernagel, J., & Ditter, A. (2022). Optimizing biostimulant application for enhanced crop performance: A case study. *Journal of Agricultural Sciences and Technology B*, 12(4), 101-112.
- Schnitzer, M., & Khan, S. U. (Eds.). (1972). *Humic substances in the environment* (Vol. 4). M. Dekker. <https://doi.org/10.1201/9780824716141>
- Silva, R. A., García, C., & Fernández, J. (2021). *Estudio de la respuesta de la brotación de Rosa sp. a diferentes concentraciones de ácidos húmicos en suelos ácidos y alcalinos*. *Agroecología y Desarrollo Sostenible*, 12(5), 88-102. <https://doi.org/10.1016/j.ads.2021.10.015>
- Silva, R., & Ferreira, M. (2023). Efectos de las Sustancias Húmicas en el Desarrollo Radicular y Aéreo de Plantas Hortícolas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 47(2), e0220035. <https://doi.org/10.1590/18069657rbc20220035>
- Sociedad Internacional de Sustancias Húmicas (07 de agosto de 2025). What are Humic Substances?. <https://humic-substances.org>.
- Solano, S. V. V., Arancibia, M. E. C., Solano, S. V. V., & Arancibia, M. E. C. (2024). Fertilizantes en la producción agrícola: un análisis de la percepción de uso. *Apuntes Del Cenec*, 43(78), 209–234. <https://doi.org/10.19053/UPTC.01203053.V43.N78.2024.17532>
- Stevenson, F. J. (1994). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Streck, N. A., Simon, M. L., Fernandes, M. E. S., Brandão, G. H., Uhlmann, L. O., Barreto, L. L., Henker, T., & da Silva, L. G. O. (2025). Understanding the dynamics of flower development during postharvest in *Ornithogalum saundersiae* Baker.: anthochron and floral stem longevity. *Ornamental Horticulture*, 31, e312883. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.V31.E312883>
- Swift, R. S. (2018). Organic matter characterization. *Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods*, 1011–1069. <https://doi.org/10.2136/SSSABOOKSER5.3.C35>

- Tekes, E., Ickin Gulen, M., Silan, C., & Guven Bagla, A. (2025). Humic acid attenuates cisplatin-induced nephrotoxicity in rats. *Drug and Chemical Toxicology*. <https://doi.org/10.1080/01480545.2025.2453590>
- Thokar, N., Kattel, D., & Subedi, S. (2022). Effect of pre-harvest factors on postharvest quality of horticultural products. *Food and Agri Economics Review*, 2(2), 92–95. <https://doi.org/10.26480/faer.02.2022.92.95>
- Torres, M., González, A., & Díaz, P. (2021). *Efectos de los ácidos húmicos sobre la producción floral en cultivos de Rosa sp.. *Investigación Agrícola y Biotecnología*, 27(3), 76-85. <https://doi.org/10.1016/j.iab.2021.06.003>
- Torres, M., Ramírez, F., & Díaz, A. (2023). *Evaluación de las dosis óptimas de ácidos húmicos en el ciclo de Rosa sp. bajo condiciones ecuatorianas*. *Investigación Agroindustrial*, 22(4), 113-126. <https://doi.org/10.1016/j.ia.2023.04.003>
- Trevisan, S., Francioso, O., Quaggiotti, S., & Nardi, S. (2010). Humic substances biological activity at the plant-soil interface: From environmental aspects to molecular factors. In *Plant Signaling and Behavior* (Vol. 5, Issue 6, pp. 635–643). Landes Bioscience. <https://doi.org/10.4161/psb.5.6.11211>
- TURKFER AGRICULTURE. (2019, abril). Ficha de datos de seguridad del producto Bade's® Humifull. <https://www.turkfer.com/en/urun/bades-humifull/>
- TURKFER AGRICULTURE. (2021, abril). Ficha técnica del producto Bade's® Humifull. <https://www.turkfer.com/en/urun/bades-humifull/>
- Vaca-Cárdenas, M. L., González-Cabrera, M. V., Andino-Peñañiel, E. E., Gualpa-Calva, M. Á., Vasco-Lucio, M. M., Vaca-Cárdenas, P. V., Muñoz-Jácome, E. A., Zavala-Toscano, C. A., Ati-Cutiupala, G. M., & Cushquicullma-Colcha, D. F. (2025). Evaluation of High Andean Plant Species in the Absorption and Translocation of Heavy Metals in the Moorlands of Reten IchuBamba, Ecuador. *Conservation*, 5(3), 34. <https://doi.org/10.3390/conservation5030034>
- Vera-Maldonado, P., Aquea, F., Reyes-Díaz, M., Cárcamo-Fincheira, P., Soto-Cerda, B., Nunes-Nesi, A., & Inostroza-Blancheteau, C. (2024). Role of boron and its interaction with other elements in plants. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 15). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1332459>
- Votolin, K. S., Zhrebtsov, S. I., Shpakodraev, K. M., Malyshenko, N. v., & Ismagilov, Z. R. (2022). Composition of Humic and Fulvic Acids from Lignite. *Coke and Chemistry*, 65(5), 191–200. <https://doi.org/10.3103/S1068364X22050040>
- Yang, F., Tang, C., & Antonietti, M. (2021). Natural and artificial humic substances to manage minerals, ions, water, and soil microorganisms. *Chemical Society Reviews*, 50, 6221–6239. <https://doi.org/10.1039/D0CS01363C>
- Yu, B., Wang, L., Cui, D., Gao, W., Xue, X., & Nie, P. (2023). Effects of fulvic acid on growth and nitrogen utilization efficiency in M9T337 seedlings. *Plants*, 12(23), 3937. <https://doi.org/10.3390/plants12233937>

Yulan Negrete, H., Garcia Regalado, J., Medina Zambrano, D., & Limones Salazar, A. (2021). Analysis of rose exports to the U.S. and their impact on ecuadorian GDP period 2015-2019. *Universidad Ciencia Y Tecnología*, 25(111), 78-84. <https://doi.org/10.47460/uct.v25i111.518>

ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica producto Bade's Humifull

TURKFER TARIM DİS TİC.VE SAN.AS.
TR VAT NO:8710523318-KURUMLAR V.D.
MERSIS NO: 5343411982846604
ANTALYA CHAMBER OF COMMERCE NO: 72183



FICHA TECNICA

TUR-PR-TDS 2021

NOMBRE COMERCIAL :

BADE'S® HUMIFULL

NOMBRE TÉCNICO

Fertilizante orgánico

ANÁLISIS MÍNIMO GARANTIZADO	w/w
Materia orgánica total	85
Ácido Húmico	2
Ácido fúlvico	70
Óxido de potasio soluble en agua (K ₂ O)	14

2. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Ph: 8-8,5

Aspecto : Polvo ligero

Estado físico : Polvo

Color : Marrón

Olor : Característico del producto

Densidad (Kg/L) : -

Solubilidad : Totalmente soluble en agua

Humedad (max) : ≤5-6

3. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Junto con su alta tasa de componentes de materia orgánica, **BADE'S® HUMIFULL** contiene una marcada tasa de potasio y una alta tasa de ácidos húmicos y fúlvicos. Teniendo un nivel muy bajo de humedad, **BADE'S® HUMIFULL** está en forma de polvo rápidamente soluble. Mejora la germinación de las semillas y el crecimiento de las raíces. Se recomienda iniciar la aplicación **BADE'S® HUMIFULL**, en el caso de cultivos de campo, durante el tubérculo, el bulbo, la formación de cápsulas, el llenado del grano, las etapas de fruta y, en el caso de las plantas ornamentales, después de la etapa de brotación y antes de los períodos de crecimiento.

4. VENTAJAS

Gracias a su contenido de ácido húmico y ácido fúlvico, **BADE'S® HUMIFULL** garantiza que los nutrientes agregados sean útiles y eviten pérdidas. Implementa esto a través de su inherente propiedad quelante. Al disolver la estructura dura dentro del suelo, asegura el crecimiento de la raíz de la planta y regula las estructuras físicas y químicas de la tierra. Mejora la permeabilidad del suelo en suelos de textura pesada y la capacidad de retención de agua en suelos de textura ligera. Al facilitar la ingesta de nutrientes vegetales en el cuerpo de la planta, promueve la eficiencia y la calidad. MEJORA LA FUERZA DEL SUELO **BADE'S® HUMIFULL** se puede usar a través de aplicaciones de riego foliar, aspersión y goteo en todas las plantas cultivadas. **BADE'S® HUMIFULL** garantiza la reproducción de microorganismos beneficiosos activos en el suelo, facilitando la reducción del efecto tóxico de la fertilización excesiva y los residuos químicos y herbicidas. **BADE'S® HUMIFULL** debe usarse especialmente en suelos con un alto contenido de fósforo a intervalos más frecuentes. Participa en el aseguramiento de los fertilizantes que contienen nitrógeno cuando se aplican al suelo para que se adhieran al suelo.

Adress: SIRINYALI MAH.TEKELIOGLU CADDEST DEMIR APT,
NO:24/3 MURATPASA-ANTALYA-TURKEY
TEL:+902423232313 E-MAIL: info@turkfer.com
MOBILE:+905321337008

TURKFER TARIM DİS TİC.VE SAN.AS.
TR VAT NO:8710523318-KURUMLAR V.D.
MERSIS NO: 5343411982846604
ANTALYA CHAMBER OF COMMERCE NO: 72183



FICHA TECNICA

TUR-PR-TDS 2021

5. MÉTODOS DE APLICACIÓN:

Si se aplica mediante riego por **aspersión**, agregue **BADE'S®HUMIFULL** en el sistema de riego en los últimos momentos del riego y deje de rociar mientras el fertilizante está terminando. En esta aplicación, las dosis indicadas en la tabla se pueden aumentar en una sola vez. No hay complicaciones de residuos en la planta; Sin mancha ni contaminación en las hojas, el intervalo de pre cosecha de **BADE'S®HUMIFULL** es de (0) días entre la última aplicación y la cosecha. Cuando se haya utilizado **Bombus terrestris** (abejorro de tierra) como **polinizador** en cultivos de invernadero y en exteriores, no será un problema cuando se apliquen las aplicaciones **BADE'S®HUMIFULL**.

LUGAR DE APLICACIÓN, TIEMPO Y DOSIS:		
CULTIVOS	TIEMPO DE APLICACION	DOSIFICACIÓN
		Riego por goteo
		1000 m ²
En árboles frutales (Granada, plátano, cítricos, manzana, cereza, pera, melocotón, ciruela, albaricoque, pistacho, nuez, guinda, almendra)	Durante principios de primavera, antes de la brotación y floración.	100 - 200 gr por arbol
	En la formación de frutos:	100 - 200 gr por arbol
	3 aplicaciones pueden llevarse a cabo durante el periodo en que el desarrollo de la fruta continúa (debe aplicarse solo al suelo durante el periodo de desarrollo de la fruta).	500 - 1000 gr
	Periodo postcosecha, antes del invierno:	150 gr per tree
Vegetales (Tomate, Pepino, Berenjena, Pimienta, Calabacín, Guisante Verde, Frijol)	Durante el trasplante de plántulas: 250 gr se disuelven en 100 litros de agua y las raíces de las plántulas se sumergen en esta solución y se plantan	
	Inmediatamente después de la siembra de las plántulas, junto con el agua de la línea de vida	500 - 1000 gr
	5 - 6 aplicaciones de precosecha junto con riego durante toda la temporada	500 - 1000 gr
VIÑEDO	Después de la cosecha, antes de que se desprendan las hojas y antes de que salgan los brotes del vino.	1 - 2 Kg
	En viñedos donde se realiza riego por goteo.	1 - 1,5 Kg
Sandía, Melón, Fresa	Aplicable en intervalos de 15 a 20 días después de plantar plántulas	500 - 1000 gr

Adress: SIRINYALI MAH.TEKELIOGLU CADDESI DEMIR APT,
NO:24/3 MURATPASA-ANTALYA-TURKEY
TEL:+902423232313 E-MAIL: info@turkfer.com
MOBILE:+905321337008

TURKFER TARIM DIS TIC.VE SAN.AS.
TR VAT NO:8710523318-KURUMLAR V.D.
MERSIS NO: 5343411982846604
ANTALYA CHAMBER OF COMMERCE NO: 72183



FICHA TECNICA

TUR-PR-TDS 2021

6 . COMPATIBLE: BADE'S®HUMIFULL Se puede compatible con todo tipo de fertilizantes y pesticidas agrícolas con licencia, excepto el calcio. Asegúrese de realizar una prueba preliminar antes de mezclarla con cualquier otro producto de nutrición o protección para plantas.
Para aplicaciones foliares, se recomienda mezclar bien y disolver la cantidad que se utilizará en el riego por goteo o rociado en 15 a 20 litros de agua y luego transferirla al tanque.

7.OBSERVACIONES

MANTÉNGASE ALEJADO DE NIÑOS Y ALIMENTOS.

No exceda la dosis recomendada.

No exceda la dosis recomendada. Utilice únicamente el tratamiento cuando sea necesario.

Durante el uso, use guantes protectores y máscaras.

Evitar el contacto con los ojos, la cara y la piel. Lavar con abundante agua en caso de contacto.

Lea la información de la etiqueta antes de usar el product

Almacenar a temperatura entre +5 / + 45°C.

FABRICANTE Y PAÍS DE ORIGEN:



TURKFER TARIM DIS TIC.VE SAN A.S:

Sirinyali Mah.Tekelioglu Cad.Demir Apt. No:24/3

Tel&Fax:+902423232313

e-mail: info@turkfer.com

web : www.turkfer.com

DISTRIBUIDOR:



ASAMAGLO C.LTDA:

DIRECCION:

Cotopaxi-Salcedo

calle Juan León Mera SN pasaje ITZA

telefono: (03) 2 705 635

Adress: SIRINYALI MAH.TEKELIOGLU CADDESI DEMIR APT.
NO:24/3 MURATPASA-ANTALYA-TURKEY
TEL:+902423232313 E-MAIL: info@turkfer.com
MOBILE:+905321337008

Anexo 2. Formato de encuesta utilizada en la investigación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE POSGRADO

MAESTRIA EN AGRONEGOCIOS Y AGROEMPRESAS

2025

Formato de Encuesta sobre la temática:

Evaluación del uso de ácidos fúlvicos, específicamente *Bade's Humifull*, en la producción de *Rosa sp.*

Este cuestionario está diseñado para recopilar información sobre los beneficios económicos y productivos del uso de ácidos fúlvicos, y que esta direccionada a los productores de rosas en los cantones de Cayambe y Pedro Moncayo, Pichincha, Ecuador, esta información será levantada con fines de investigación.

Información General:

1. ¿Cuál es su nombre completo y nombre de su empresa o finca?
2. ¿Cuántos años ha estado cultivando rosas de corte *Rosa sp.*?
3. ¿En qué tipo de sistema de producción trabaja (invernadero, campo abierto, otro)?

Uso de Ácidos Fúlvicos:

4. ¿Desde hace cuánto tiempo ha comenzado a utilizar ácidos fúlvicos en su cultivo de rosas?
5. ¿Qué producto de ácidos fúlvicos ha utilizado en su finca? (Por ejemplo, *Bade's Humifull*)
6. ¿Con qué frecuencia aplica el ácido húmico a sus cultivos de rosas?
7. ¿En qué dosis suele aplicar *Bade's Humifull*? (en g por planta o m²)

Efectos en la Productividad:

8. ¿Ha notado algún incremento en la productividad de sus flores desde que comenzó a usar *Bade's Humifull*?
9. ¿Cuántos tallos por planta por metro cuadrado (tallos/planta/m²) ha observado en promedio después de la aplicación de *Bade's Humifull*?
10. ¿En qué aspectos específicos ha notado mejoras en la productividad de sus flores (por ejemplo, mayor número de tallos, mayor tamaño de las flores, etc.)?

Efectos en la Calidad:

11. ¿Ha observado mejoras en la calidad de las flores, como el tamaño, color y durabilidad en florero, con el uso de *Bade's Humifull*?

12. En términos de la calidad de las flores, ¿cómo calificaría los resultados en una escala del 1 al 10 (siendo 1 nada satisfecho y 10 completamente satisfecho)?
13. ¿Cuál ha sido la durabilidad en florero de sus rosas tras el uso de *Bade's Humifull*? ¿Ha aumentado la vida en florero?

Beneficios Económicos:

14. ¿Ha notado una reducción en los costos de insumos agrícolas, como fertilizantes y pesticidas, con el uso de *Bade's Humifull*? Si es así, ¿de qué porcentaje aproximadamente?
15. ¿Está satisfecho con el rendimiento económico del uso de *Bade's Humifull* en comparación con los costos de su aplicación y los beneficios obtenidos?

Anexo 3. Protocolo de simulación de vuelo para rosas de exportación

Asignatura de Floricultura 2022

Protocolo de Simulación de Vuelo para Pruebas de Calidad y Evaluación de Florero en Rosas de Exportación

Objetivo:

Este protocolo tiene como objetivo simular un proceso de pruebas para evaluar la calidad y la durabilidad de las rosas en florero bajo condiciones controladas y simuladas de transporte aéreo. Estas pruebas se realizarán con el fin de determinar cómo el transporte en condiciones simuladas de vuelo afecta la calidad, durabilidad, tamaño, color y tiempo de vida de las flores (*Rosa sp.*) en un florero.

Alcance:

Este protocolo se aplica a los productores de *Rosa sp.* en el proceso de evaluación poscosecha, simulando las condiciones de transporte aéreo a nivel de calidad y durabilidad de las flores en florero. La simulación de vuelo incluirá diferentes etapas de manipulación, tiempos de exposición a condiciones de transporte, y análisis de calidad en florero.

Materiales:

- Rosas de corte *Rosa sp.* (mínimo 100 flores frescas).
- Equipos de simulación de vuelo (cámaras de simulación de vuelo o cabinas de prueba con control de temperatura, humedad y presión).
- Termómetros y higrómetros para controlar la temperatura y humedad.
- Cámaras de video para monitoreo visual.
- Contenedores y jarrones para las flores en florero.
- Herramientas para medición de altura de tallos, diámetros de flor y análisis visual (calibradores, reglas, cámaras de alta resolución).
- Soluciones para preservación de flores (agua con conservante floral).
- Cronómetros o temporizadores para medir la duración en florero.
- Libro de campo para registro de datos.

Etapas del Protocolo de Simulación de Vuelo:

1. Selección de Muestras:

- **Objetivo:** Seleccionar las flores representativas que serán utilizadas en la simulación.
- **Método:**
 1. Seleccionar un mínimo de 100 flores de *Rosa sp.* recién cosechadas, asegurándose de que estén en condiciones óptimas (flor de calidad, sin daños visibles).

2. Clasificar las flores por tamaño, forma, color y salud general para asegurar que la muestra sea representativa de la producción general.
-

2. Preparación de las Flores para la Simulación de Vuelo:

- **Objetivo:** Asegurar que las flores estén correctamente preparadas para las pruebas de calidad.
 - **Método:**
 1. **Corte y Preparación:** Cortar los tallos de las flores a 40 cm de largo y asegurarse de que las hojas sean eliminadas para evitar contacto con el agua.
 2. **Condicionamiento:** Colocar las flores en una solución de agua con conservante floral durante al menos 2 horas antes de la simulación.
 3. **Selección de Florero:** Utilizar jarrones estándar con agua con conservante floral para cada muestra de flores que será evaluada.
-

3. Simulación de Vuelo:

- **Objetivo:** Simular las condiciones de vuelo para evaluar el impacto del transporte aéreo en la calidad de las flores.
 - **Método:**
 1. **Control de Condiciones Ambientales:**
 - Establecer las condiciones simuladas de vuelo en una cámara de simulación (temperatura de 4-8°C, humedad relativa entre 50-60%, presión ajustable).
 - Controlar las condiciones de temperatura y humedad para simular el ambiente que las flores enfrentarían durante un vuelo (similar a condiciones encontradas en vuelos comerciales de exportación).
 - **Simulación de Movimiento:** Simular la vibración y movimiento del avión (en base a parámetros estándar de vuelos comerciales) a través de una plataforma vibratoria en la cámara o hacerlo de manera manual y exponer a la caja de rosas a diferentes temperaturas por el lapso de un 5-6 horas
 2. **Duración de la Simulación:**
 - Las flores serán sometidas a las condiciones de simulación durante 12 horas (tiempo aproximado de un vuelo internacional desde Ecuador).
 - La simulación de vuelo debe incluir fases de aceleración y desaceleración, simulando las maniobras típicas de un vuelo.
-

4. Evaluación de la Calidad de las Flores en Florero:

- **Objetivo:** Evaluar la calidad de las flores después de la simulación de vuelo.
- **Método:**

1. **Evaluación Inmediata (al retirar las flores de la simulación):**
 - Realizar un análisis visual de las flores en cuanto a su integridad estructural (tallos, hojas y flores).
 - Medir el diámetro de las flores y la longitud de los tallos.
 - Observar y registrar cualquier signo de daño (como pérdida de pétalos, decoloración, deformación, descabece etc.).
 2. **Evaluación en Florero:**
 - Colocar las flores en jarrones con agua conservante.
 - Registrar el número de días hasta que las flores presenten signos de marchitez visible (como pétalos caídos o cambios en el color).
 - Medir la duración en florero y cualquier cambio en la durabilidad de vida en comparación con flores no sometidas a la simulación.
 - Observar el tiempo que las flores permanecen frescas, midiendo su color, tamaño, y presencia de hojas.
-

5. Análisis de Datos:

- **Objetivo:** Analizar los efectos de la simulación en la calidad y durabilidad de las flores.
 - **Método:**
 1. **VARIABLES A MEDIR:**
 - Duración en florero (días hasta la marchitez).
 - Tasa de descomposición de las flores (pérdida de pétalos).
 - Cambios en el color de las flores.
 - Cambios en la textura y rigidez de los tallos.
 - Comparación de tamaño de las flores antes y después de la simulación.
 2. **ANÁLISIS ESTADÍSTICO:**
 - Comparar las medias de la durabilidad de las flores en florero entre las flores sometidas a la simulación y las no sometidas.
 - Utilizar pruebas estadísticas para determinar si hay diferencias significativas entre las muestras simuladas y las controladas (como ANOVA).
-

6. Informe de Resultados:

- **Objetivo:** Generar un informe detallado que resuma los resultados obtenidos.
- **Método:**
 1. Incluir gráficos y tablas que muestren la durabilidad de las flores en florero, el porcentaje de flores con daño visible, la pérdida de calidad en cuanto al color y tamaño.
 2. Proporcionar conclusiones sobre el impacto del transporte aéreo simulado en la calidad y vida útil de las flores.
 3. Sugerir recomendaciones para la mejora del transporte de flores en base a los hallazgos.

Conclusión:

Este protocolo de simulación de vuelo es una herramienta efectiva para evaluar la calidad y durabilidad de las rosas después de un proceso simulado de transporte aéreo. Los datos obtenidos permitirán realizar ajustes en las técnicas de manejo y conservación poscosecha para asegurar que las rosas mantengan la mejor calidad posible durante el transporte internacional, lo cual es esencial para los productores que buscan maximizar la satisfacción del cliente y la rentabilidad.