

**Impacto en los índices de crecimiento de las plantas de café “*Coffea*” (Variedad Castilla)  
bajo las prácticas complementarias de fertilización foliar en la Finca La Gruta de la Vereda  
La Honda del Municipio de Socorro, Santander**

Edwar Fabián Moreno Galvis, Jimmy Esteban Moreno Galvis  
Trabajo de Grado para Optar el título de administrador agroindustrial

Director

Jennifer Ricaurte Galvis

Ing. Agrícola

Universidad Industrial de Santander

Instituto de proyección regional y educación a distancia

IPRED

Bucaramanga

2026

**Dedicatoria**

*Hoy dedico a Dios este proyecto de grado por brindarme la sabiduría, fortaleza y la perseverancia necesaria para culminar esta etapa de nuestras vidas.*

*También a mis padres quienes estuvieron siempre presentes en lo largo de este camino que a pesar de que estuvimos a punto de renunciar. Gracias a su amor y apoyo incondicional nos enseñaron con su ejemplo el valor del esfuerzo y la humildad y este logro también llevan sus nombres.*

*A mis compañeros y docentes por acompañarnos y compartir su conocimiento durante estos años de nuestras carreras que aun sabiendo que no fue fácil siempre estuvieron ahí dando cada uno un poco de su conociendo para hacer posible este logro.*

**Agradecimientos**

*Damos las gracias a Dios por estar siempre acompañándonos en este proceso tan importante para nuestras vidas a nuestros padres quienes siempre estuvieron ahí apoyándonos en todo momento muchas gracias, a mis compañeros y tutores estamos muy agradecidos los cuales nos compartieron su conocimiento para ser posible este logro y a la Universidad Industrial de Santander por permitirnos ser parte de su institución y parte de su legado institucional*

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	12
1. Objetivos .....	13
1.1. Objetivo General.....	13
1.2. Objetivos Específicos.....	13
2. Marco Referencial.....	14
2.1. Marco Teórico .....	14
2.2. Marco Conceptual.....	17
2.3. Marco Legal.....	20
3. Metodología .....	22
4. Resultados y Análisis .....	24
4.1. Desarrollo Objetivo Número Uno.....	24
4.2. Desarrollo Objetivo Número Dos .....	25
4.3. Desarrollo Objetivo Número Tres.....	28
4.3.1. Características del Cultivo de Café.....	28
4.4. Desarrollo Objetivo Número Cuatro.....	37
4.4.1. Análisis Estadístico Comparativo entre Fertilización Foliar y Edáfica .....	37
4.5. Discusión .....	41
5. Conclusiones .....	42
6. Recomendaciones .....	44
Referencias Bibliográficas .....	45
Apéndices.....	46

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Descripción de la metodología de investigación implementada .....	22
Tabla 2. Tratamiento uno (Fertilización edáfica) .....	26
Tabla 3. Fertilización foliar .....	27
Tabla 4. Descripción morfológica promedio del cultivo de café .....	28
Tabla 5. Descripción morfológica promedio del cultivo de café .....	29
Tabla 6. Descripción foliar del cultivo de café .....	31
Tabla 7. Validación estadística de las diferencias observadas.....	32

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Proceso de aplicación de fertilización foliar en el cultivo de café .....	28
Figura 2. Descripción morfológica promedio del cultivo de café .....	29
Figura 3. Descripción morfológica promedio del cultivo de café .....	30
Figura 4. Comportamiento de las prácticas de fertilización Edáfica y Foliar.....	34
Figura 5. Medición de una planta con tratamiento uno (Fertilización Edáfica) .....	36
Figura 6. Medición de una planta con tratamiento dos.....	36
Figura 7. Comparación del tamaño de planta .....	39

**Lista de Apéndices**

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Fichas técnicas de los productos implementados.....	46
Apéndice B. Análisis de suelos.....	60
Apéndice C. Análisis de datos FOLIAR y EDAFICA.....	61
Apéndice D. Numero de Plantas FOLIAR y EDAFICA .....	69
Apéndice E. Información EDAFICA.....	71
Apéndice F. Suma de Tamaño de Planta.....	74
Apéndice G. Tamaño de Planta FOLIAR y EDAFICA .....	76
Apéndice H. Prueba T para medias de dos muestras emparejadas .....	79
Apéndice I. Prueba T para medias de dos muestras emparejadas.....	79
Apéndice J. Prueba T para número nudos.....	80
Apéndice K. Prueba T para Total Hojas.....	81

## Glosario

- **Absorción foliar:** Proceso mediante el cual las plantas captan y asimilan sustancias, nutrientes o partículas a través de las hojas permitiendo que estas ingresen a los tejidos vegetales y se desplacen a otras partes de la planta.
- **Agronomía:** Estudio científico y técnico del cultivo de la tierra.
- ***Coffea arábica*:** Especie de la planta de café, conocida por la producción de granos de alta calidad y sabor, originario de Etiopia y/o Yemen.
- **Crecimiento vegetativo:** Es el cambio en el tamaño de una población (Demografía) o de una planta (Biología) causado por la diferencia entre nacimientos y fallecimientos para el caso demografía, o el desarrollo de la estructura física de las hojas, tallos y raíces para el caso de la Biología.
- **Fertilización foliar:** Proceso de aplicación de fertilizantes líquidos directamente sobre las hojas de las plantas (Follaje), para que estas absorban los nutrientes a través de sus estomas y epidermis.
- **Índices de crecimiento:** Se refiere a las métricas cuantitativas que miden la rapidez con la que un valor aumenta o disminuye en un periodo determinado, expresándolo generalmente como porcentaje.
- **Nutrición vegetal:** Proceso por los cuales las plantas absorben y utilizan nutrientes esenciales para su crecimiento, desarrollo, y reproducción incluyendo la fotosíntesis y la respiración.

- **Microbiota del suelo:** Es la comunidad de microorganismos (Bacterias, hongos, protozoos, etc.) que viven en el suelo y forman un ecosistema vital para el mismo y el crecimiento de las plantas.
- **Rendimiento del cultivo:** Es la cantidad de producto agrícola cosechado por unidad de superficie de tierra o por insumo utilizado.

## Resumen

**Título:** Impacto en los índices de crecimiento de las plantas de café “Coffea” (Variedad Castilla) bajo las prácticas complementarias de fertilización foliar en la Finca La Gruta de la Vereda La Honda del Municipio de Socorro, Santander \*

**Autor:** Edwar Fabián Moreno Galvis, Jimmy Esteban Moreno Galvis \*\*

**Palabras Clave:** Fertilización Foliar, *Coffea* Arábica, Crecimiento Plantas, Rendimiento de Cultivo, Cambio Climático, Nutrición Vegetal, Socorro Santander

**Descripción:** La producción de café en Colombia ha mostrado un comportamiento estable y una tendencia de crecimiento en los últimos años, en un contexto de mejora progresiva de las prácticas agronómicas orientadas a optimizar el manejo del cultivo. Entre estas prácticas se encuentra la fertilización foliar, la cual se ha utilizado como una estrategia complementaria para favorecer la absorción de nutrientes y apoyar el desarrollo vegetal sin necesidad de ampliar las áreas cultivadas. Este estudio tiene como objetivo evaluar el impacto de la fertilización foliar complementaria en el crecimiento y fortalecimiento de las plantas de café (*Coffea arabica* var. Castilla), en la finca La Gruta, ubicada en la vereda La Honda del municipio de Socorro, Santander. Se busca contribuir al fortalecimiento de la competitividad de los productores locales frente a los desafíos ambientales. Los resultados esperados permitirán identificar cuál de los sistemas de fertilización (foliar complementaria o convencional) presenta mayor efectividad en el mejoramiento de la productividad del cultivo y su respuesta ante condiciones climáticas adversas, aportando a la sostenibilidad del sector cafetero en un contexto de cambio climático.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Instituto de proyección regional y educación a distancia. Director: Jennifer Ricaurte Galvis. Ingeniería Agrícola

### Abstract

**Title:** Impact on the growth rates of “Coffea” coffee plants (Castilla variety) under complementary foliar fertilization practices at Finca La Gruta in the Vereda La Honda of the Municipality of Socorro, Santander \*

**Author:** Edwar Fabián Moreno Galvis, Jimmy Esteban Moreno Galvis\*\*

**Key Words:** Foliar Fertilization, Coffea arabica, Plant Growth, Crop Yield, Climate Change, Plant Nutrition, Socorro Santander

**Description:** Coffee production in Colombia has shown stable performance and an upward growth trend in recent years, within a context of progressive improvements in agronomic practices aimed at optimizing crop management. Among these practices, foliar fertilization has been used as a complementary strategy to enhance nutrient absorption and support plant development without expanding cultivated areas. This study aims to evaluate the impact of complementary foliar fertilization on the growth and strengthening of coffee plants (*Coffea arabica* var. Castilla) at La Gruta farm, located in the La Honda village of the municipality of Socorro, Santander. The study seeks to contribute to strengthening the competitiveness of local producers in the face of environmental challenges. The expected results will allow the identification of which fertilization system (complementary foliar or conventional) is more effective in improving crop productivity and its response to adverse climatic conditions, thereby contributing to the sustainability of the coffee sector in a climate change context.

---

\* Degree Work

\*\* Institute of Regional Outreach and Distance Education. Advisor: Jennifer Ricaurte Galvis. Agricultural Engineering



## Introducción

La producción de café en Colombia ha experimentado un crecimiento sostenido en los últimos años, lo que se ha visto reflejado en un aumento significativo en los rendimientos por hectárea, especialmente en regiones como Santander, que ocupa un lugar clave en la producción cafetera del país. Este aumento de la productividad se debe a la adopción de mejores prácticas agronómicas, entre las cuales se destaca la fertilización foliar, una técnica que mejora la eficiencia en la absorción de nutrientes y optimiza el rendimiento sin necesidad de expandir las áreas de cultivo. No obstante, la producción cafetera enfrenta importantes retos, particularmente debido a los efectos del cambio climático, que se traducen en fenómenos climáticos extremos como sequías prolongadas o lluvias intensas, afectando tanto la cantidad como la calidad del grano.

En este contexto, el sector caficultor de Santander, en especial en municipios como Socorro, se enfrenta a un desafío crucial: mejorar la competitividad de sus cultivos sin comprometer la sostenibilidad ambiental. La fertilización foliar emerge como una estrategia clave, pues permite no solo optimizar el uso de nutrientes, sino también mitigar los efectos del cambio climático en el cultivo del café, ayudando a reducir la vulnerabilidad de los caficultores frente a condiciones climáticas adversas.

Este estudio tiene como objetivo analizar el impacto de la fertilización foliar complementaria sobre el crecimiento de las plantas de café de la variedad Castilla, en la finca La Gruta, ubicada en la vereda La Honda del municipio de Socorro, Santander. La investigación se centró en buscar identificar cuál de los dos sistemas de fertilización (Foliar complementaria o convencional) tiene un mayor impacto en el crecimiento y productividad del café, así como en la resiliencia frente a los desafíos climáticos.

## **1. Objetivos**

### **1.1.Objetivo General**

Analizar los índices de crecimiento del café variedad castilla, bajo protocolos complementarios de fertilización foliar en la finca La Gruta, ubicada en la vereda La Honda del municipio de Socorro, Santander.

### **1.2.Objetivos Específicos**

Investigar las prácticas de fertilización foliar empleadas en el cultivo de café.

Revisar el protocolo de fertilización foliar en el cultivo de café.

Evaluar los índices de crecimiento de las plantas del protocolo complementario de fertilización foliar y de las plantas que tienen fertilización convencional.

Comparar cuál de los sistemas de fertilización tiene mayor impacto en los índices de crecimiento de las plantas de café.

## 2. Marco Referencial

### 2.1.Marco Teórico

De acuerdo a la investigación realizada por Yois Shesira Sanchez Rodriguez, donde encontró que la fertilización foliar en etapa de floración con fertilizantes con magnesio y nitrógeno aumentan el contenido de clorofila en cada proceso de investigación buscando analizar el impacto de la fertilización foliar como complemento en el cultivo de café; el conocer, analizar y comprender el funcionamiento de los índices SPAD, permite identificar el estado nutricional de la planta, proyectar un plan de fertilización ajustado a las necesidades reales de la planta, evitar sobre fertilización lo cual desencadena en un desperdicio de recursos (Briceño Yen, 2024).

Basados en los estudios realizados previamente, como el trabajo realizado por Briceño Yen (2024), es posible tener una base o experiencia realizada, y a partir de ella proyectar la aplicación en el cultivo objeto de estudio, adaptando prácticas, horarios, y demás aspectos en un nuevo territorio, considerando sus condiciones agroecológicas particulares. Además, partimos de una dosificación sugerida en el archivo, las cuales se buscan adaptar y aplicar en realidades de suelos, ambientales y ecológicas.

La elaboración de un proceso complementario debe partir de un diagnóstico de los suelos y un análisis foliar del cultivo, a partir de ese diagnóstico se proyectan las etapas y momentos de fertilización tanto edáfica como foliar, y a su vez una programación de la evaluación periódica de los resultados que se van obteniendo en el proceso (CEDICAFÉ, 2020). Estos análisis y documenten permitieron obtener no solo resultados de la investigación respecto de los efectos en el cultivo, sino las fórmulas de cada fertilizante aplicado las cuales respondieron a las realidades agroclimáticas de la región donde se realizará la investigación.

Se hace necesario la evaluación de cada una de las etapas de la planta, para que la formulación de los fertilizantes foliares a aplicar cumpla o atienda a los requerimientos nutricionales del cultivo y su etapa. De igual forma es crucial el registro documental de cada proceso, de tal forma que los resultados obtenidos no presenten o den espacios a vicios de información. Finalmente, se hace importante definir y seguir con rigor criterios de evaluación en el cultivo de café objeto de investigación, con la meta de conocer con precisión los resultados de los efectos de la fertilización foliar complementaria en cantidad de ramas, tallos, hojas, flores y demás; así como evaluar los efectos que contrarresten las afectaciones del cambio climático sobre el cultivo.

Además de los estudios mencionados, el Boletín Técnico CEDICAFÉ 2018-03 es un referente esencial para entender la importancia de la fertilización foliar en el cultivo del café. Este boletín resalta que la nutrición foliar es una herramienta efectiva para suplir deficiencias específicas detectadas en el análisis foliar, especialmente en etapas críticas como floración, llenado de fruto y recuperación postcosecha (Audely Morales et al., 2018). El boletín destaca que la absorción de nutrientes a través de las hojas puede ser más rápida que la vía edáfica, lo cual mejora la disponibilidad inmediata de elementos esenciales cuando el sistema radicular se encuentra limitado por factores climáticos, fisiológicos o de suelo (Audely Morales et al., 2018).

El boletín también menciona que la efectividad de la fertilización foliar depende de variables fisiológicas de la planta, como la permeabilidad de la cutícula, la etapa fenológica y la presencia de estomas funcionales (Audely Morales et al., 2018). Al igual, señala que factores ambientales como la humedad relativa, la temperatura y la radiación influyen en la penetración y movilidad de los nutrientes aplicados vía foliar (Audely Morales et al., 2018). Esto refuerza la necesidad de seleccionar adecuadamente los horarios de aspersión y formular productos

compatibles con las condiciones agroecológicas del territorio donde se desarrolla la investigación (Audely Morales et al., 2018).

De igual manera, el documento subraya que la integración de la fertilización edáfica y foliar permite optimizar la nutrición del cultivo, mejorar la eficiencia del uso de fertilizantes y reducir pérdidas por lixiviación o volatilización. Esta visión coincide con lo señalado por Vargas Humaginga (2020) y aporta fundamentos técnicos para estructurar un plan de fertilización complementario basado en diagnósticos previos del suelo y del tejido foliar.

En conjunto, el *Boletín Técnico CEDICAFÉ 2018-03* proporciona lineamientos sobre las dosis, momentos de aplicación y formulaciones foliares recomendadas para café bajo diferentes condiciones agroecológicas, lo que contribuye a sustentar técnicamente las prácticas que se proyectan aplicar en la presente investigación (Audely Morales et al., 2018).

La investigación de Ferrás-Negrín et al. (2023) aporta evidencia empírica reciente sobre la eficacia de la fertilización foliar en café. En su estudio con plantas de café variedad Isla 6-11 en vivero, la aplicación del bioestimulante/fertilizante foliar Codafol 14-6-5 en el ciclo del tercer al sexto par de hojas generó incrementos en altura (~6,3 %), diámetro del tallo (~12,5 %), masa seca (~23,8 %) y área foliar (~10,6 %) en comparación con el testigo sin aplicación (Ferrás-Negrín et al., 2023). Esto refuerza el planteamiento de que la fertilización foliar, cuando se aplica en el momento adecuado y con la formulación correcta, puede mejorar significativamente el desarrollo inicial del cultivo. Por tanto, dicho estudio complementa y apoya la necesidad de ajustar dosis, momentos de aplicación y formulación de fertilizantes foliares, en función de condiciones agroecológicas específicas (Ferrás-Negrín et al., 2023).

## 2.2. Marco Conceptual

- **Fertilización foliar:** Gómez et al. (2020) afirman que la fertilización foliar no solo mejora el rendimiento de las plantas, sino que también puede ayudar a prevenir enfermedades y optimizar el uso de recursos, ya que la aplicación precisa y controlada de nutrientes reduce el desperdicio y mejora la eficiencia del uso de fertilizantes.
- **Café variedad castilla:** es una variedad desarrollada por el Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), perteneciente a la familia de híbridos resistentes a la roya. Proviene del cruce entre la variedad Caturra e híbridos de Timo, combinando buena calidad en taza, alta productividad y resistencia a enfermedades como la roya del café (*Hemileia Vastatrix*) (Cenicafé, 2010).
- **Cambio climático:** El concepto de "cambio climático" no es un concepto nuevo. En 1992, la Convención Marco sobre Cambio Climático definió al "cambio climático" como: El cambio en el clima que es atribuible directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmosfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima que se ha observado sobre períodos de tiempo comparables. En 1999, el "calentamiento global" se definió como: El incremento gradual en las temperaturas promedio del aire cerca de la superficie y de los océanos desde mediados del siglo XX y su continua proyección (Sánchez, 2016).
- **Macronutrientes:** Son aquellas sustancias que proporcionan energía al organismo para un buen funcionamiento, y otros elementos necesarios para reparar y construir estructuras orgánicas, promover el crecimiento y regular procesos metabólicos (Alvarez, 2020).
- **Cutícula:** Es una estructura producto de la evolución de las plantas superiores que las aísla y protege del medio externo que les rodea (Shepherd y Griffiths, 2006; Reina-Pinto y

Yephremov, 2009), que constituye un elemento estructural esencial, de importancia funcional y ecológica debido a que es la capa más externa de las células vegetales que interacciona con el ambiente (Jeffree, 2006; Kunst y Samuels, 2003; Tafolla-Arellano, González-León, Tiznado-Hernández, Zacarías García, & Báez-Sañudo, 2013).

- **Mecanismo fisiológico de fertilización foliar:** la absorción foliar es un proceso de difusión pasiva mediante el cual los iones disueltos de una sustancia nutricional penetran la hoja por la superficie (Metroflor, S.f.) y continua por dos posibles rutas:
  - A. Cuticular:** la cutícula es la parte cerosa que cubre la epidermis; la penetración del nutriente se da por los poros acuosos o rutas polares, luego los iones pueden difundirse por el resto de la planta (Intagri, 2015, proferti, 2020).
  - B. Estomática:** las estomas que son poros de intercambio gaseoso pueden permitir el ingreso de los nutrientes hasta sus cámaras subestomática y desde allí permitir la circulación por la planta, esto sujeto a las condiciones climáticas o ambientales y la apertura de estas (Intagri, 2015).
  - C. Pasos de proceso de fertilización foliar:** Penetración del nutriente, Apoplasto (entrada del nutriente al espacio libre de la hoja) Simplasto (Absorción del nutriente por parte de las membranas plásticas de las células epidérmicas), Translocación: distribución del nutriente a través de la planta especialmente por el floema (Profertil, 2020).
- **Cinética química de la absorción de nutrientes foliares:** la velocidad de penetración de los nutrientes a la planta varía significativamente dependiendo de cada nutriente, afectado también por las condiciones climáticas, el pH de la solución, la humedad relativa, la temperatura ambiental (JADEF0, 2025); dentro de los nutrientes y sus tiempos estimados de penetración tenemos:

- Nitrógeno (N) tarde de 0.5 a 2 horas.
- Potasio (K) de 1 a 3 horas.
- Boro (B) de 6 a 12 horas.
- Fosforo (P) de 8 a 24 horas.
- Zinc (Zn) de 12 a 24 horas.
- Calcio (C) Mas de 24 horas.

Cada uno de los tiempos debe ser tenido en cuenta junto con las condiciones climáticas y demás factores que afectan los procesos de absorción buscando el mayor aprovechamiento del recurso.

- **Bases fisiológicas, edáficas y de eficiencia:** el proceso de fertilización foliar complementaria se basa en la ineficiencia o movilidad de ciertos nutrientes en el suelo y la demanda por parte de las plantas, entre ellos tenemos:
  - Boro (B) tiene alta movilidad en el suelo en condiciones alta precipitación o se fija en el suelo con PH elevado (mayores a 7.0) (Anacafé, 2020), este nutriente se mueve por la xilema, por ello las aplicaciones deben realizarse de forma estratégica dirigida a zonas de crecimiento (yemas y flores) para asegurar su presencia (Manvert. 2024).
  - Zinc (Zn) es un nutriente propenso a la fijación al suelo con pH neutro, formando compuestos insolubles (Intagri, 2017) vía foliar es el método más rápido y eficiente para corregir las deficiencias del nutriente, especialmente en la formación de nuevos brotes (Yara, 2023).

- Potasio (K) es un nutriente altamente móvil y esencial en la etapa de fructificación (Cenicafé) la aplicación foliar actúa como complemento de choque a las deficiencias o disponibilidad del nutriente vía radicular (ICAFPE).

### 2.3. Marco Legal

La producción de café en Colombia, así como las prácticas de fertilización utilizadas en los cultivos, se encuentran enmarcadas en un conjunto de disposiciones normativas que buscan garantizar la sostenibilidad agrícola, la seguridad alimentaria y la protección del medio ambiente.

Entre ellas se destacan:

- **Ley 101 de 1993 (Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero):** Define los principios de competitividad, sostenibilidad y equidad en el sector agropecuario, promoviendo el uso de tecnologías que mejoren la productividad de cultivos como el café.
- **Ley 99 de 1993:** Crea el Ministerio de Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental (SINA), estableciendo principios de manejo sostenible de los recursos naturales, aplicables a la caficultura frente a la conservación de suelos y agua.
- **Decreto Ley 2811 de 1974:** Establece el marco general para la conservación, protección y aprovechamiento de los recursos naturales del país, lo cual aplica directamente a cómo se deben manejar los suelos y el agua en el proceso de fertilización.
- **Decreto 1840 de 1994:** Reglamenta parcialmente la Ley 101 de 1993 y otorga al ICA la función de vigilancia y control de insumos agropecuarios, incluyendo los fertilizantes químicos y orgánicos.
- **Resolución ICA No. 000150 del 21 de enero de 2003:** Establece el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia, regulando la producción, importación, comercialización y uso de fertilizantes, incluidos los de aplicación foliar.

- **Resolución ICA No. 3168 de 2015:** Establece los requisitos para el registro y control de los insumos agrícolas, con el fin de garantizar la calidad, inocuidad y eficacia de los productos utilizados en cultivos.
- **Norma Técnica Colombiana NTC 5247 (2012):** Café Verde: Regula las especificaciones de calidad del café verde para comercialización y exportación, vinculando indirectamente las prácticas agrícolas (como la fertilización) que inciden en el cumplimiento de estándares de calidad.
- **Convenios Internacionales:**
  - **Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB, 1992)**, ratificado por Colombia, que promueve el uso sostenible de los recursos biológicos.
  - **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1992)**, que obliga a los países a implementar prácticas agrícolas que mitiguen los efectos del cambio climático, aspecto directamente relacionado con la investigación.
- **Normas de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA):** En Colombia, promovidas por el ICA (Resolución 4174 de 2009), buscan garantizar la inocuidad, sostenibilidad y trazabilidad de los productos agrícolas, incluyendo el café.

### 3. Metodología

Tabla 1.

Descripción de la metodología de investigación implementada

Descripción de la metodología de investigación implementada	
<b>Tipo o clase de investigación</b>	Descriptiva y experimental.
<b>Sistema de hipótesis y variables o de Presupuestos y categorías de análisis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hipótesis:</b> La aplicación de protocolos complementarios de fertilización foliar mejora los índices de crecimiento vegetativo del café (<i>Coffea arabica</i> var. Castilla) en la finca La Gruta.</li> <li>• <b>Variable independiente:</b> Tipo de fertilización: Fertilización complementaria Foliar/solo edáfica.</li> <li>• <b>Variable dependiente:</b> Longitud de las ramas, altura, cantidad de nudos por planta, Vitalidad-Fortaleza (color, brillo, cualitativas).</li> </ul> <p>De acuerdo con la ecuación de cálculo del tamaño de muestra con un:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de confianza del 60%.</li> <li>• Margen de error de 0,8%.</li> </ul> <p><b>Ecuación de toma de muestra:</b></p> $n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{E^2}$
<b>Técnica de análisis y procesamiento de la información</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tamaño de la población:</b> 600 plantas.</li> <li>• Para un tamaño de lo muestra de 493 plantas al azar.</li> <li>• De acuerdo con la formula anterior se tomará el 18% de las plantas anteriormente mencionadas correspondientes a 90 plantas al azar para toma de datos.</li> <li>• Se evaluará la altura de la planta desde la base del tallo hasta el cogollo, el largo del quinto par de ramas de abajo hacia arriba, tomando como dato el promedio de las 2 ramas; subramas nudos, numero de hojas.</li> <li>• Con los datos obtenidos, se realizará un análisis estadístico básico para hallar el promedio y un análisis comparativo de las plantas con fertilización foliar y sin fertilización foliar.</li> </ul>
<b>Método de investigación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mixto:</b> Cuantitativo y cualitativo.</li> </ul>
<b>Fuentes de información</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Primarias:</b> Trabajo de grado.</li> <li>• <b>Secundarias:</b> Artículos científicos, fichas técnicas de los productos. Avances técnicos.</li> </ul>

<b>Descripción de la metodología de investigación implementada</b>	
<b>Técnicas de investigación</b>	Observación directa y medición.
<b>Instrumento para recolectar la información</b>	La recolección de la información se realizará por medio de registros de observación.
<b>Modo de aplicación</b>	Directa.
<b>Definición de población (elemento, muestral o censal)</b>	1.200 plantas de café, variedad castilla.
<b>Proceso de muestreo</b>	Al azar.
<b>Marco muestral o censal</b>	90 plantas por tratamiento, para un total de 180.
<b>Alcance</b>	<p>El presente estudio tendrá como alcance evaluar y analizar el impacto de la aplicación de protocolos complementarios de fertilización foliar sobre el índice de crecimiento y fortalecimiento de las plantas de café (variedad castilla) en la finca La Gruta, vereda La Honda del municipio de Socorro, Santander. Los cuales se llamarán Tratamiento uno para la fertilización edáfica y Tratamiento dos para fertilización foliar complementaria.</p> <p>El análisis se enfocó en medir variables agronómicas específicas como altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo y vigorosidad foliar, estableciendo comparaciones entre plantas tratadas y no tratadas. Además, se busca identificar la posible contribución de estos protocolos en la mitigación de los efectos adversos asociados al cambio climático, como estrés hídrico y térmico en el cultivo.</p> <p>Este estudio está limitado al ámbito de la finca mencionada y al periodo de observación establecido para la recolección de datos. Los resultados permitirán comprobar las hipótesis planteadas y generar recomendaciones para el manejo sostenible del cultivo de café en condiciones de variabilidad climática.</p>
<b>Tiempo de aplicación</b>	2 meses

#### **4. Resultados y Análisis**

A continuación, se describe el desarrollo de los objetivos propuesto:

##### **4.1. Desarrollo Objetivo Número Uno**

A partir de los diferentes estudios sobre los procesos de fertilización foliar en el café, encontramos las prácticas presentes en el Apéndice A.

Los diferentes estudios a la fecha, y que se referencian en el presente documento, dan cuenta de iniciar con procesos de análisis de suelos, con el objetivo de realizar un diagnóstico de las deficiencias de nutrientes que presenta el mismo y a partir de ello proyectar los planes de fertilización tanto edáficos como suplementarios vía foliar (Ver Apéndice B). Buscando que los resultados logrados en cada estudio y explotación cafetera sean llevados con un debido control, se hace necesario el registro detallado de cada proceso, así como el avance, de los efectos luego la aplicación de las técnicas de fertilización edáficas y foliares. Finalmente se evidencia los estudios realizados para evaluar los efectos en los cultivos de café de programas de fertilización foliar con biofertilizantes, los cuales buscan por una parte mejorar las producciones de las fincas cafeteras, la calidad de los frutos producidos, la calidad de las plantas entre otros, y a su vez poder mitigar los efectos secundarios de las fertilizaciones químicas con el medio ambiente.

En este proceso se pueden destacar los siguientes estudios realizados por diferentes entidades sobre los efectos de la fertilización foliar complementaria así:

En la lectura de los documentos relacionados, fue posible evidenciar que, además de definir con claridad los protocolos de fertilización teniendo en cuenta los análisis de suelo para identificar deficientes, también se deben tener en cuenta las épocas del año en que se realizan las aplicaciones de fertilizantes, el comportamiento de las lluvias y factores agroecológicos de la región donde está

ubicada la finca; y finalmente realizar los conteos y registros de los cambios presentados (Si se dan), en la características más relevantes de la planta tales como cantidad de tallos, numero de hojas, de nudos, también registrar datos importante, como las medidas de la planta en su altura, el largor de sus ramas entre otras.

Cada uno de los estudios permitieron trazar los planes de fertilización, los aspectos relevantes para tener en cuenta, y demás factores que podrían afectar el estudio considerando o adaptando los análisis a las condiciones de la región.

#### **4.2. Desarrollo Objetivo Número Dos**

Buscando realizar el proceso de investigación sobre el impacto en los índices de crecimiento de las plantas de café "*Coffea*" (variedad castilla) se realizaron dos tratamientos bajo las prácticas complementarias de fertilización foliar comparado (tratamiento dos) con la fertilización edáfica exclusiva (tratamiento uno), se seleccionó un lote de la finca la Gruta, vereda la honda, municipio de Socorro Santander, con una extensión de 2500 metros cuadrados aproximadamente, el cual se encuentra subdividió en dos áreas iguales.

En el año 2023, se realizó la siembra de 1200 plántulas de café variedad arábica, distribuidas en dos grupos de 600 unidades cada uno y sembradas en cada uno de los lotes; estas semillas fueron conseguidas en viveros de la región especializados en la propagación de plántulas de café. El proceso de siembra se realiza siguiendo los siguientes parámetros: la distancia de siembre de 160 cm entre surcos y de 120 cm entre plantas; y la sombra preestablecida para el café compuesta por arboles de guamo y cultivo de plátano. Con el fin de poder realizar una comparación a lo largo del proceso de investigación, los dos lotes fueron sembrados al mismo tiempo.

Una vez seleccionado el lote objeto del estudio, se realizan los respectivos análisis de suelos con el apoyo del comité de cafeteros, con el fin de contar con un análisis inicial de las

condiciones del suelo para la implementación del cultivo, y proyectar la formulación de las fertilizaciones posteriores. Luego de la siembra, al total de las plántulas se les inicia el proceso del tratamiento uno (fertilización edáfica) para lo cual se implementan las siguientes cantidades y en los periodos descritos a continuación (Ver Tabla 2).

**Tabla 2.**

*Tratamiento uno (Fertilización edáfica)*

Año	Fecha	Numero de Aplicaciones	Cantidades Gr*planta	Producto	Grado	Nutrientes
2023	Abril	1	25+25	Dap+Nitromag	18 - 46 - 00 + 21-0-0	N, P2O5, Ca, Mg
	Junio	2	25+25	Dap+Nitromag		
2024	Abril	1	100	FertiCROP	29-16-3	N, P2O5, K2O, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, B
	Junio	2	100	FertiCROP		
2025	Abril	1	110	FertiCROP	29-16-3	N, P2O5, K2O, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, B
	Junio	2	110	FertiCROP		

Como se aprecia en la Tabla 2, en las dos primeras fertilizaciones realizadas en el año 2023 en los meses de abril y junio se aplicaron 25 gr por planta de Dap (18 - 46 - 00), más 25 gr de Nitromag (27 - 00 - 00 + 6 MgO) por planta; luego en el año 2024 se aplicaron 100 gr por planta de FertiCROP (22-6-17) y finalmente en el año 2025 la fertilización se realizó aplicando una cantidad de 110 gr de FertiCROP (22-6-17) por planta, estas aplicaciones realizadas en los meses de abril y junio. Cada una de las aplicaciones edáficas se realizaron siguiendo los requerimientos nutricionales de la planta en su etapa de desarrollo, de acuerdo a la Federación Nacional de Cafeteros.

Pasado un periodo de tiempo de desarrollo de las plantas en su etapa joven, en el año 2024 se da inicio con los protocolos del tratamiento dos complementarias; éstos se realizaron sobre uno

de los lotes delimitados inicialmente, fertilizando 600 plantas del total de la siembra objeto del presente estudio. Para dichos procesos, se realizaron las aplicaciones en los periodos descritos en la Tabla 3.

**Tabla 3.**

*Fertilización foliar*

Mes	Nutrientes	Producto	Cantidad
Enero	Zinc – boro	Foliar – borozinco Foliar – hidroinicio	25 ml /20 L de agua
Abril	Boro – calcio y multiminerales	Foliar - hidrofollaje	50 ml/20 L de agua
Noviembre		Foliar hidrobalance gel triple 14	50 ml/20 L de agua

**Nota.** La proyección realizar procesos de fertilización cada 4 meses.

Como se evidencia en la Tabla 3, las aplicaciones del tratamiento dos, se realizaron haciendo una primera en el mes de enero con una dosificación de 25 mililitros de fertilizante para una bomba de espalda de 20 litros de agua, y dos fertilizaciones posteriores en los meses de abril y noviembre, en la cual se aplicó Hidrofollaje usando una dosificación de 50 mililitros por cada 20 litros de agua. Las aplicaciones se realizaron usando bomba de espalda y una boquilla tipo estándar de dos salidas. Con el fin de lograr una mejor absorción de los nutrientes, estos procesos de fumigación se realizaron en las primeras horas del día donde las temperaturas son bajas, y las estomas de las hojas se encuentran abiertos.

**Figura 1.**

*Proceso de aplicación de fertilización foliar en el cultivo de café*

**4.3. Desarrollo Objetivo Número Tres****4.3.1. Características del Cultivo de Café**

**4.3.1.1. Descripción Morfológica del Cultivo de Café:** En la Tabla 4 y Figura 2 se muestran de forma comparativa los datos promedio, obtenidos luego de la aplicación de los tratamientos uno y dos, para el cultivo de café, (variedad castilla) en las siguientes variables: Altura de la planta, largo de las ramas, cantidad de subramas, número de nudos por planta y total de hojas de las plantas. Los datos fueron tomados una sola vez ya que solo se realizó un comparativo de cómo fue el desarrollo de las plantas después de dos años con los tratamientos aplicados.

**Tabla 4.**

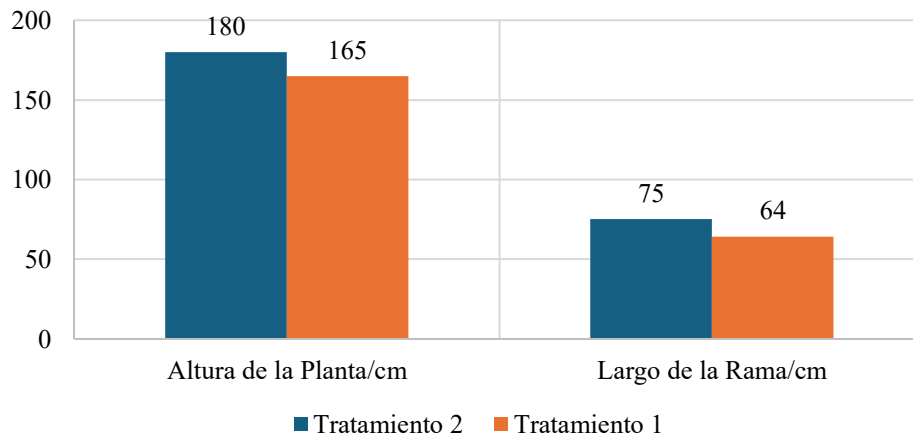
*Descripción morfológica promedio del cultivo de café*

	<b>Tratamiento dos</b>	<b>Tratamiento uno</b>
Altura de la planta/cm	180	165
Largo de la rama/cm	75	64

**Nota.** Se toma la medición de la rama teniendo en cuenta en el quinto par de ramas de abajo hacia arriba y se tomó el promedio de las dos.

**Figura 2.**

*Descripción morfológica promedio del cultivo de café*



**4.3.1.2. Altura de la Planta:** En las plantas con tratamiento dos se obtuvo un promedio de 180 centímetros, mientras que en las del tratamiento uno se alcanzó 165 centímetros. Lo anterior indica que el tratamiento dos favoreció un crecimiento del 9% más alto en comparación con la fertilización edáfica.

**4.3.1.3. Largo de la Rama:** En esta variable se observó una diferencia en las del tratamiento dos con 75 cm frente a las del tratamiento uno con 65 cm. Este resultado sugiere que la aplicación complementaria del tratamiento dos estimula un desarrollo mayor en las ramas principales, dejando en evidencia los efectos positivos en su crecimiento, permitiendo una estructura más robusta con mayor potencial de producción.

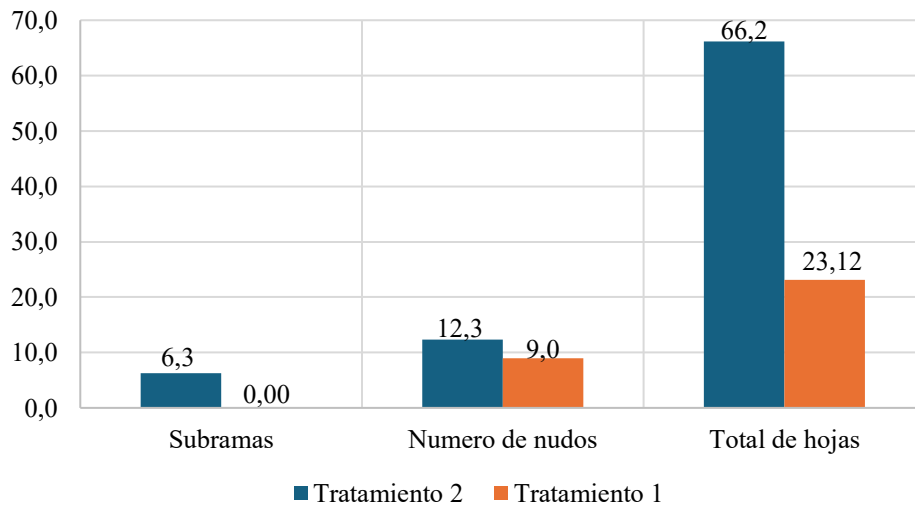
**Tabla 5.**

*Descripción morfológica promedio del cultivo de café*

	Tratamiento dos	Tratamiento uno
<b>Subramas</b>	6	0
<b>Numero de nudos</b>	12	9
<b>Número de hojas total</b>	66	23

**Figura 3.**

*Descripción morfológica promedio del cultivo de café*



**4.3.1.4. Subramas:** En las plantas a las que se les aplicó el tratamiento dos se registró el surgimiento de 6 subramas, mientras que las plantas con tratamiento uno no se presentó el desarrollo de subramas. Este dato demuestra que el tratamiento dos favorece una mayor ramificación, un aspecto fundamental para aumentar el rendimiento del cultivo.

**4.3.1.5. Numero de Nudos:** En el tratamiento dos se registró una mayor cantidad de nudos. En cifras, se obtuvo un total de 12 nudos en comparación con el tratamiento uno que tuvo 9. Esta variable demuestra que, a mayor cantidad de nudos, hay mayor potencial de puntos de floración y como resultado mejoras en la producción total por planta.

**4.3.1.6. Número de Hojas Total:** En los resultados en el total de hojas la diferencia es notable, 66 hojas para el tratamiento dos y 23 para el tratamiento uno, esto indica que el tratamiento dos incrementos notablemente la densidad de las hojas.

**Tabla 6.**

*Descripción foliar del cultivo de café*

<b>Tratamiento 2. Fertilización foliar complementaria</b>					
Numero de plantas	Altura de la planta	Largo de la rama	Subramas	Numero de nudos	Número de hojas total
Promedio	1,8	75,2	6,3	12,3	66,2
Moda	1,7	66,0	6,0	12,0	66,0
Desviación	2,0	6347,0	260,1	1076,9	9025,8
Gauss	0,463646588				

<b>Tratamiento 1. Fertilización edáfica</b>					
Numero de plantas	Altura de la planta	Largo de la rama	Subramas	Numero de nudos	Número de hojas total
Promedio	1,7	64,2	0,0	9,0	23,1
Moda	1,7	66,0	0,0	8,0	26,0
Desviación	0,5	2297,6	0,0	149,0	3319,7
Gauss	0,45076669				

**4.3.1.7. Validación Estadística de las Diferencias Observadas:** Para determinar si las diferencias observadas entre los tratamientos son estadísticamente significativas y no producto del azar, se aplicaron pruebas t de *Student* para muestras emparejadas a las cuatro variables principales. Los resultados confirman diferencias altamente significativas en todos los parámetros evaluados:

**1. Tamaño de planta:**

- Fertilización foliar: 1,80 m vs. Edáfica: 1,65 m
- Prueba t:  $t = 8,06$ ,  $p = 3,27 \times 10^{-12}$  ( $p < 0,001$ )
- Conclusión: Diferencia estadísticamente significativa

**2. Largo de rama:**

- Fertilización foliar: 75,21 cm vs. Edáfica: 64,22 cm
- Prueba t:  $t = 10,85$ ,  $p = 5,60 \times 10^{-18}$  ( $p < 0,001$ )
- Conclusión: Diferencia estadísticamente significativa

**3. Número de nudos:**

- Fertilización foliar: 12,30 vs. Edáfica: 9,00
- Prueba t:  $t = 8,48$ ,  $p = 4,12 \times 10^{-13}$  ( $p < 0,001$ )
- Conclusión: Diferencia estadísticamente significativa

**4. Total de hojas:**

- Fertilización foliar: 66,20 vs. Edáfica: 23,12
- Prueba t:  $t = 37,53$ ,  $p < 0,000001$  ( $p < 0,001$ )
- Conclusión: Diferencia estadísticamente significativa

Todos los valores p obtenidos son considerablemente inferiores al nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ , rechazando la hipótesis nula ( $H_0$ ) de no diferencia entre tratamientos. Esto valida estadísticamente que la fertilización foliar complementaria produce mejoras significativas en el desarrollo vegetativo del café.

**Tabla 7.**

*Validación estadística de las diferencias observadas*

Variable	Foliar	Edáfico	t	p	Significativo
Altura (m)	1.80	1.65	8.06	3.27E-12	Sí
Rama (cm)	75.21	64.22	10.85	5.60E-18	Sí
Nudos	12.30	9.00	8.48	4.12E-13	Sí
Hojas	66.20	23.12	37.53	<0.000001	Sí

A partir de los parámetros medidos, es posible apreciar que los protocolos del tratamiento dos superan en eficacia en todos los parámetros medidos, toda vez que las plantas tratadas foliarmente presentaron mayor tamaño, así como aumento en el tamaño en las ramas, desarrollo de nuevas subramas, mayor número de nudos y la cantidad de hojas, situación que refleja la mayor absorción de los nutrientes disponibles aplicados sobre el follaje.

El valor gaussiano cercano a 0,46 en ambos tratamientos indica que los datos siguen una distribución cercana a la normal, lo que refuerza la confiabilidad de las mediciones.

Sintetizando, el tratamiento dos favorece un crecimiento más rápido y con vigorosidad del cultivo de café, mientras que los datos presentados en la fertilización edáfica evidencian una respuesta uniforme, pero con menor intensidad, probablemente por la disposición de nutrientes en el suelo y los procesos de absorción de estos.

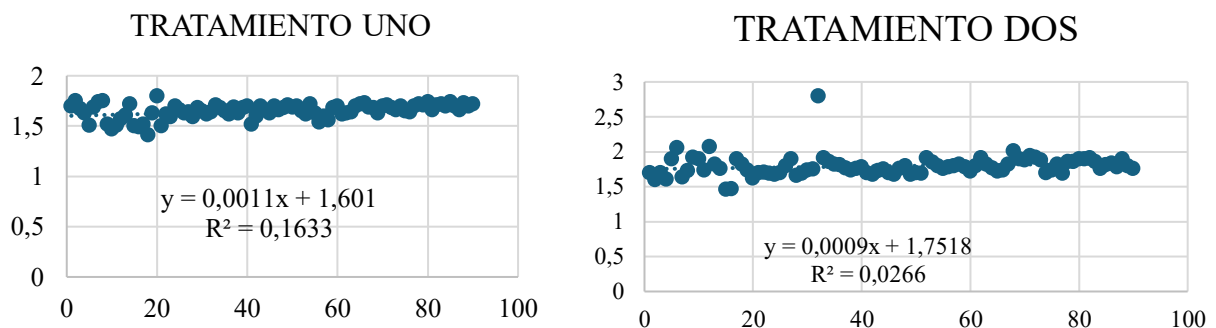
En el caso del tratamiento dos, se evidenció que las hojas presentaron una coloración verde más intensa y una textura más gruesa y firme, lo cual refleja un mejor estado fisiológico de las plantas y una mayor eficiencia fotosintética. Esto se debe a la disponibilidad directa de nutrientes esenciales que proporciona el tratamiento dos, favoreciendo la síntesis de clorofila y el fortalecimiento de los tejidos. En contraste, las plantas sin aplicación foliar mostraron hojas de tonalidad más clara y con menor grosor, lo que indica una reducción en la actividad metabólica y una posible deficiencia nutricional. Estas diferencias se vieron influenciadas también por los niveles de humedad registrados durante el año, los cuales afectaron la absorción de nutrientes a través del suelo.

De acuerdo con los resultados de las Tabla 4 y Tabla 5, las plantas sometidas al tratamiento dos obtuvieron mejores indicadores de crecimiento, vigor y uniformidad foliar, lo que demuestra la efectividad de este tipo de fertilización en el desarrollo del cultivo. Estos resultados permiten

identificar la posible contribución de los protocolos foliares en la mitigación de los efectos adversos del cambio climático, especialmente frente a la humedad presentada este año (2025). La aplicación foliar contribuye a mantener la funcionalidad fisiológica de la planta al mejorar la capacidad de las hojas para retener agua y soportar variaciones de temperatura, garantizando así un equilibrio en los procesos de transpiración y fotosíntesis. En este sentido, los tratamientos foliares no solo optimizan la nutrición vegetal, sino que también fortalecen la resiliencia del cultivo ante condiciones ambientales extremas, asegurando una producción más estable y sostenible a lo largo del tiempo.

#### Figura 4.

*Comportamiento de las prácticas de fertilización Edáfica y Foliar*



Las gráficas correspondientes a las prácticas del tratamiento uno y dos, permiten observar el comportamiento y la respuesta del cultivo frente a cada tipo de aplicación. Ambas muestran la relación entre una variable dependiente (por ejemplo, crecimiento, contenido nutricional o productividad) y una variable independiente (tiempo, número de muestras o tratamientos), representada mediante una tendencia lineal y su respectivo coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

En el caso del tratamiento uno, la ecuación de la recta ( $y = 0,0011x + 1,601$ ) y su coeficiente de determinación ( $R^2 = 0,1633$ ) indican una ligera tendencia positiva en los valores registrados, lo

que evidencia que tallos tienen diferencias más pronunciadas. Los datos se concentran alrededor del valor 1,6, con una variabilidad relativamente baja, reflejando una respuesta uniforme del suelo en la liberación y disponibilidad de nutrientes para la planta. Este comportamiento demuestra que el tratamiento uno mantiene una base nutricional constante y efectiva, favoreciendo el desarrollo del café a lo largo del tiempo.

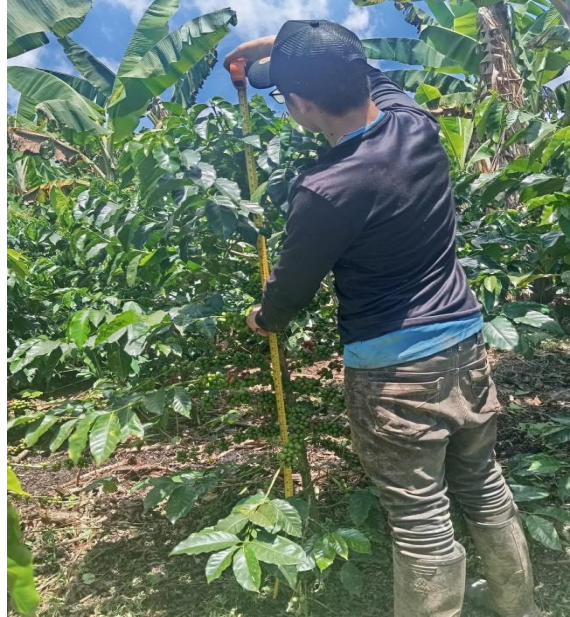
Por otro lado, en el tratamiento dos, la ecuación ( $y = 0,0009x + 1,7518$ ) y el coeficiente de determinación ( $R^2 = 0,0266$ ) evidencian una tendencia casi nula y una baja correlación entre las variables lo que nos indique que los tallos de todas las plantas son casi iguales. Los valores se distribuyen de manera más dispersa, lo cual refleja una mayor variabilidad en la respuesta del cultivo. Esto puede deberse a factores externos como las condiciones ambientales durante la aplicación, la eficiencia de absorción de los nutrientes a través de las hojas o el estado fisiológico de las plantas. Aunque los valores se mantienen dentro de un rango estable (entre 1.5 y 1.8), el bajo  $R^2$  indica que el tratamiento dos no presenta una relación lineal significativa con la variable medida, y su efecto puede depender de circunstancias puntuales más que de un patrón constante.

En comparación, la fertilización edáfica muestra un comportamiento más uniforme y correlacionado, mientras que la foliar presenta mayor dispersión y menor estabilidad. Esto sugiere que la vía edáfica tiene un efecto más consistente en la nutrición del cultivo, mientras que la vía foliar actúa como una herramienta complementaria, útil para corregir deficiencias específicas o apoyar etapas críticas del desarrollo del café, pero no como un método único de fertilización.

Finalmente, la integración de ambas estrategias puede resultar la opción más eficiente: la fertilización edáfica garantiza una liberación continua de nutrientes desde el suelo, y la foliar permite respuestas rápidas ante condiciones de estrés hídrico o nutricional, contribuyendo a optimizar la productividad del cultivo.

**Figura 5.**

*Medición de una planta con tratamiento uno (Fertilización Edáfica)*



**Figura 6.**

*Medición de una planta con tratamiento dos*



#### **4.4. Desarrollo Objetivo Número Cuatro**

A partir de las mediciones y resultados encontrados a lo largo de la investigación, es posible evidenciar que las plantas sometidas a los protocolos complementarios del tratamiento dos presentaron mejores resultados respecto a los del tratamiento uno exclusiva.

Partiendo de la mayor robustez de las plantas y del incremento en la cantidad de hojas, se proyecta una mayor capacidad fotosintética y, con ello, una mayor producción de los nutrientes necesarios para el ciclo vital de las plantas. Asimismo, el mayor tamaño de las ramas podría potenciar la producción, al disponer de una mayor área para la floración, soporte de la cosecha. De igual manera, una mayor cantidad de nudos podría representar un incremento en los puntos potenciales de floración y, en consecuencia, un posible aumento en la cosecha del lote.

Desde el punto de vista de impacto en el cambio climático, es posible indicar que los resultados de la fertilización foliar complementaria evidencian que las plantas sometidas a dicha fertilización presentan aumento en el desarrollo de las ramas, ayudando con ello a una mayor eficiencia en el uso agua a partir de una mayor tasa de fotosíntesis; el mejoramiento de la concentración de clorofila en la plantas, evidenciando la buena salud de las mismas y su resistencia a los picos altos de radicación y temperaturas.

Las plantas vigorosas pueden recuperarse con mayor facilidad y rapidez de situaciones extremas del clima (Altas temperaturas, o fuertes granizadas), y gracias a su mayor cantidad de nudos el potencial de producción se mantiene a lo largo de los periodos productivos.

##### ***4.4.1. Análisis Estadístico Comparativo entre Fertilización Foliar y Edáfica***

Con el fin de evaluar el impacto real de la fertilización foliar complementaria sobre el desarrollo vegetativo del café (*Coffea arabica* var. Castilla), se aplicaron pruebas estadísticas de comparación de medias mediante el método t de *Student* para muestras emparejadas, analizando

dos variables centrales del crecimiento: tamaño de planta y largo de rama. Este análisis permite cuantificar si las diferencias observadas entre los tratamientos foliar y edáfico son estadísticamente significativas.

**a. Comparación del tamaño de planta:**

Se analizaron 90 plantas por tratamiento. Los valores promedio fueron:

- Fertilización foliar: 1,79 m
- Fertilización edáfica: 1,65 m

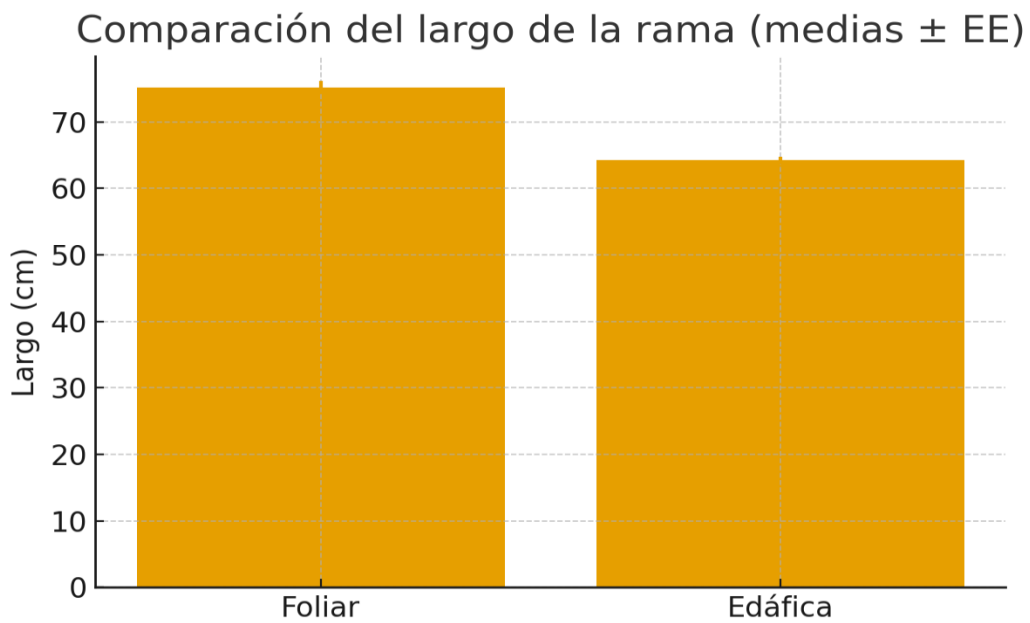
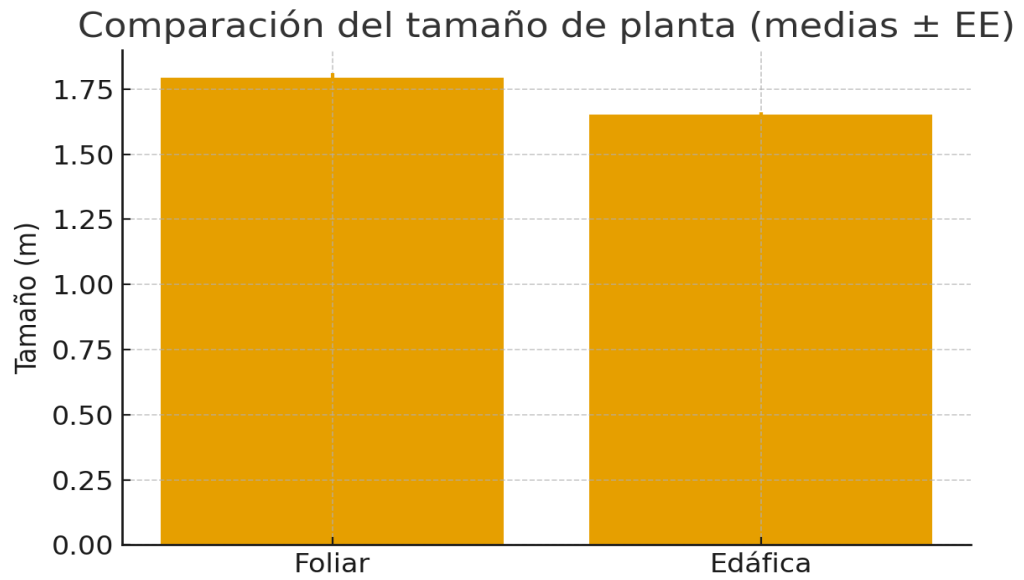
La prueba t arrojó los siguientes resultados:

- $t = 8,0598$
- $p \text{ (dos colas)} = 3,27 \times 10^{-12}$
- $p < 0,05$

**Interpretación:** El valor  $p$  es extremadamente bajo, lo que indica que sí existe una diferencia significativa en el tamaño de planta entre los dos tratamientos. Las plantas tratadas con fertilización foliar lograron alturas significativamente mayores que las tratadas únicamente con fertilización edáfica.

**Figura 7.**

*Comparación del tamaño de planta*



**b. Comparación del largo de las ramas:**

Los promedios obtenidos fueron:

- Fertilización foliar: 75,21 cm
- Fertilización edáfica: 64,22 cm

Resultados de la prueba t:

- $t = 10,8548$
- $p \text{ (dos colas)} = 5,59 \times 10^{-18}$
- $p < 0,05$

**Interpretación:** El valor p es significativamente menor a 0,05. Esto demuestra que el largo de las ramas es significativamente mayor en el tratamiento foliar, evidenciando un crecimiento estructural más robusto.

#### c. Correlación entre variables:

El coeficiente de correlación de Pearson resultó cercano a cero en ambas pruebas (0,0019 y 0,057). Esto indica que no existe una relación lineal fuerte entre los valores emparejados y que las diferencias observadas no se deben al azar ni al emparejamiento, sino al efecto del tratamiento aplicado.

#### d. Conclusión general del análisis:

Los análisis estadísticos demuestran que el tratamiento de fertilización foliar genera un crecimiento significativamente mayor en altura y longitud de ramas. Los valores p extremadamente bajos confirman que las diferencias no son producto del azar. El tratamiento foliar favoreció la formación de estructuras vegetativas, aumentando el número de nudos, subramas y hojas en comparación con el manejo únicamente edáfico. En conjunto, estos resultados validan que la fertilización foliar complementaria tiene un impacto positivo y significativo sobre el desarrollo vegetativo del cultivo de café en las condiciones de la Finca La Gruta.

#### 4.5. Discusión

Partiendo de los datos recopilados en el marco de la investigación realizada en la finca La Gruta, del municipio del Socorro, contrastado con el lote espejo donde no se aplicaron protocolos de fertilización foliar, se evidencia el aumento de la cantidad de hojas, mayor tamaño promedio de las ramas, un incremento en la cantidad de nudos por cada una de las ramas, y aunque en menor grado, un incremento en el tamaño de la planta como tal.

Estos datos se pueden diferenciar de los resultados obtenidos y presentados por Cenicafe, en el año 2020 en su estudio realizado en diversas fincas del eje cafetero, en el cual concluyen que los efectos en las plantas y sus características son muy leves luego de la aplicación de fertilizantes vía foliar (Salamanca Jiménez & Osorio, 2020). En este estudio presentan el proceso de fertilización realizado en la etapa de floración de los cultivos, mientras que en la presente investigación los protocolos de fertilización foliar complementario se realizaron desde la etapa joven de la plantación.

En conclusión, a partir de las condiciones agroecológicas de la región objeto de estudio, el proceso realizado y el registro de datos; la fertilización foliar complementaria genera efectos positivos para el cultivo de café. Teniendo en cuenta la edad del cultivo se proyecta seguir tomando datos, y evaluar posteriormente los niveles de producción, la calidad de dicha producción, tanto en cereza como en pergamino; y finalmente evaluar la calidad de la tasa.

## 5. Conclusiones

Es el proceso de investigación se logró evidenciar que existen varios estudios relacionados con los efectos de la fertilización foliar (tratamiento dos) complementaria en los cultivos de café. En los diferentes estudios presentan los procesos de fertilización que se han realizado, las formulaciones requeridas en cada uno de los procesos, los estudios previos que se requiere con el fin de diseñar un plan de fertilización foliar que responda de forma más efectiva a las necesidades particulares de cada cultivo. Por otra parte, se evidencian estudios sobre los efectos en los cultivos de café usando biofertilizantes foliares, con resultados tanto en las características de las plantas como en la calidad en tasa.

Los resultados cuantitativos revelaron mejoras sustanciales en todos los parámetros de crecimiento evaluados: las plantas con tratamiento dos alcanzaron una altura promedio de 180 cm, superando en 9% a las plantas con tratamiento uno (165 cm); desarrollaron ramas 17% más largas (75 cm frente a 64 cm); y mostraron una notable superioridad en ramificación, con promedio de 6 subramas frente a 0 en el testigo. Particularmente relevante resultó la diferencia en densidad foliar, donde el tratamiento foliar triplicó el número de hojas (66 frente a 23), indicador clave de mayor capacidad fotosintética y mejor estado fisiológico.

Esta superioridad en el desarrollo vegetativo se traduce directamente en mayor potencial productivo y mejor resiliencia climática. El 33% más de nudos en las plantas con tratamiento dos (12 frente a 9) significa mayores puntos potenciales de floración, mientras que el mayor tamaño de las ramas mejora la eficiencia en el uso del agua y la tolerancia a estrés térmico. La absorción directa de nutrientes a través de las hojas explica estos resultados, al garantizar una disponibilidad inmediata de elementos esenciales que complementa efectivamente la nutrición basal del suelo.

Se concluye que la integración de la fertilización foliar como práctica complementaria representa una estrategia eficaz para optimizar el desarrollo del cultivo, aumentar su productividad potencial y fortalecer su capacidad de adaptación ante las condiciones climáticas variables, constituyendo así una valiosa herramienta para la sostenibilidad de la caficultura en la región de Santander.

## 6. Recomendaciones

- Continuar los procesos de toma de datos en la etapa productiva del cultivo para contrastar la calidad de la cereza y el café seco, el rendimiento total de cada lote y, de ser posible, la calidad de la tasa.
- Realizar evaluaciones presupuestales para analizar costo-beneficio de la fertilización foliar complementaria.

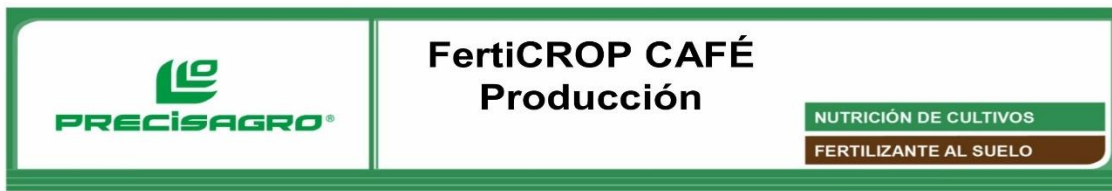
### Referencias Bibliográficas

- Audely Morales, P., Cordon, L., & Cedicafé. (2018). *Importancia de la fertilización foliar en el cultivo del café*.  
<https://www.anacafe.org/uploads/file/43490748e2fa4c4e94307fff64868fa0/Boletin-Tecnico-CEDICAFE-2018-03.pdf>
- Briceño Yen, H. (2024). *Contenido de clorofila en variedades de café (Coffea arabica) bajo el efecto de fertilización foliar complementaria con Mg y N en Huánuco*.  
<https://repositorio.unheval.edu.pe/item/357b8df9-dcdb-45df-be2a-0cdb8f411ec3>
- CEDICAFÉ. (2020). *Fertilización al Suelo y Foliar*.
- Ferrás-Negrín, Y., Bustamante-González, C. A., & Pérez-Salina, V. (2023, June 14). *Respuesta de posturas de café a la aplicación foliar de un bioestimulador*.  
<https://www.redalyc.org/journal/5862/586275623005/html/>
- Salamanca Jiménez, A., & Osorio, H. G. (2020). Respuesta del café a la aplicación foliar de nutrientes. *Cenicafe Journal*, 71(2), 124–142. <https://doi.org/10.38141/10778/71210>

## Apéndices

### Apéndice A.

#### Fichas técnicas de los productos implementados



#### Descripción:

FertiCROP CAFÉ Producción es un fertilizante granular de aplicación al suelo. Se trata de un producto diseñado según las necesidades de nutrición específicas del cultivo de café en etapa productiva, aportando un balance de nutrientes esenciales a la medida, en cuanto a elementos mayores (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), secundarios (Azufre y Magnesio) y con tecnología avanzada en el aporte de micronutrientes (Zinc), incrementando el número y peso de los frutos, lo que a su vez permite obtener un mayor rendimiento del cultivo de forma sostenible..

#### Beneficios:

La fuente de Nitrógeno de esta fórmula es NITRO XTEND®, que evita las pérdidas por volatilización. El Zinc contenido en este producto tiene tecnología ELEMENTUM® que permite una mejor dispersión de los nutrientes en el suelo.

#### Nutrientes:

22%	Nitrógeno total (N)
6%	Fósforo asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
17%	Potasio soluble en agua (K <sub>2</sub> O)
2%	Magnesio total (MgO)
3%	Azufre total (S)
0.03% (300ppm)	Zinc total (Zn)

Leer las especificaciones de este producto (hojas de seguridad y demás literatura relacionada) antes de su uso. Se recomiendan pruebas previas antes de utilizarlo. El formulador garantiza que el contenido de este producto está acorde a lo indicado. No es posible controlar el manejo y almacenamiento después de adquirido por lo que no se ofrece garantía por el uso incorrecto que realice el comprador o consumidor, quien deberá aceptar el riesgo bajo estas condiciones. Para mayor información contacte a su técnico de PRECISAGRO. Versión 02



**FertiCROP CAFÉ**  
**Producción**

NUTRICIÓN DE CULTIVOS  
FERTILIZANTE AL SUELO

**Características físicas y químicas:**

Fórmula del fertilizante	22-6-17+2MGO+3S+0.03Zn
Tipo de fertilizante:	Mezcla física.
Color y forma:	Mezcla de gránulos de diferentes colores.
Uso:	Fertilizante agrícola al suelo.

**Recomendaciones de uso**

Aplicaciones manuales o mecanizadas al suelo. Adecuado para usarse en mezclas físicas siempre que la compatibilidad lo permita. No apto para consumo animal.

Se realizará 2 aplicaciones de tipo edáfica, en café que inicia producción, la primera al inicio

Dosis recomendada: 130g/planta.

Compatible con la mayoría de fertilizantes. Es un fertilizante medianamente higroscópico. Se recomienda realizar una mezcla previa a la aplicación para verificar compatibilidades.

**Manejo y almacenamiento:**

Se recomiendan las prácticas de buen manejo. Almacenar en áreas frescas, lejos del calor y fuentes de ignición. Evitar el contacto con la humedad, evitar el contacto con la humedad.

Leer las especificaciones de este producto (hojas de seguridad y demás literatura relacionada) antes de su uso. Se recomiendan pruebas previas antes de utilizarlo. El formulador garantiza que el contenido de este producto está acorde a lo indicado. No es posible controlar el manejo y almacenamiento después de adquirido por lo que no se ofrece garantía por el uso incorrecto que realice el comprador o consumidor, quien deberá aceptar el riesgo bajo estas condiciones. Para mayor información contacte a su técnico de PRECISAGRO.

Versión 02



**FICHA TECNICA**  
**DAP**  
**18 – 46 – 0**

**GENERALIDADES**

**NOMBRE COMERCIAL:** DAP  
**NOMBRE GENERICO:** Fosfato Diamónico  
**FORMULA COMERCIAL:** 18 – 46 – 0  
**REGISTRO ICA:** 5032  
**COMPOSICION:**

NUTRIENTE	NOMINAL (%)	MINIMO (%)	METODO ANALITICO
Nitrógeno total (NT)	18.0	17.3	NTC 370
Nitrógeno Amoniacal (NH <sub>4</sub> )	18.0	17.3	NTC 211
Fósforo Asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	46.0	24.0	NTC 234
Humedad	1.5	...	NTC 5167

Criterio de aprobación y rechazo de acuerdo con Resolución ICA 0150 del 21 de Enero de 2003 o según NTC 1061 abonos o fertilizantes. Tolerancias. (99-10-27)

**CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS**

**PRESENTACION FÍSICA:** Sólido granulado, de color café.  
**pH:** 6 – 9  
**DENSIDAD:** 915 kg/m<sup>3</sup>  
**Característica:** Fertilizante fosfatado  
**Solubilidad en agua (30°C)** 1g/2.5 mL  
**Humedad crítica relativa (30°C)** 45%

Disponibilidad en el suelo: Fertilizante altamente soluble que proporciona una liberación rápida y continúa de los nutrientes que contiene el DAP.

**GRANULOMETRÍA**

Tamiz TYLER No.	% Partículas
1. > 4mm	5,0
2. 4-3mm	69,0
3. 3-2mm	22,0
4. 2-1mm	4,0
5. <1mm	0.1

El mayor porcentaje de partículas se encuentra en el tamiz 2 indicando que la mayoría de las partículas miden de 3 a 4 mm.

**APLICACIÓN**

Fertilizante para aplicación directa al suelo, para todo tipo de cultivos que presenten deficiencia del elemento nutricional Fósforo.

PREPARÓ: J. IGNACIO MAYA JARAMILLO	REVISÓ Y APROBÓ: FRANCISCO J. LONDOÑO GIRALDO	FECHA DE ÚLTIMA APROBACIÓN: 2013/06/01
CARGO: DIRECTOR DE CALIDAD	CARGO: GERENTE TÉCNICO	VERSIÓN: 04

Es recomendable tener en cuenta la prescripción de un Ingeniero Agrónomo con un oportuno análisis de suelo o tejido foliar.

#### EMPAQUE

El producto es envasado en empaques laminados con polietileno interno en presentaciones de 50 Kg de contenido neto. Este sistema permite buena conservación y fácil manejo del producto.

#### ALMACENAMIENTO

Se debe almacenar en un lugar seco, con ventilación para evitar el exceso de polvo. No arrumar directamente en el suelo se debe hacer sobre estibas secas. No dejar a la intemperie, se debe separar de materiales orgánicos y de otras sustancias como oxidantes, líquidos inflamables, ácidos y combustibles. Su almacenamiento no es aconsejable que sea mayor a 6 meses.

#### TRANSPORTE

Transportar en vehículos con carrocería o carpa que permitan proteger los sacos de la lluvia. El vehículo debe estar limpio y libre de humedad. Evitar colocar objetos combustibles o inflamables sobre los sacos.

PREPARÓ: J. IGNACIO MAYA JARAMILLO	REVISÓ Y APROBÓ: FRANCISCO J. LONDOÑO GIRALDO	FECHA DE ÚLTIMA APROBACIÓN: 2013/06/01
CARGO: DIRECTOR DE CALIDAD	CARGO: GERENTE TÉCNICO	VERSIÓN: 04



## Yara Management System

Document type:

Valid for Organization:

Valid for Location/Facility:

Especificación

Colombia

Colombia

## CO-FT24 YARABELA NITROMAG

21-0-0-11(CaO)-7(MgO)

DH Code: A20C2

### Technical Data Sheet / Ficha de Especificaciones Técnicas

GENERAL SPECIFICATIONS / ESPECIFICACIONES GENERALES	
Alternative Names / Otros Nombres	Specialties / Especialidades
Formula / Fórmula	Don't Apply / No aplica
Grade / Grado	21-0-0-7,5(MgO)-11(CaO)
Use / Uso	Edaphic Fertilizer / Fertilizante Edáfico
Color / Color	Characteristic / Característico
Appearance / Apariencia	Granules / Gránulos
Free flowing, and free from harmful substances / Fluido y libre de sustancias nocivas	
Free of foreign materials / Libre de materiales extraños.	

CHEMICAL ANALYSIS / ANÁLISIS QUÍMICO	TYPICAL / NOMINAL
Total Nitrogen / Nitrógeno Total (%N)	21.0
Ammoniacal Nitrogen / Nitrógeno Amoniacal (% N)	10.3
Nitric Nitrogen / Nitrógeno Nitrico (%N)	10.7
Calcium / Calcio Total (%CaO)	11.0
Magnesium / Magnesio Total (%MgO)	7.5
Moisture / Humedad (%H <sub>2</sub> O)	1

Document Owner:  
Carlos Alvarado Manotas

Approved by:  
Miguel Amado  
Rodríguez

Approval Date:  
2022-10-06

Next Review Date:  
2024-09-29

Document ID: CO-FT24  
YMS0-1801718624-1445  
Changes in this version:  
<Data required>

Version: 3.0

A paper copy is an uncontrolled copy of the document



# HidroBalance® Gel

## 14-14-14+Micronutrientes

### 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

**REGISTRO DE VENTA ICA No.** 11789

**NOMBRE COMERCIAL:** HIDROBALANCE GEL 14-14-14 + Micronutrientes

**NOMBRE COMÚN:** Fertilizante Compuesto Complejo en Gel NPK + Micronutrientes Fe, Mn y Zn para aplicación al suelo mediante sistemas de fertirriego.

### 2. PRESENTACIÓN

Envases x 1 litro, 5 litros, 10 litros, 20 litros y 60 litros

### 3. COMPOSICIÓN GARANTIZADA

NUTRIENTE	CONCENTRACIÓN %
Nitrógeno Total (N).....	196,7 g/L
Nitrógeno amoniacal (N).....	14,1 g/L
Nitrógeno nítrico (N).....	0,3 g/L
Nitrógeno ureico (N).....	182,5 g/L
Fósforo soluble en agua (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ).....	195,0 g/L
Potasio soluble en agua (K <sub>2</sub> O).....	190,7 g/L
Hierro soluble en agua (Fe)*.....	0,50 g/L
Manganeso soluble en agua (Mn)*.....	0,01 g/L
Zinc soluble en agua (Zn)*.....	0,11 g/L
*Quelataados con EDTA.	
pH (solución al 10%).....	7,68
Densidad 20 °C.....	1,374 g/ml
Conductividad eléctrica (1:100).....	3,48 dS/m

### 4. PROPIEDADES FÍSICAS

**FORMULACIÓN:** Gel Hidrosoluble  
**COLOR:** Beige  
**SOLUBILIDAD:** Soluble en agua  
**DENSIDAD:** 1,374 g/ml

### 5. CARACTERÍSTICAS

HidroBalance® Gel 14-14-14 + Micronutrientes es un fertilizante N-P-K en gel con alto contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio que contiene, además, micronutrientes como Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Zinc (Zn). Por su pureza y balance de macro y micronutrientes, favorece las etapas de mantenimiento de todos los cultivos.

HidroBalance® Gel 14-14-14 + Micronutrientes contiene vitaminas que proporcionan al producto un alto poder revitalizante, especialmente cuando se aplica a cultivos que han sufrido situaciones de estrés como sequía, granizo, enfermedades, entre otras.

HidroBalance® Gel 14-14-14 + Micronutrientes es altamente soluble, por tanto se logran resultados agronómicos favorables a corto plazo; además, es efectivo con menos cantidad de aplicaciones que otros fertilizantes.

La tecnología basada en una alta calidad de nutrientes y última generación de coadyuvantes de HidroBalance® Gel 14-14-14 + Micronutrientes logra nutrir con eficacia el cultivo.

## Ficha Técnica

# HidroBalance® Gel

## 14-14-14+Micronutrientes



A diferencia de algunos fertilizantes en suspensión, **HidroBalance® Gel 14-14-14 + Micronutrientes** está exento de componentes insolubles, por tanto, no obstruye equipos de aspersión o de riego.

**HidroBalance® Gel 14-14-14 + Micronutrientes** es recomendado para todo tipo de cultivos en cualquier etapa fenológica.

### 6. RECOMENDACIONES DE USO Y MANEJO

**HidroBalance® Gel 14-14-14 + Micronutrientes** se puede utilizar en cultivos que, por su fisiología y demanda, requieren de aplicaciones balanceadas de nutrientes.

Puede ser aplicado bajo cualquier sistema de fertirriego y es compatible con la mayoría de los fertilizantes y agroquímicos.

Su pH, solubilidad y conductividad eléctrica, hacen que sea un producto altamente asimilable y con rápidos resultados en todos los cultivos.

**Dosis:** Para la aplicación de este fertilizante, es recomendable la prescripción de un Ingeniero Agrónomo, con base en los análisis de suelos o del tejido foliar.

En general, se recomiendan aplicaciones de **HidroBalance® Gel 14-14-14 + Micronutrientes** vía foliar de 1,5 cm x 1 litro de agua (30 cm x bomba de 20 litros) o vía fertirriego de 2,5 cm x 1 litro de agua (50 cm x bomba de 20 litros).

Cuando la aplicación se haga directamente en *drench* al área radicular, revise que el suelo tenga la humedad adecuada para recibir el producto.

El uso frecuente del **HidroBalance® Gel 14-14-14 + Micronutrientes** evita la deficiencia de nutrientes en los cultivos tratados.

Evite la aplicación en días calurosos o soleados.

Debido a su composición única y formulación, **HidroBalance® Gel 14-14-14 + Micronutrientes** reduce los síntomas de estrés y protege los cultivos frente a condiciones de crecimiento desfavorables.

### 7. PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS DE ALMACENAMIENTO Y USO

**COMBUSTIÓN:** No es un producto inflamable; en caso de incendio en el entorno están permitidos todos los agentes extintores.

**PELIGROS QUÍMICOS:** Nocivo por ingestión, puede irritar los ojos y la piel.

**ALMACENAMIENTO:** Almacenar en ambientes secos, preferiblemente sobre estibas y separado de sustancias combustibles; evitar el exceso de calor.

**DERRAMES Y FUGAS:** Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente; si fuera necesario, absorber en aserrín u otros absorbentes.

### 8. CONDICIONES GENERALES

**HidroBalance® Gel 14-14-14 + Micronutrientes** está diseñado y fabricado con los más altos estándares de calidad en la ciudad de Almería (España) de manera exclusiva para MP Galagro S.A.S.

**M.P. Galagro S.A.S.**, garantiza que las características físicas y químicas del producto corresponden a las anotadas en la etiqueta, mas no asume la responsabilidad por el uso que se haga de él, porque el manejo está fuera de su control.

Este producto debe emplearse con la recomendación suscrita de un Ingeniero Agrónomo.





GELES

# HidroFollaje® Gel

## 22-4-4+Micronutrientes

### 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

REGISTRO DE VENTA ICA No. 11056

NOMBRE COMERCIAL: HIDROFOLLAJE GEL 22-4-4 + Micronutrientes

NOMBRE COMÚN: Fertilizante Compuesto Complejo Gel Hidrosoluble NPK + Micronutrientes Fe, Mn y Zn para aplicación al suelo mediante sistemas de fertirriego.

### 2. PRESENTACIÓN

Envases x 1 litro, 5 litros, 10 litros, 20 litros y 60 litros

### 3. COMPOSICIÓN GARANTIZADA

COMPOSICIÓN	g/L
Nitrógeno Total (N).....	283,0 g/L
Nitrógeno amoniacal (N).....	61,3 g/L
Nitrógeno nítrico (N).....	41,1 g/L
Nitrógeno ureico (N).....	180,6 g/L
Fósforo soluble en agua (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ).....	54,0 g/L
Potasio soluble en agua (K <sub>2</sub> O).....	52,1 g/L
Azufre total (S).....	65,7 g/L
Hierro Total (Fe)*.....	1,5 g/L
Manganeso Total (Mn)*.....	1,5 g/L
Zinc Total (Zn)*.....	1,6 g/L
*Quelataados con EDTA.	
pH en solución al 10%.....	6,05
Densidad a 20 °C.....	1,301 g/ml
Conductividad eléctrica (1:100).....	5,32 dS/m

### 4. PROPIEDADES FÍSICAS

**FORMULACIÓN:** Gel Hidrosoluble  
**COLOR:** Verde  
**SOLUBILIDAD:** Soluble en agua  
**DENSIDAD:** 1,301

### 5. CARACTERÍSTICAS

**HIDROFOLLAJE GEL 22-4-4 + Micronutrientes** es un fertilizante N-P-K en Gel concentrado con un alto contenido de Nitrógeno, acompañado de un excelente balance de Fósforo, Potasio y elementos menores como Fe, Mn y Zn. Nuestra tecnología está basada en una alta calidad de nutrientes y última generación de coadyuvantes que facilitan, por un lado, la preparación de la mezcla para ser aplicado ya que es un líquido y, de otro lado, la eficacia como nutriente.

**HIDROFOLLAJE GEL 22-4-4 + Micronutrientes** está especialmente diseñado para favorecer la germinación y el crecimiento vegetativo o etapas iniciales de los cultivos, cuando se aplica tanto por vía foliar como por vía radicular, dándonos un excelente desarrollo inicial. Todos sus elementos nutricionales, tanto macros como micros, están en un perfecto balance.

**HIDROFOLLAJE GEL 22-4-4 + Micronutrientes** contiene vitaminas en su formulación, proporcionándole al producto un alto poder revitalizante cuando se aplica, especialmente, en cultivos que han sufrido situaciones de estrés (sequía, granizo, enfermedades, etc).

Ficha Técnica

# HidroFollaje® Gel

## 22-4-4+Micronutrientes



**HIDROFOLLAJE GEL 22-4-4 + Micronutrientes** es una formulación altamente concentrada y eficiente; a menudo, con menor necesidad de aplicaciones que otras formulaciones.

**HIDROFOLLAJE GEL 22-4-4 + Micronutrientes** combina los beneficios del fertilizante en polvo y líquido en un solo producto.

A diferencia de algunos fertilizantes en suspensión, **HIDROFOLLAJE GEL 22-4-4 + Micronutrientes** está exento de componentes insolubles y, por lo tanto, no obstruye equipos de aspersión o de riego.

### 6. RECOMENDACIONES DE USO Y MANEJO

**HIDROFOLLAJE GEL 22-4-4 + Micronutrientes** se puede utilizar en aquellos cultivos que, por su fisiología, la demanda de Nitrógeno sea muy elevada. Posee un balanceado contenido de Fósforo y Potasio que, sumados a los Microelementos quelatados con EDTA que contiene en su formulación, genera mejores resultados agronómicos.

**HIDROFOLLAJE GEL 22-4-4 + Micronutrientes** es diseñado y fabricado con los más altos estándares de calidad en Almería (España), en exclusividad para MP Galagro, y puede ser aplicado bajo cualquier sistema de fertirriego. Es compatible con la mayoría de fertilizantes y agroquímicos. Su pH, alta solubilidad y conductividad eléctrica hacen que sea un producto altamente asimilable por las plantas.

**Dosis:** Para la aplicación de este fertilizante es recomendable la prescripción de un Ingeniero Agrónomo, con base en los análisis de suelos o del tejido foliar.

En general, se pueden recomendar aplicaciones de **HIDROFOLLAJE GEL 22-4-4 + Micronutrientes** de 1,5 cms x litro de agua vía foliar (30 cms x bomba de 20 litros) o 2,5 cms x litro de agua (50 cms x bomba de 20 litros) vía fertirriego. Cuando la aplicación se haga directamente en "drench" al área radicular, revise que el suelo esté con una adecuada humedad para recibir el producto.

El uso frecuente de **HIDROFOLLAJE GEL 22-4-4 + Micronutrientes** evita la deficiencia de nutrientes en los cultivos tratados. Evite la aplicación en días calurosos o soleados.

### 7. PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS DE ALMACENAMIENTO Y USO

**COMBUSTIÓN:** No es un producto inflamable; en caso de incendio en el entorno, están permitidos todos los agentes extintores.

**PELIGROS QUÍMICOS:** Nocivo por ingestión; puede irritar los ojos y la piel.

**ALMACENAMIENTO:** Almacenar en ambientes secos, preferiblemente sobre estibas y separado de sustancias combustibles; evitar el exceso de calor.

**DERRAMES Y FUGAS:** Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente; si fuera necesario, absorber en aserrín u otros absorbentes.

### 8. CONDICIONES GENERALES

**M.P. Galagro S.A.S.**, garantiza que las características físicas y químicas del producto corresponden a las anotadas en la etiqueta, mas no asume la responsabilidad por el uso que se haga de él porque el manejo está fuera de su control.

Este producto debe emplearse con la recomendación suscrita de un Ingeniero Agrónomo.





# HidroInicio® Gel

## 7-21-8+Micronutrientes



### 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

**REGISTRO DE VENTA ICA No:** 10945  
**NOMBRE COMERCIAL:** HIDROFOLLAJE GEL 26-4-4 + Micronutrientes

**NOMBRE COMÚN:** Fertilizante Compuesto Complejo en Gel NPK + Microelementos Fe, Mn y Zn para aplicación al suelo mediante sistemas de fertirriego.

### 2. PRESENTACIÓN

Envases x 1 litro, 5 litros, 10 litros, 20 y 60 litros

### 3. COMPOSICIÓN GARANTIZADA

#### COMPONENTES EN g/L

Nitrógeno Total (N).....	101,3 g/L
Nitrógeno amoniacal (N).....	1,1 g/L
Nitrógeno ureico (N).....	100,2 g/L
Fósforo soluble en agua (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ).....	289,0 g/L
Potasio soluble en agua (K <sub>2</sub> O).....	107,0 g/L
Hierro soluble en agua (Fe)*.....	2,4 g/L
Manganeso soluble en agua (Mn)*.....	1,4 g/L
Zinc soluble en agua(Zn)*.....	1,8 g/L
* Quelatados con EDTA.	
pH en solución al 10%.....	> 2,0
Densidad a 20 °C.....	1,351 g/ml
Conductividad eléctrica (1:100).....	4,15 dS/m

### 4. PROPIEDADES FÍSICAS

**FORMULACIÓN:** Gel Hidro Soluble  
**COLOR:** Azul  
**SOLUBILIDAD:** Soluble en agua  
**DENSIDAD:** 1,351

### 5. CARACTERÍSTICAS

**HIDROINICIO GEL 7-21-8 + Micronutrientes** es una fuente especializada para aplicación en fertirriego o drench diseñado para etapas de máxima demanda de Fósforo. Contiene además, importantes niveles de Nitrógeno y Potasio en su formulación; adicionalmente, micronutrientes, Fe, Mn y Zn que por su balance y concentración, favorecen las etapas de germinación, enraizamiento y florescencia de todos los cultivos. Todos sus elementos nutricionales, tanto macros como micros, están en un perfecto balance.

**HIDROINICIO GEL 7-21-8 + Micronutrientes** es un fertilizante N-P-K en Gel cuya tecnología está basada en una alta calidad de nutrientes y última generación de coadyuvantes que, facilitan por un lado, la preparación de la mezcla para ser aplicado ya que es un líquido, y de otro lado, la eficacia como nutriente.

**HIDROINICIO GEL 7-21-8 + Micronutrientes** contiene vitaminas en su formulación, proporcionándole al producto un alto poder revitalizante cuando se aplica especialmente en cultivos que han sufrido situaciones de estrés (sequia, granizo, enfermedades, etc).

Ficha Técnica  
**HidroInicio® Gel**  
 7-21-8+Micronutrientes



**HIDROINICIO GEL 7-21-8 + Micronutrientes** es una formulación altamente concentrada y eficiente; a menudo, con menor necesidad de aplicaciones que otras formulaciones.

**HIDROINICIO GEL 7-21-8 + Micronutrientes** combina los beneficios del fertilizante en polvo y el de los líquidos en un solo producto. A diferencia de algunos fertilizantes en suspensión, **HIDROINICIO GEL 7-21-8 + Micronutrientes**, está exento de componentes insolubles; por lo tanto, no obstruye equipos de aspersión o de riego.

**HIDROINICIO GEL 7-21-8 + Micronutrientes** está especialmente recomendado para todo tipo de cultivos en su fase inicial y en la florescencia.

**6. RECOMENDACIONES DE USO Y MANEJO**

**HIDROINICIO GEL 7-21-8 + Micronutrientes** se puede usar en aquellos cultivos que, por su fisiología, la demanda de Fósforo sea muy elevada. Posee, un balanceado contenido de Nitrógeno y Potasio que sumados a los Micro-elementos quelatados con EDTA que contiene en su formulación, genera mejores resultados agronómicos.

**HIDROINICIO GEL 7-21-8 + Micronutrientes** es diseñado y fabricado con los más altos estándares de calidad en la ciudad de Almería-España en exclusividad para MP Galagro y puede ser aplicado bajo cualquier sistema de Fertirriego. Es compatible con la mayoría de fertilizantes y agroquímicos. Su bajo pH, alta solubilidad y excelente conductividad eléctrica, hace que sea un producto altamente asimilable por todos los cultivos.

Dosis: Para la aplicación de este fertilizante es recomendable la prescripción de un Ingeniero Agrónomo con base en los análisis de suelos o del tejido foliar.

En general, se pueden recomendar aplicaciones de 1,5 cm x litro de agua por vía foliar (30 cms x bomba de 20 litros) o 2,5 cms x litro de agua (50 cms x bomba de 20 litros) vía fertirriego de **HIDROINICIO GEL 7-21-8 + Micronutrientes**. Cuando la aplicación se haga directamente en "drench" al área radicular, tener en cuenta que el suelo esté con una adecuada humedad para recibir el producto. El uso frecuente de **HIDROINICIO GEL 7-21-8 + Micronutrientes** evita la deficiencia de nutrientes en los cultivos tratados. Evite la aplicación en días calurosos y soleados.

**7. PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS DE ALMACENAMIENTO Y USO**

**COMBUSTIÓN:** No es un producto inflamable, en caso de incendio en el entorno están permitidos todos los agentes extintores.

**PELIGROS QUÍMICOS:** Nocivo por ingestión, puede irritar los ojos y la piel.


**ALMACENAMIENTO:** Almacenar en ambientes secos, preferiblemente sobre estibas y separado de sustancias combustibles; evitar el exceso de calor.

**DERRAMES Y FUGAS:** Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente; si fuera necesario, absorber en aserrín u otros absorbentes.

**8. CONDICIONES GENERALES**


**M.P. Galagro S.A.S.** garantiza que las características físicas y químicas del producto corresponden a las anotadas en las etiquetas, pero no asume la responsabilidad por uso que se le haga, porque el manejo esta fuera de su control. Este producto debe emplearse con la recomendación suscrita de un Ingeniero Agrónomo.



	<b>Ficha Técnica</b>			<b>F-PDD-08</b>
	Versión: 4	Aprobado por: Comité de calidad	Fecha de aprobación: 01-09-08	Página 1 de 3

I. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO		
I.1. Nombre comercial:		
I.2. Registro de venta ICA No.:	No. 4820	
I.3. Nombre Común:	FERTILIZANTE FOLIAR QUELATADO ESPECIALIZADO EN ELEMENTOS MENORES	
I.4. Tipo de Formulación:	Suspensión Concentrada	
I.5. Composición Garantizada:	Nitrógeno Total (N)	50,0 g/l
	Nitrógeno Amoniacal (N)	12,0 g/l
	Nitrógeno Nítrico (N)	33,0 g/l
	Nitrógeno Uréico (N)	5,0 g/l
	Magnesio (MgO)	30,0 g/l
	Azufre Total (S)	45,0g/l
	Boro (B)	50,0g/l
	Cobre (Cu)*	3,0g/l
	Hierro (Fe)*	5,0 g/l
	Manganeso (Mn)*	5,0g/l
	Molibdeno (Mo)	2,0g/l
	Zinc (Zn)*	80,0 g/l
*Quelataados con EDTA y ácido cítrico.		
pH 10%		5,34
Densidad		1,45 g/cm <sup>3</sup>
I.6. Proceso de Fabricación o Formulación:	Fuentes solubles de elementos menores complementado con agentes quelatantes EDTA y ácido cítrico.	
I.7. Presentación:	Empacado en envases plásticos de 500 cc, 1 L, 4 L, 20 L y 200 L.	

2. MODO DE ACCIÓN		
BOROZINCO FOLIAR es un fertilizante líquido para aplicación foliar que complementa la fertilización NPK.		
<b>2.1. Recomendaciones de Uso y Manejo</b>		
Las siguientes recomendaciones son sugeridas de acuerdo a la investigación de los productos por parte de MICROFERTISA, pero pueden variar basados en análisis de suelos, foliar y la experiencia del asistente técnico local. Consulte nuestro asesor técnico de su zona.		
<b>CULTIVO</b>	<b>DOSIS FOLIAR</b>	<b>ÉPOCA DE APLICACIÓN</b>
Arroz ( <i>Oryza sativa</i> )	0,5 – 1 L/ha	Aplicar en máximo macollamiento, inicio de panícula o estrés inducido por herbicidas.
Banano y plátano ( <i>Musa sp</i> )	100 a 200 cc/20 L	Se recomienda utilizar en plantilla y plantación establecida dirigida al hijo. Realizar 4 a 6 aplicaciones al año.

	<b>Ficha Técnica</b>			<b>F-PDD-08</b>
	Versión: 4	Aprobado por: Comité de calidad	Fecha de aprobación: 01-09-08	Página 2 de 3


CULTIVO	DOSIS FOLIAR	ÉPOCA DE APLICACIÓN
Cebolla ( <i>Allium Cepa</i> )	2,5 cc/ L 500 cc/ha	En establecimiento del cultivo, trasplante, formación y llenado de bulbo. 30-45-60 ddt. Y 8 días después de aplicar herbicidas.
Algodón ( <i>Gossypium sp</i> )	750 a 1000 cc /ha	Aplicar a los 15, 35 y 45 ddt para el sostenimiento de estructuras.
Papa ( <i>Solanum sp</i> )	2,5 - 3 cc/L, 500-600 cc por 200 L	En desarrollo (desyerbe), inicio de tuberización y llenado de tubérculo. 30, 50 y 70 dde.
Caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> )	1 Litro/ha	Se recomienda la aplicación en el ciclo de cultivo (3 a 12 meses) como fuente nutricional y como madurante de la caña de azúcar.
Rosa	1 cc/L de agua	Aplicar semanalmente durante el ciclo vegetativo después de la poda.
Zanahoria ( <i>Daucus carota</i> )	6 cc/L	Aplicar un máximo de 6 aplicaciones por ciclo para evitar cuarteamiento y aumentar la producción.

**INCOMPATIBILIDADES:**

Por su solubilidad, formulación y reacción ácida es utilizado en mezcla, siendo compatible con la mayoría de productos agroquímicos y/o fertilizantes. Se recomienda realizar pruebas de compatibilidad previas con concentrados emulsionables.

**3. IMPORTANCIA Y BENEFICIOS DEL PRODUCTO**

- **BOROZINCO FOLIAR** es un fertilizante foliar que representa ventajas en los cultivos:
- **BOROZINCO FOLIAR** suple y corrige las demandas nutricionales de elementos menores en los cultivos al ser una fuente de concentración balanceada en B, Zn, Cu, Fe, Mn y Mo; luego se puede utilizar adecuadamente en planes de nutrición integral de los cultivos.
- **BOROZINCO FOLIAR** esta complementado con Magnesio (Mg), Nitrógeno (N) y Azufre (S), nutrientes que facilitan eficientemente el transporte y asimilación de los elementos menores.
- **BOROZINCO FOLIAR** se absorbe rápidamente por la quelatación con EDTA y la reacción ácida de la suspensión, siendo asimilable de inmediato por los tejidos vegetales.
- La función fisiológica del B y el Zn, que aporta **BOROZINCO FOLIAR** en alta proporción, promueve un balance nutricional de la planta evitando que evita el excesivo crecimiento vegetativo por desequilibrios con N; además, el B y el Zn regulan el balance hormonal de la planta que disminuye la concentración de etileno, principalmente bajo fototoxicidad, o el estrés hídrico, impidiendo la aceleración de la cosecha.
- **BOROZINCO FOLIAR** promueve el mayor desarrollo de raíces, macollamiento, firmeza de la pared celular y acumulación de carbohidratos (azúcares y almidones) en órganos productivos de la planta (espigas, tubérculos y frutos). Evita el volcamiento en cereales, deformación en los tubérculos y aumenta la calidad y consistencia de los frutos, favoreciendo la poscosecha.
- **BOROZINCO FOLIAR** Induce la formación de sustancias tóxicas para los insectos (fitotoxinas) y hongos.

	<b>Ficha Técnica</b>			<b>F-PDD-08</b>
	Versión: 4	Aprobado por: Comité de calidad	Fecha de aprobación: 01-09-08	Página 3 de 3

**4. EFICACIA AGRONÓMICA**

**4.1. PAPA (*Solanum tuberosum*):** A partir de investigaciones realizadas en suelos de la planicie Cundi-boyacense, el uso del **BOROZINCO FOLIAR** en el cultivo de papa en dosis de 3,75 cc/l aplicado en el aporque e inicio de floración, incremento el rendimiento del cultivo de papa en un 31,5% de calidad de primera con una disminución considerablemente del cuarteamiento y deformación del tubérculo.

**4.2. ARROZ (*Oryza sativa*):** A partir de investigaciones realizadas en suelos arroceros de la Meseta de Ibague y Armero-Guayabal en el II Semestre, se observo que **BOROZINCO FOLIAR**, en dosis de 500 cc/ha ,incrementa en promedio un 10% la producción del cultivo, mejorando la calidad molinera del grano y disminuyendo vaneamiento a un 15 % respecto al 32% que presento el testigo sin aplicación.

**4.3. CEBOLLA (*Allium cepa*):** A partir de investigaciones realizadas en zona cebollera de Caqueza, Cundinamarca, el uso del **BOROZINCO FOLIAR** en dosis de 500 cc/200 L incrementó el rendimiento de cebolla de primera 11,11%, esto, atribuido posiblemente a la estimulación edáfica de la toma de nutrientes limitantes en los suelos como N, P, Ca y otros elementos que interactúan sinérgicamente con elementos menores.

**4.4. BANANO (*Musa sp.*):** En pruebas de campo realizadas en la Zona Bananera del Magdalena en el cultivo de banano, se evaluó el efecto de **BOROZINCO FOLIAR** en aplicaciones terrestres en plantilla, con un incremento de 20% en cajas, a diferencia del testigo. Por lo anterior se recomienda usar en dosis de 200 cc/20L (1 Litro/ha), en aplicaciones terrestres para plantillas de banano, iniciando aplicaciones desde la segunda semana hasta la doce después de la siembra en campo.

**4.5. ALGODÓN (*Gossypium sp.*):** El uso de **BOROZINCO FOLIAR** en dosis de 750 a 1000 cc/ha, aplicado a los 45, 60, 75 y 90 días después de siembra, por los beneficios que representa como fuente de elementos menores y secundarios. Su aplicación induce un incremento de 0,88 T/ha de algodón semilla y 0,3 T/Ha de algodón fibra aumentando la resistencia de la fibra y fineza, variables determinantes en la evaluación y selección de fibras a nivel comercial.

**4.6. CAÑA (*Saccharum officinarum*):** La aplicación de **BOROZINCO FOLIAR** en dosis de 1 L/ha es un fertilizante que ejerce la función de nutriente y madurante de la caña de azúcar. **BOROZINCO FOLIAR** incrementa el rendimiento de TCH en 2,5% y un rendimiento TAH de 5,79%. El uso de **BOROZINCO FOLIAR** como madurante representa unos beneficios económicos significativos, porque se aumenta la productividad por unidad de área y el azúcar adicional, mejorando la rentabilidad del cultivo.

**4.7. ROSA (*Rosa sp.*):** Las aplicaciones de **BOROZINCO FOLIAR** en el cultivo de rosa es una herramienta de manejo nutricional que aumenta la longitud del tallo en 33% y reduce la formación de tallos ciegos en 15%. Se recomienda hacer aplicaciones semanales de **BOROZINCO FOLIAR** en dosis de 1cc/litro de agua como complemento de la fertilización edáfica.

**4.6. ZANAHORIA (*Daucus carota*):** La aplicación de **BOROZINCO FOLIAR** en dosis de 6 cc/L de agua durante el ciclo del cultivo induce una mayor producción y mejor calidad al reducir el porcentaje de rajado. El incremento en la producción comparado con el tratamiento es de 30 t/ha con un disminución de 67% en la producción rajada.

**5. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

VER ANEXO HOJA DE SEGURIDAD BOROZINCO FOLIAR (F-PRH-14)

Apéndice B.

Análisis de suelos

**Federación Nacional de Cafeteros de Colombia**  
**Centro Nacional de Investigaciones de Café**  
**CENICAFE**

**Sistema de Interpretación de Análisis de Suelos para Café**

Departamento:	SANTANDER	Lote:	LA MARIA	Fecha de muestreo:	2025.07.31
Municipio:	SOCORRO	Etapa/Edad del cultivo:	Crecimiento - 14 mes(es)	Fecha de análisis:	2025.08.14
SICA Lote:	2973	Densidad de siembra:	5800 árboles/ha	Fecha de reporte:	2025.8.14
Nombre Finca:	LA MARIA	Nivel de sombra:	35 %		
Solicitante:	YLANDA GALVIS GONZALEZ				

Determinación	Método	Resultado	Rango adecuado	Interpretación				
				Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
pH	Potenciométrico en agua 1:1	4,5	Entre 5,0 y 5,5					
Materia orgánica	Walkley-Black - Colorimétrico	4,4 %	Mayor de 8,0					
Fósforo (P)	Bray II - Colorimétrico	7 mg/kg	Mayor de 30					
Potasio (K)	Acetato de amonio - Absorción atómica	0,28 cmol /kg	Mayor de 0,40					
Magnesio (Mg)	Acetato de amonio - Absorción atómica	0,2 cmol /kg	Mayor de 0,9					
Calcio (Ca)	Acetato de amonio - Absorción atómica	2,0 cmol /kg	Mayor de 3,0					
Azufre (S)	Fosfato de calcio - Turbidimétrico	No solicitado	Mayor de 12					
Aluminio (Al)	Yuan - Absorción atómica	1,3 cmol /kg	Menor de 1,0					
Textura	Al tacto	Franco-Arcilloso						

**Nutrientes requeridos:**

Etapa	Época	Nutrientes				
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S
Crecimiento	14 meses después de la siembra (g/planta)	14				
	18 meses después de la siembra (g/planta)	16	6	10	3	
	Total etapa (g/planta)	30	6	10	3	
Producción	Año 1 - Aplicación 1 (kg/ha)	128	51	111	51	
	Año 1 - Aplicación 2 (kg/ha)	128		111		
	Total año 1 (kg/ha)	255	51	221	51	
<b>TOTAL</b>	Cantidad total de nutriente requerido (kg/ha)	429	86	279	68	

**Alternativas para la fertilización:**

**Etapa de Crecimiento:**

14 meses después de la siembra	30 g/planta de Urea
18 meses después de la siembra	30 g/planta de Urea, 13 g/planta de DAP, 17 g/planta de Cloruro de potasio y 3 g/planta de Oxido de magnesio

**Etapa de Producción:**

Año 1	Aplicación 1	234 kg/ha de Urea, 111 kg/ha de DAP, 184 kg/ha de Cloruro de potasio y 58 kg/ha de Oxido de magnesio
	Aplicación 2	277 kg/ha de Urea y 184 kg/ha de Cloruro de potasio

**Sugerencias para el manejo de enmiendas:**

- \* En el mes 16 después de la siembra aplicar 80 g/planta de Caliza dolomítica
- \* Al año siguiente, 2 ó 3 meses antes o después de una fertilización, aplicar 1000 kg/ha de Caliza dolomítica
- \* Realizar prácticas de conservación de suelos y aplicar pulpa de café u otra fuente de materia orgánica.

**Observaciones:**



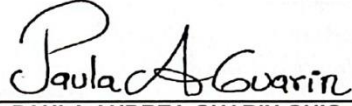
- \* Si se aplican las cantidades recomendadas de Caliza dolomítica en la etapa de crecimiento, se podrá prescindir de la fertilización con magnesio durante un año.
- \* El Oxido de magnesio no se debe mezclar con los fertilizantes granulados en la etapa de producción. De ser necesario, este fertilizante se puede mezclar con la cal.
- \* Las fertilizaciones se deben realizar teniendo en cuenta las épocas de lluvia.
- \* Los resultados de los análisis de suelos presentados en este documento y su interpretación tendrán validez siempre y cuando se haya tomado y analizado de manera correcta la muestra de suelo. Puede encontrar mayor información en el Boletín Técnico Cenicafe No. 32 'Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia'.
- \* Las recomendaciones para este análisis de suelos tienen vigencia entre julio de 2025 y julio de 2027

① 180 Grados cal dolomita -

1 abordo } 6-3-25-2 = 388 Grados  
25 Grados - Nitro

2 abordo } -22-6-17 = 108 Grados

© Copyright FNC 2011 - Servicio web

Version 08/2025		Secretariado Diocesano de Pastoral Social - SEPAS							
 <b>LABORATORIO PEÑAFLOR</b>		<b>INSTITUTO TÉCNICO PARA EL DESARROLLO RURAL</b> <b>LABORATORIO PEÑAFLOR</b> Km. 3 Vía a Bucaramanga							
<b>Comité de Cafeteros - Seccional Socorro</b>									
<b>CÓDIGO LAB</b>	1278	<b>MUESTRA No</b>	106	<b>FECHA RECEPCION</b>	31/07/2025				
<b>PROPIETARIO</b>	YOLANDA GALVIS GONZALEZ			<b>MUNICIPIO</b>	SOCORRO				
<b>VEREDA</b>	NITO CHOCHOS			<b>FECHA EMISION</b>	14/08/2025				
LOTE	TEXTURA	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	N calculado
		Unidades de pH	%	(ppm)	meq /100 g suelo				
MARIA	Franco Arcilloso	4,5	4,4	7	0,28	1,97	0,24	1,27	0,22
<b>NOTAS</b>					 PAULA ANDREA GUARIN GUIO Química. Matrícula Profesional PQ-07481 Directora de Laboratorio				
1. Prohibida la reproducción total o parcial de este documento. 2. Estos resultados son validos únicamente para la muestra suministrada por el cliente. 3. La contramuestra de la muestra analizada se almacenará por un periodo de tiempo de 6 meses a partir de la fecha de emisión del resultado.									

Apéndice C.

Análisis de datos FOLIAR y EDAFICA

FOLIAR						
Numero de Plantas	Tamaño de Planta	Largo de la Rama	Subramas	Numero de nudos	Total de hojas	
1	1,7	75	6	14	44	
2	1,6	79	8	12	70	
3	1,7	81	5	10	61	
4	1,61	62	8	8	68	
5	1,9	92	8	15	82	
6	2,06	90	7	14	66	
7	1,64	70	9	11	84	
8	1,73	74	6	20	70	
9	1,92	85	7	16	66	
10	1,9	70	5	14	60	
11	1,74	93	10	23	66	
12	2,07	93	5	15	76	

<b>FOLIAR</b>					
<b>Numero de Plantas</b>	<b>Tamaño de Planta</b>	<b>Largo de la Rama</b>	<b>Subramas</b>	<b>Numero de nudos</b>	<b>Total de hojas</b>
13	1,82	71	5	11	60
14	1,76	85	10	19	45
15	1,46	83	6	12	74
16	1,47	67	5	13	73
17	1,9	79	6	21	76
18	1,82	80	5	25	95
19	1,74	93	9	22	65
20	1,62	84	8	18	79
21	1,7	66	6	13	44
22	1,71	78	7	11	52
23	1,69	65	4	12	60
24	1,68	67	6	9	72
25	1,7	66	6	8	72
26	1,8	69	8	11	57
27	1,9	78	7	10	66
28	1,66	67	6	12	62
29	1,69	59	4	19	71
30	1,74	66	8	15	62
31	1,75	88	7	13	48
32	2,8	69	6	11	59
33	1,91	88	5	10	66
34	1,86	76	4	11	63
35	1,82	68	6	9	64
36	1,81	67	8	12	72
37	1,77	65	9	14	62
38	1,74	64	7	15	64
39	1,76	66	5	13	63
40	1,78	67	6	12	64
41	1,7	68	5	11	48
42	1,68	70	7	12	56
43	1,73	65	6	14	60
44	1,75	66	6	13	71
45	1,7	69	8	11	69
46	1,68	70	9	11	65
47	1,76	62	8	12	80
48	1,8	73	7	10	83
49	1,68	66	7	0	68
50	1,7	68	6	11	76

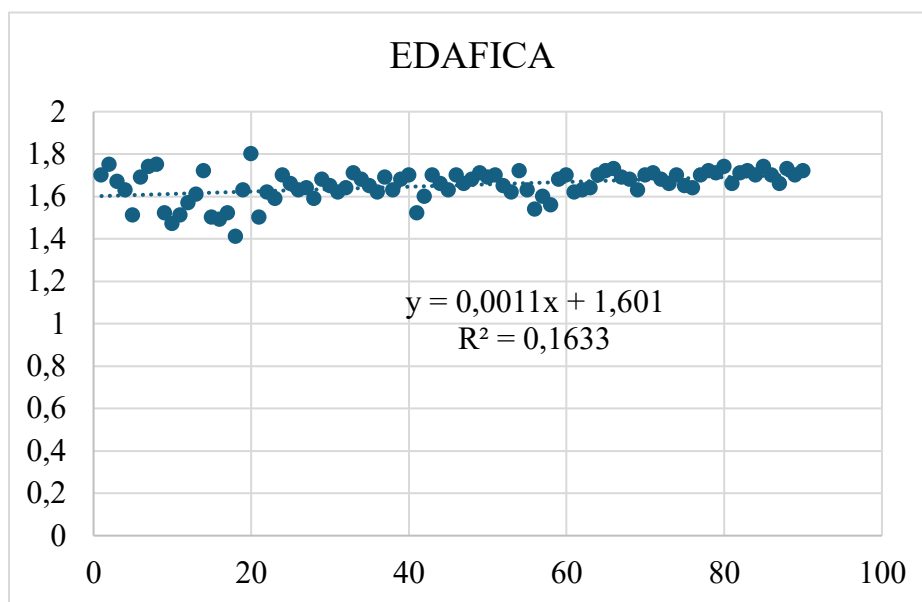
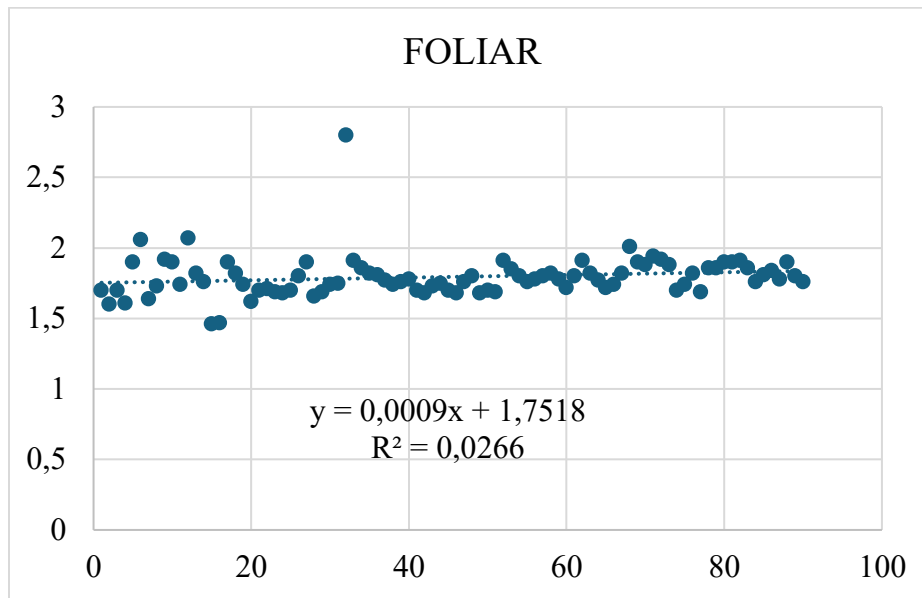
<b>FOLIAR</b>					
<b>Numero de Plantas</b>	<b>Tamaño de Planta</b>	<b>Largo de la Rama</b>	<b>Subramas</b>	<b>Numero de nudos</b>	<b>Total de hojas</b>
51	1,69	70	5	14	82
52	1,91	82	8	16	66
53	1,85	81	4	12	67
54	1,8	74	3	10	69
55	1,76	69	2	8	75
56	1,78	65	6	9	56
57	1,8	72	8	12	49
58	1,82	76	6	15	59
59	1,78	72	7	12	68
60	1,72	68	8	11	74
61	1,8	76	5	11	48
62	1,91	86	7	10	52
63	1,82	82	4	11	61
64	1,77	66	9	12	64
65	1,72	71	8	12	66
66	1,74	74	3	11	59
67	1,82	69	5	9	62
68	2,01	88	6	10	72
69	1,9	85	6	12	74
70	1,88	69	8	11	73
71	1,94	87	7	12	68
72	1,92	78	6	11	82
73	1,88	83	4	10	65
74	1,7	72	9	10	82
75	1,74	71	8	11	63
76	1,82	84	3	12	76
77	1,69	72	4	10	80
78	1,86	79	8	9	78
79	1,86	81	5	11	70
80	1,9	86	6	12	74
81	1,9	85	3	11	63
82	1,91	86	4	12	58
83	1,86	81	5	10	45
84	1,76	72	7	12	48
85	1,81	74	7	13	63
86	1,84	82	6	12	66
87	1,78	76	4	11	68
88	1,9	84	6	12	70

<b>FOLIAR</b>					
<b>Numero de Plantas</b>	<b>Tamaño de Planta</b>	<b>Largo de la Rama</b>	<b>Subramas</b>	<b>Numero de nudos</b>	<b>Total de hojas</b>
89	1,8	81	7	10	74
90	1,76	78	6	10	69
promedio	1,8	75,2	6,3	12,3	66,2
moda	1,7	66,0	6,0	12,0	66,0
desviacion gauss	2,0	6347,0	260,1	1076,9	9025,8
varianza	0,463646588	70,52209877	2,88950617	11,9655556	100,286543

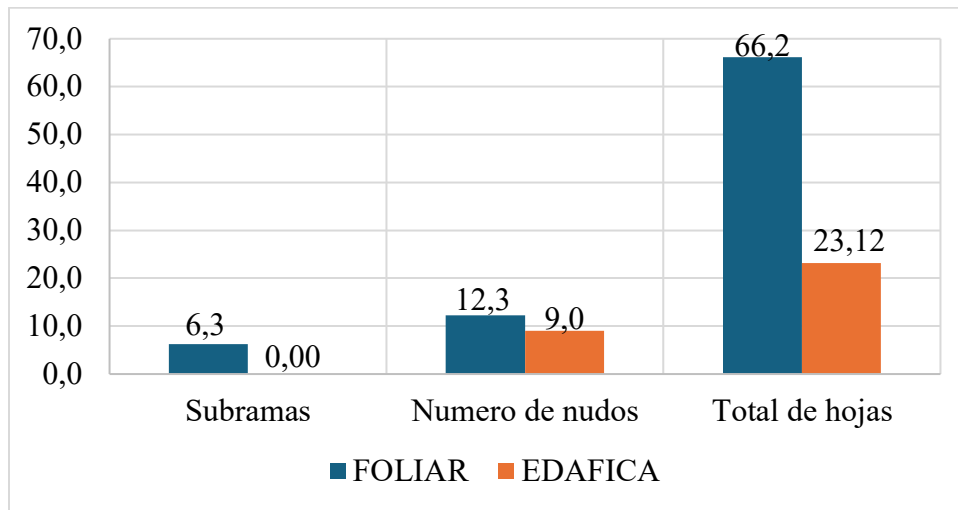
<b>EDAFICA</b>					
<b>Numero de Plantas</b>	<b>Tamaño de Planta</b>	<b>Largo de la Rama</b>	<b>Subramas</b>	<b>Numero de nudos</b>	<b>Total de hojas</b>
1	1,7	75	0	14	44
2	1,75	73	0	10	18
3	1,67	68	0	8	12
4	1,63	65	0	9	16
5	1,51	57	0	8	13
6	1,69	61	0	8	13
7	1,74	66	0	6	14
8	1,75	73	0	10	17
9	1,52	66	0	9	17
10	1,47	56	0	7	12
11	1,51	65	0	8	18
12	1,57	75	0	8	18
13	1,61	64	0	8	14
14	1,72	62	0	7	19
15	1,5	49	0	8	13
16	1,49	61	0	10	18
17	1,52	51	0	8	22
18	1,41	61	0	7	26
19	1,63	62	0	9	17
20	1,8	49	0	9	11
21	1,5	61	0	9	21
22	1,62	66	0	8	22
23	1,59	61	0	9	25
24	1,7	65	0	10	21
25	1,66	60	0	8	28
26	1,63	59	0	7	14
27	1,64	58	0	9	19

<b>EDAFICA</b>					
<b>Numero de Plantas</b>	<b>Tamaño de Planta</b>	<b>Largo de la Rama</b>	<b>Subramas</b>	<b>Numero de nudos</b>	<b>Total de hojas</b>
28	1,59	60	0	11	21
29	1,68	62	0	10	23
30	1,65	60	0	8	25
31	1,62	65	0	9	22
32	1,64	58	0	9	19
33	1,71	79	0	11	24
34	1,68	63	0	8	28
35	1,65	59	0	9	19
36	1,62	64	0	11	14
37	1,69	70	0	9	15
38	1,63	65	0	8	18
39	1,68	66	0	9	21
40	1,7	68	0	8	14
41	1,52	66	0	10	19
42	1,6	65	0	8	22
43	1,7	61	0	9	21
44	1,66	62	0	8	26
45	1,63	61	0	8	28
46	1,7	68	0	9	24
47	1,66	64	0	11	26
48	1,68	63	0	10	23
49	1,71	68	0	10	22
50	1,69	66	0	12	26
51	1,7	65	0	9	29
52	1,65	62	0	8	18
53	1,62	64	0	9	20
54	1,72	69	0	11	25
55	1,63	61	0	10	23
56	1,54	56	0	10	24
57	1,6	68	0	12	26
58	1,56	61	0	9	22
59	1,68	66	0	8	21
60	1,7	71	0	9	26
61	1,62	61	0	9	21
62	1,63	64	0	7	28
63	1,64	60	0	8	24
64	1,7	66	0	8	26
65	1,72	66	0	10	22

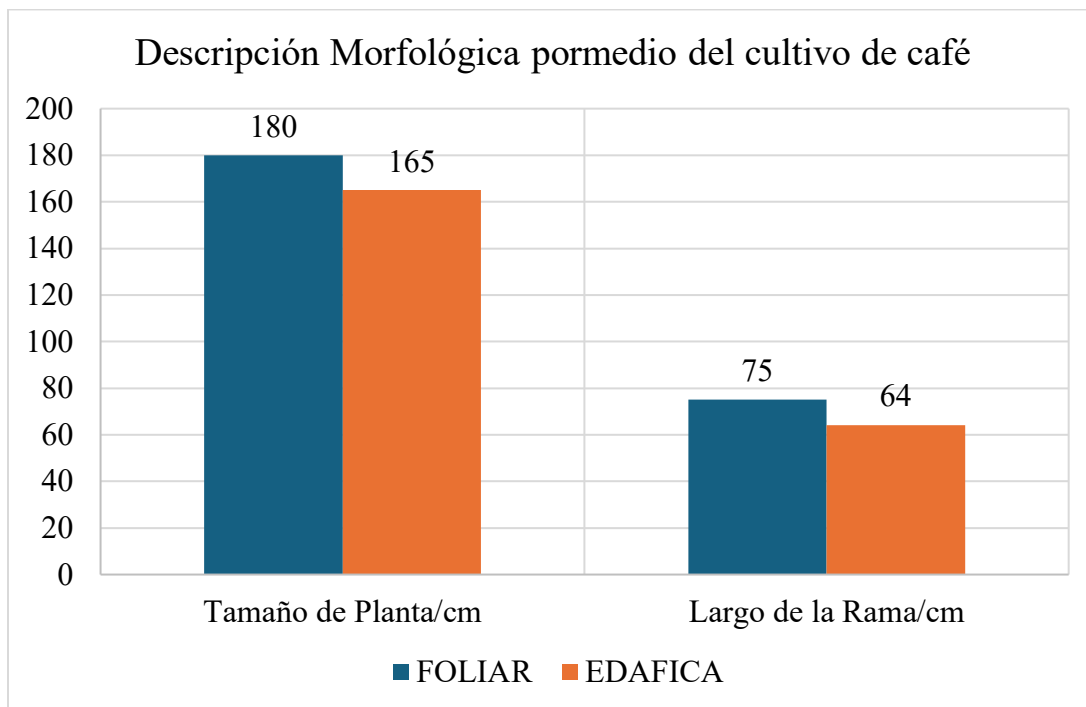
<b>EDAFICA</b>					
<b>Numero de Plantas</b>	<b>Tamaño de Planta</b>	<b>Largo de la Rama</b>	<b>Subramas</b>	<b>Numero de nudos</b>	<b>Total de hojas</b>
66	1,73	68	0	11	21
67	1,69	65	0	9	28
68	1,68	70	0	9	27
69	1,63	59	0	10	31
70	1,7	65	0	8	29
71	1,71	66	0	9	28
72	1,68	68	0	10	25
73	1,66	59	0	8	26
74	1,7	64	0	8	26
75	1,65	61	0	7	30
76	1,64	64	0	11	28
77	1,7	66	0	10	33
78	1,72	67	0	9	32
79	1,71	65	0	10	30
80	1,74	62	0	9	31
81	1,66	63	0	9	29
82	1,71	67	0	8	28
83	1,72	70	0	10	26
84	1,7	70	0	9	28
85	1,74	70	0	8	32
86	1,7	68	0	9	30
87	1,66	66	0	8	33
88	1,73	68	0	10	31
89	1,7	68	0	9	30
90	1,72	69	0	8	32
Promedio	1,65	64,22	0,00	9,0	23,12
Moda	1,7	66	0	8	26
Desviación Gauss	0,45076669				
Varianza	0,005269	25,5283951	0	1,6554321	36,8850617



	<b>FOLIAR</b>	<b>EDAFICA</b>
Subramas	6,3	0,00
Numero de nudos	12,3	9,0
Total de hojas	66,2	23,12



	FOLIAR	EDAFICA
Tamaño de Planta/cm	180	165
Largo de la Rama/cm	75	64



**Apéndice D.***Numero de Plantas FOLIAR y EDAFICA*

<b>Numero de Plantas</b>	<b>FOLIAR</b>	<b>EDAFICA</b>
1	14	14
2	12	10
3	10	8
4	8	9
5	15	8
6	14	8
7	11	6
8	20	10
9	16	9
10	14	7
11	23	8
12	15	8
13	11	8
14	19	7
15	12	8
16	13	10
17	21	8
18	25	7
19	22	9
20	18	9
21	13	9
22	11	8
23	12	9
24	9	10
25	8	8
26	11	7
27	10	9
28	12	11
29	19	10
30	15	8
31	13	9
32	11	9
33	10	11
34	11	8
35	9	9
36	12	11
37	14	9
38	15	8
39	13	9
40	12	8

<b>Numero de Plantas</b>	<b>FOLIAR</b>	<b>EDAFICA</b>
41	11	10
42	12	8
43	14	9
44	13	8
45	11	8
46	11	9
47	12	11
48	10	10
49	0	10
50	11	12
51	14	9
52	16	8
53	12	9
54	10	11
55	8	10
56	9	10
57	12	12
58	15	9
59	12	8
60	11	9
61	11	9
62	10	7
63	11	8
64	12	8
65	12	10
66	11	11
67	9	9
68	10	9
69	12	10
70	11	8
71	12	9
72	11	10
73	10	8
74	10	8
75	11	7
76	12	11
77	10	10
78	9	9
79	11	10
80	12	9
81	11	9
82	12	8
83	10	10
84	12	9

Numero de Plantas	FOLIAR	EDAFICA
85	13	8
86	12	9
87	11	8
88	12	10
89	10	9
90	10	8

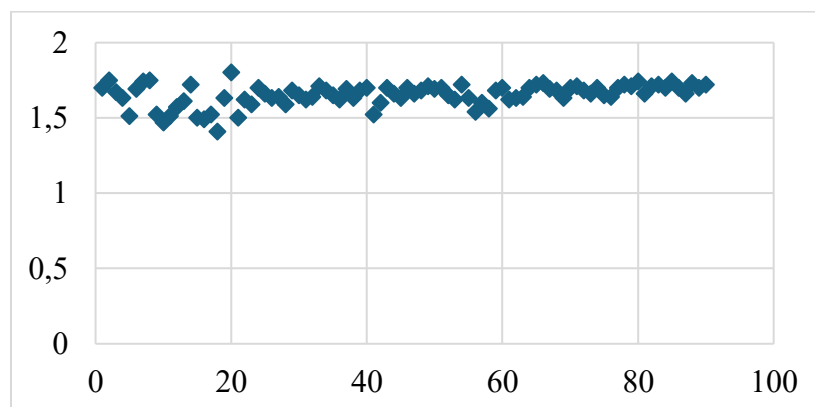
### Apéndice E.

#### *Información EDAFICA*

Numero de Plantas	Tamaño de Planta	Largo de la Rama	Subramas	Numero de nudos	Total de hojas
1	1,7	75	0	14	44
2	1,75	73	0	10	18
3	1,67	68	0	8	12
4	1,63	65	0	9	16
5	1,51	57	0	8	13
6	1,69	61	0	8	13
7	1,74	66	0	6	14
8	1,75	73	0	10	17
9	1,52	66	0	9	17
10	1,47	56	0	7	12
11	1,51	65	0	8	18
12	1,57	75	0	8	18
13	1,61	64	0	8	14
14	1,72	62	0	7	19
15	1,5	49	0	8	13
16	1,49	61	0	10	18
17	1,52	51	0	8	22
18	1,41	61	0	7	26
19	1,63	62	0	9	17
20	1,8	49	0	9	11
21	1,5	61	0	9	21
22	1,62	66	0	8	22
23	1,59	61	0	9	25
24	1,7	65	0	10	21
25	1,66	60	0	8	28
26	1,63	59	0	7	14
27	1,64	58	0	9	19

Numero de Plantas	Tamaño de Planta	Largo de la Rama	Subramas	Numero de nudos	Total de hojas
28	1,59	60	0	11	21
29	1,68	62	0	10	23
30	1,65	60	0	8	25
31	1,62	65	0	9	22
32	1,64	58	0	9	19
33	1,71	79	0	11	24
34	1,68	63	0	8	28
35	1,65	59	0	9	19
36	1,62	64	0	11	14
37	1,69	70	0	9	15
38	1,63	65	0	8	18
39	1,68	66	0	9	21
40	1,7	68	0	8	14
41	1,52	66	0	10	19
42	1,6	65	0	8	22
43	1,7	61	0	9	21
44	1,66	62	0	8	26
45	1,63	61	0	8	28
46	1,7	68	0	9	24
47	1,66	64	0	11	26
48	1,68	63	0	10	23
49	1,71	68	0	10	22
50	1,69	66	0	12	26
51	1,7	65	0	9	29
52	1,65	62	0	8	18
53	1,62	64	0	9	20
54	1,72	69	0	11	25
55	1,63	61	0	10	23
56	1,54	56	0	10	24
57	1,6	68	0	12	26
58	1,56	61	0	9	22
59	1,68	66	0	8	21
60	1,7	71	0	9	26
61	1,62	61	0	9	21
62	1,63	64	0	7	28
63	1,64	60	0	8	24
64	1,7	66	0	8	26
65	1,72	66	0	10	22
66	1,73	68	0	11	21
67	1,69	65	0	9	28

Numero de Plantas	Tamaño de Planta	Largo de la Rama	Subramas	Numero de nudos	Total de hojas
68	1,68	70	0	9	27
69	1,63	59	0	10	31
70	1,7	65	0	8	29
71	1,71	66	0	9	28
72	1,68	68	0	10	25
73	1,66	59	0	8	26
74	1,7	64	0	8	26
75	1,65	61	0	7	30
76	1,64	64	0	11	28
77	1,7	66	0	10	33
78	1,72	67	0	9	32
79	1,71	65	0	10	30
80	1,74	62	0	9	31
81	1,66	63	0	9	29
82	1,71	67	0	8	28
83	1,72	70	0	10	26
84	1,7	70	0	9	28
85	1,74	70	0	8	32
86	1,7	68	0	9	30
87	1,66	66	0	8	33
88	1,73	68	0	10	31
89	1,7	68	0	9	30
90	1,72	69	0	8	32
Promedio	1,65	64,22	0,00	9,0	23,12
Moda	1,7	66	0	8	26
Desviación estándar	0,5	2297,6	0,0	149,0	3319,7
Gauss	0,45076669				



**Apéndice F.***Suma de Tamaño de Planta*

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Suma de Tamaño de Planta</b>
1	1,7
2	1,6
3	1,7
4	1,61
5	1,9
6	2,06
7	1,64
8	1,73
9	1,92
10	1,9
11	1,74
12	2,07
13	1,82
14	1,76
15	1,46
16	1,47
17	1,9
18	1,82
19	1,74
20	1,62
21	1,7
22	1,71
23	1,69
24	1,68
25	1,7
26	1,8
27	1,9
28	1,66
29	1,69
30	1,74
31	1,75
32	2,8
33	1,91
34	1,86
35	1,82
36	1,81
37	1,77

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Suma de Tamaño de Planta</b>
38	1,74
39	1,76
40	1,78
41	1,7
42	1,68
43	1,73
44	1,75
45	1,7
46	1,68
47	1,76
48	1,8
49	1,68
50	1,7
51	1,69
52	1,91
53	1,85
54	1,8
55	1,76
56	1,78
57	1,8
58	1,82
59	1,78
60	1,72
61	1,8
62	1,91
63	1,82
64	1,77
65	1,72
66	1,74
67	1,82
68	2,01
69	1,9
70	1,88
71	1,94
72	1,92
73	1,88
74	1,7
75	1,74
76	1,82
77	1,69

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Suma de Tamaño de Planta</b>
78	1,86
79	1,86
80	1,9
81	1,9
82	1,91
83	1,86
84	1,76
85	1,81
86	1,84
87	1,78
88	1,9
89	1,8
90	1,76
Desviación	2,02764
Gauss	0,463646588
Moda	1,7
Promedio	1,794666667
Total general	167,5059533

## Apéndice G.

### *Tamaño de Planta FOLIAR y EDAFICA*

<b>FOLIAR</b>		<b>EDAFICA</b>	
<b>Numero de Plantas</b>	<b>Tamaño de Planta</b>	<b>Numero de Plantas</b>	<b>Tamaño de Planta</b>
1	1,7	1	1,7
2	1,6	2	1,75
3	1,7	3	1,67
4	1,61	4	1,63
5	1,9	5	1,51
6	2,06	6	1,69
7	1,64	7	1,74
8	1,73	8	1,75
9	1,92	9	1,52
10	1,9	10	1,47
11	1,74	11	1,51
12	2,07	12	1,57
13	1,82	13	1,61
14	1,76	14	1,72
15	1,46	15	1,5

FOLIAR		EDAFICA	
Numero de Plantas	Tamaño de Planta	Numero de Plantas	Tamaño de Planta
16	1,47	16	1,49
17	1,9	17	1,52
18	1,82	18	1,41
19	1,74	19	1,63
20	1,62	20	1,8
21	1,7	21	1,5
22	1,71	22	1,62
23	1,69	23	1,59
24	1,68	24	1,7
25	1,7	25	1,66
26	1,8	26	1,63
27	1,9	27	1,64
28	1,66	28	1,59
29	1,69	29	1,68
30	1,74	30	1,65
31	1,75	31	1,62
32	2,8	32	1,64
33	1,91	33	1,71
34	1,86	34	1,68
35	1,82	35	1,65
36	1,81	36	1,62
37	1,77	37	1,69
38	1,74	38	1,63
39	1,76	39	1,68
40	1,78	40	1,7
41	1,7	41	1,52
42	1,68	42	1,6
43	1,73	43	1,7
44	1,75	44	1,66
45	1,7	45	1,63
46	1,68	46	1,7
47	1,76	47	1,66
48	1,8	48	1,68
49	1,68	49	1,71
50	1,7	50	1,69
51	1,69	51	1,7
52	1,91	52	1,65
53	1,85	53	1,62
54	1,8	54	1,72

<b>FOLIAR</b>		<b>EDAFICA</b>	
<b>Numero de Plantas</b>	<b>Tamaño de Planta</b>	<b>Numero de Plantas</b>	<b>Tamaño de Planta</b>
55	1,76	55	1,63
56	1,78	56	1,54
57	1,8	57	1,6
58	1,82	58	1,56
59	1,78	59	1,68
60	1,72	60	1,7
61	1,8	61	1,62
62	1,91	62	1,63
63	1,82	63	1,64
64	1,77	64	1,7
65	1,72	65	1,72
66	1,74	66	1,73
67	1,82	67	1,69
68	2,01	68	1,68
69	1,9	69	1,63
70	1,88	70	1,7
71	1,94	71	1,71
72	1,92	72	1,68
73	1,88	73	1,66
74	1,7	74	1,7
75	1,74	75	1,65
76	1,82	76	1,64
77	1,69	77	1,7
78	1,86	78	1,72
79	1,86	79	1,71
80	1,9	80	1,74
81	1,9	81	1,66
82	1,91	82	1,71
83	1,86	83	1,72
84	1,76	84	1,7
85	1,81	85	1,74
86	1,84	86	1,7
87	1,78	87	1,66
88	1,9	88	1,73
89	1,8	89	1,7
90	1,76	90	1,72

**Apéndice H.***Prueba T para medias de dos muestras emparejadas*

	<b>Variable 1</b>	<b>Variable 2</b>
Media	1,794666667	1,652333333
Varianza	0,022782472	0,005328202
Observaciones	90	90
Coefficiente de correlación de Pearson	0,001958035	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	89	
Estadístico t	8,059828337	
P(T<=t) una cola	1,63742E-12	
Valor crítico de t (una cola)	1,662155326	
P(T<=t) dos colas	3,27E-12	
Valor crítico de t (dos colas)	1,9869787	

Hipótesis nula (H0): existe una diferencia significativa entre las alturas de los dos tratamientos. Hipótesis alternativa (H1): no existe una diferencia significativa entre las alturas de los dos tratamientos. Para determinarlo, se evalúa el valor de p de dos colas: si el valor de p es menor a 0,05, se concluye que hay una diferencia significativa; si el valor de p es mayor a 0,05, se concluye que no hay una diferencia significativa. En este caso, el resultado indica que sí existe una diferencia significativa.

**Apéndice I.***Prueba T para medias de dos muestras emparejadas*

	<b>Variable 1</b>	<b>Variable 2</b>
Media	75,21111111	64,22222222
Varianza	71,3144819	25,81523096
Observaciones	90	90
Coefficiente de correlación de Pearson	0,057029122	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	89	

	Variable 1	Variable 2
Estadístico t	10,85488449	
P(T<=t) una cola	2,7979E-18	
Valor crítico de t (una cola)	1,662155326	
P(T<=t) dos colas	5,5958E-18	
Valor crítico de t (dos colas)	1,9869787	

Hipótesis nula (H0): existe una diferencia significativa en el largo de las ramas entre los dos tratamientos. Hipótesis alternativa (H1): no existe una diferencia significativa en el largo de las ramas entre los dos tratamientos. Para determinarlo, se analiza el valor de p de dos colas: si el valor de p es menor a 0,05, se concluye que hay una diferencia significativa; si el valor de p es mayor a 0,05, se concluye que no hay una diferencia significativa. En este caso, el resultado indica que sí existe una diferencia significativa.

## Apéndice J.

### *Prueba T para número nudos*

	Variable 1	Variable 2
Media	12,3	9
Varianza	11,96555556	1,655432099
Observaciones	90	90
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,15	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	89	
Estadístico t	8,48	
P(T<=t) una cola	2,06E-13	
Valor crítico de t (una cola)	1,662155326	
P(T<=t) dos colas	4,12E-13	
Valor crítico de t (dos colas)	1,9869787	

Hipótesis nula (H0): no existe una diferencia significativa en el número de nudos entre los dos tratamientos. Hipótesis alternativa (H1): sí existe una diferencia significativa en el número de

nudos entre los dos tratamientos. Para la toma de decisión se utiliza el valor de p de dos colas: si el valor de p es menor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay una diferencia significativa; si el valor de p es mayor o igual a 0,05 no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que no hay diferencia significativa. En este caso, el resultado obtenido fue  $P(\text{dos colas}) = 4,1200E-13$  (0,00000000000041200), valor que es menor a 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, se concluye que sí existe una diferencia estadísticamente significativa en el número de nudos entre los dos tratamientos.

### Apéndice K.

#### *Prueba T para Total Hojas*

	<b>Variable 1</b>	<b>Variable 2</b>
Media	66,2	23,12
Varianza	100,2865432	36,88506173
Observaciones	90	90
Coeficiente de correlación de Pearson	0,05	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	89	
Estadístico t	37,53	
P(T<=t) una cola	< 0,000001	
Valor crítico de t (una cola)	1,662155326	
P(T<=t) dos colas	< 0,00001	
Valor crítico de t (dos colas)	1,9869787	

Hipótesis nula (H0): no existe una diferencia significativa en el total de hojas entre los dos tratamientos. Hipótesis alternativa (H1): sí existe una diferencia significativa en el total de hojas entre los dos tratamientos. Para la toma de decisión se utiliza el valor de p de dos colas: si el valor de p es menor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay una diferencia significativa; si el valor de p es mayor o igual a 0,05 no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que no hay

diferencia significativa. En este caso, el resultado obtenido fue  $P$  (dos colas)  $< 0,000001$ , un valor extremadamente pequeño y menor a  $0,05$ , por lo que se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, se concluye que sí existe una diferencia estadísticamente significativa en el total de hojas entre los dos tratamientos.