



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN


**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROPECUARIA**

**INSTAURACIÓN DE UN EQUIPO Y ACCESORIOS PARA LA
FERTILIZACIÓN POR INTERSECCIÓN EN PLÁTANO, PLANTACIÓN
PERENNE**

AUTORA: Verónica Isabel Murillo Zambrano

TUTOR: Ing. Nexar Vismar Cobeña Loor, Mg.

El Carmen, febrero, 2026

 Uleam <small>UNIVERSIDAD LAICA DE</small> <small>ELOY ALFARO DE MANABÍ</small>	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión en El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Verónica Isabel Murillo Zambrano**, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Instauración de un equipo y accesorios para la fertilización por intersección en plátano, plantación perenne”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 29 de enero de 2026.

Lo certifico,



Ing. Nexar Vismar Cobeña Loor, Mg.

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria



Uleam
Extensión El Carmen

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE

MANABÍ EXTENSIÓN EL CARMEN

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado **“Instauración de un equipo y accesorios para la fertilización por intersección en plátano, plantación perenne”**, cuya autora **Verónica Isabel Murillo Zambrano**, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria y como Tutor de Trabajo de Titulación el Ing. Nexar Vismar Cobeña Loor, Mg.

El Carmen, febrero de 2026

Ing. Elizabeth Telli Tacuri Troya, Mg.
Presidente del tribunal de titulación

Ing. Jorge Sifrido Vivas Cedeño, Mg.
Miembro del tribunal de titulación

Ing. Janeth Rocio Jácome Gómez, PhD.
Miembro del tribunal de titulación

Uleam



Uleam
Extensión El Carmen

DECLARACIÓN DE AUTORIA

La responsabilidad de este proyecto de Titulación: **“Instauración de un equipo y accesorios para la fertilización por intersección en plátano, plantación perenne”** corresponde exclusivamente a **Verónica Isabel Murillo Zambrano** con C.I. 1316199627 y los derechos patrimoniales del mismo a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

El Carmen – Manabí

Autora

Veronica Murillo

Verónica Isabel Murillo Zambrano
C.I 1316199627

 **Uleam**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, por brindarme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para superar cada desafío presentado a lo largo de este proceso académico.

A mis padres, Narcisa Zambrano, Ramón Murillo por ser el pilar fundamental de mi formación personal y profesional. Su amor incondicional, sacrificio, paciencia y apoyo constante me han permitido avanzar con firmeza hacia el cumplimiento de mis metas.

A mi hija Valeska Muñoz por ser mi mayor inspiración, mi fuerza en los días difíciles sin saberlo me enseñó hacer más fuerte más valiente y creer que todo puede ser posible y a mi pareja Galo Santillán no solo me ayudaste económicamente, me diste tranquilidad, apoyo y la seguridad de no estar sola valoro mucho tu esfuerzo tu generosidad y todo el amor con el que me tendiste la mano nunca lo voy a olvidar gracias por creer en mí y caminar a mi lado.

A mi familia, por su comprensión, motivación y palabras de aliento en los momentos más difíciles. Su confianza en mí ha sido una fuente permanente de inspiración para no rendirme.

A mis docentes, quienes con sus conocimientos, orientación y compromiso contribuyeron significativamente a mi crecimiento académico y a la culminación de este trabajo.

Finalmente, a todas las personas que de una u otra manera me acompañaron y apoyaron durante este camino, les expreso mi sincero agradecimiento, ya que su respaldo fue clave para alcanzar este importante objetivo profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer término, a Dios, por las capacidades, la salud y la constancia que hicieron posible la culminación del presente trabajo de investigación.

Se extiende un especial agradecimiento a la Universidad Laica Eloy Alfaro, cuyo respaldo moral y acompañamiento permanente constituyeron un soporte esencial durante el proceso formativo y el desarrollo de esta investigación.

Asimismo, se agradece a los docentes de la institución, por los conocimientos transmitidos y el rigor académico aportado a lo largo de la formación profesional. De manera particular, al tutor de tesis, por su orientación metodológica, seguimiento continuo y aportes críticos, los cuales fortalecieron la calidad científica del estudio.

Finalmente, se agradece a todas las personas e instituciones que colaboraron directa o indirectamente en la obtención de información y en la validación de los resultados, contribuyendo de manera significativa al cumplimiento de los objetivos planteados.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	III
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE CONTENIDO	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT.....	XIV
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problema	1
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Hipótesis	4
1.4.1 Hipótesis alterna	4
1.5 Metodología.....	5
1.5.1 Ubicación del ensayo.....	5
1.5.2 Características agroecológicas de la zona.....	5
1.5.3 Materiales	5
1.5.4 Equipos	5
1.5.5 Manejo del ensayo.....	5
1.5.6 Métodos	6
1.5.7 Técnicas	6
CAPÍTULO II.....	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 DEFINICIONES.....	7
2.1.1 El cultivo de plátano	7

2.1.2	Caracterización botánica.....	7
2.1.3	Cultivares.....	9
2.1.4	Fases fenológicas	11
2.1.5	Manejo del cultivo	13
2.1.6	Fertilización	15
2.1.7	Como y cuando fertilizar	18
2.1.8	Formas de aplicación	19
2.1.9	Inyección de fertilizantes	20
CAPÍTULO III.....		25
3.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	25
3.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO.....	25
3.2	DISEÑO Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS, HERRAMIENTAS O EQUIPOS A IMPLEMENTAR.....	25
3.2.1	Ubicación de la propuesta.....	25
3.2.2	Metodología de la propuesta.....	26
3.2.3	Diseño agronómico	26
3.2.4	Descripción funcional de los componentes.....	27
3.2.5	Esquema.....	29
3.2.6	Desglose de gastos	31
3.2.7	Cronograma.....	32
3.3	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	35
3.3.1	Presupuesto.....	35
3.4	DESCRIPCIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, HERRAMIENTA O MÉTODO IMPLEMENTADO	35
3.4.1	Variable	35
3.4.2	Unidad experimental.....	36
3.4.3	Tratamientos	36
3.4.4	Características de las unidades experimentales	36
3.4.5	Análisis estadístico	37
3.4.6	Toma de muestras.....	37
3.5	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
3.5.1	Macronutrientes	37
3.5.2	Micronutrientes.....	39
3.5.3	Relación de bases.....	41
CAPÍTULO IV		43
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43

4.1 Conclusiones	43
4.2 Recomendaciones	43
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción botánica de la planta de plátano.....	8
Tabla 2. Características de la fruta de algunas variedades de plátano.	10
Tabla 3. Fases fenológicas del plátano, según varios autores	11
Tabla 4. Designación y descripción de las etapas de crecimiento en plátano Dominico Hartón.	12
Tabla 5. Actividades fundamentales del cultivo de plátano.....	13
Tabla 6. Requerimientos del plátano para 45,250 kg ha ⁻¹	18
Tabla 7. Actividades y evidencia fotográfica de la implementación del sistema de riego.	26
Tabla 8. Costos variables por tratamiento.....	31
Tabla 9. Cronograma de la primera fase de implementación.....	32
Tabla 10. Cronograma de la segunda fase de implementación.	33
Tabla 11. Costos variables de los tratamientos evaluados	35
Tabla 12. Tratamientos evaluados.....	36
Tabla 13. Características de la unidad experimental.....	36
Tabla 14. Reporte de macronutrientes antes y después de la aplicación de biofertilizantes mediante inyección a pseudotallo de la planta madre cosechada.....	38
Tabla 15. Reporte de relación de bases antes y después de la aplicación de biofertilizantes mediante inyección a pseudotallo de la planta madre cosechada.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de la planta de plátano.	8
Figura 2. Variedades de plátanos cultivados en la Amazonía.....	10
Figura 3. Desarrollo del racimo.	12
Figura 4. Demanda de los principales nutrientes requeridos para una hectárea de plátano a una densidad de siembra de 1111 plantas/ha.....	16
Figura 5. Dosificación anual de los requerimientos nutricionales en plátano de acuerdo con su fenología.....	19
Figura 6. Plan de fertilización para el cultivo de plátano.....	17
Figura 7. Inyección de soluciones de fertilizantes en el pseudotallo del plátano (<i>Musa</i> AAB) en Chaguaní y Viotá, Cundinamarca, Colombia. 2018.....	2121
Figura 8. Forma de ingreso de la inyección de soluciones de fertilizantes en el pseudotallo del plátano.....	22
Figura 9. Ubicación geográfica del sitio experimental.....	25
Figura 10. Bomba de fumigación y aspersion marca Doser.....	28
Figura 11. Partes de la bomba de mochila Doser con adaptador de inyección al pseudotallo.....	28
Figura 12. Biofertilizante Banalpix.....	29
Figura 13. Adaptación de la bomba Doser con inyector para pseudotallo.....	30
Figura 14. Aplicación de biofertilizante al pseudotallo.....	30
Figura 15. Micronutrientes con efecto positivo ante la aplicación de biofertilizantes mediante inyección a pseudotallo de la planta madre cosechada.....	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Factura de compra de bomba con inyector para aplicación en pseudotallo. ..	50
Anexo 2. Resultados del análisis de suelos (2024).....	51
Anexo 3. Resultados del análisis de suelos (2025).....	52
Anexo 4. Resultados del análisis foliar (2025).....	53
Anexo 5. Recomendaciones de fertilización.....	54

RESUMEN

Para instaurar de un equipo y accesorios para la fertilización por intersección en plátano Barraganete, plantación perenne, en la finca Selebrand, ubicada en el recinto San Francisco de Chila, parroquia San Pedro de Suma, cantón El Carmen, provincia de Manabí, se realizó una prueba de funcionamiento. Se evaluó los resultados de análisis de suelo del cultivo perenne de plátano con fertilización mineral al suelo y con inyección al pseudotallo, donde se evaluaron contenido de macro y micronutrientes en suelo. Los resultados demostraron que los parámetros edáficos evaluados antes y después de la implementación del sistema de fertilización por inyección en dicho cultivo, tuvieron efectos positivos en la disponibilidad de calcio (de 9 a 11 meq/100g), potasio (de 0,38 a 0,46 meq/100g), y azufre (de 5,09 a 6,38 meq/100g), mientras mejora moderadamente el pH. En cuanto a micronutrientes reflejan que ha sido efectivo para mantener hierro y mejorar significativamente el zinc (de 6,30 a 9,20 meq/100g), pero se ha encontrado deficiencias en la reposición de manganeso y boro, mientras que el cobre requiere monitoreo preventivo. También, mejoró el equilibrio global $(Ca+Mg)/K$, aunque se observó deficiencia de potasio.

Palabras clave: Boquilla de inyección, Biofertilizante, Banalpix, Pseudotallo.

ABSTRACT

To establish equipment and accessories for injection fertilization in Barraganete plantain, a perennial plantation, at the Selebrand farm, located in the San Francisco de Chila precinct, San Pedro de Suma parish, El Carmen canton, Manabí province, a performance test was carried out. The results of soil analysis of perennial banana crops were evaluated using both soil mineral fertilization and pseudostem injection, assessing macro- and micronutrient content. The results demonstrated that the soil parameters evaluated before and after the implementation of the injection fertilization system in this crop had positive effects on the availability of calcium (from 9 to 11 meq/100g), potassium (from 0,38 to 0,46 meq/100g), and sulfur (from 5,09 to 6,38 meq/100g), while moderately improving pH. Regarding micronutrients, they reflect that it has been effective in maintaining iron and significantly improving zinc (from 6,30 to 9,20 meq/100g), but deficiencies have been found in the replenishment of manganese and boron, while copper requires preventive monitoring. Also, it improved the overall balance $(Ca+Mg)/K$, although potassium deficiency was observed.

Keywords: Injection nozzle, Biofertilizer, Banalpix, Pseudostem.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema

El plátano (*Musa spp.*) constituye un rubro de gran relevancia para la sociedad ecuatoriana, tanto por su papel fundamental en la seguridad alimentaria de la población especialmente en las regiones Costa y Amazonía como por su contribución económica al generar empleo e ingresos para miles de familias y representar un importante producto de exportación. De acuerdo con el III Censo Nacional Agropecuario, en Ecuador existen 82.341 hectáreas cultivadas en monocultivo y 101.258 hectáreas en sistemas asociados, con rendimientos de 317.523 y 171.293 toneladas, respectivamente (Fernández et al., 2025).

Sin embargo, a pesar de su importancia estratégica, el cultivo de plátano en el país presenta un desarrollo tecnológico limitado, evidenciado en niveles de productividad inferiores a 5 t/ha, mientras que otros países de la región superan las 10 t/ha. Esta baja productividad obedece a múltiples factores, entre ellos la incidencia de plagas como el picudo negro, nematodos y cochinillas; enfermedades como Sigatoka negra, virosis, marchitez por bacteriosis y Fusarium; deficiente manejo de la fertilidad del suelo; y desconocimiento sobre tecnologías eficientes y de bajo costo que permitan fortalecer la cadena de valor del plátano (Alarcón y Jiménez, 2012; Avellán y Mendoza, 2019).

La búsqueda de altas tasas de productividad en las actividades agrarias ha demandado tradicionalmente el empleo de fertilizantes, plaguicidas y bioestimulantes aplicados mediante sistemas convencionales como la fertirrigación o la aspersión foliar. Si bien estos métodos son de fácil implementación, presentan inconvenientes significativos: requieren grandes volúmenes de producto que incrementan los costos de producción, generan impactos ambientales negativos en el entorno del cultivo, y muestran baja eficacia en ciertos escenarios (Serna, 2008). Adicionalmente, las aplicaciones de dosis específicas mediante métodos convencionales reducen el desgaste excesivo del suelo, pero presentan limitaciones como la pérdida de nutrientes por lixiviación o

volatilización (Vivas et al., 2023).

Por otra parte, las prácticas agrícolas inadecuadas como la quema de residuos vegetales y el uso excesivo de fertilizantes químicos contribuyen a la degradación edáfica, disminuyendo la fertilidad y la capacidad productiva a largo plazo. La falta de tecnificación en el sector agrícola limita la optimización de recursos disponibles, cuando la adopción de tecnologías modernas como sistemas de riego eficientes, sensores remotos y agricultura de precisión podría mitigar los efectos de plagas y enfermedades, reducir costos de producción y aumentar la sostenibilidad del sistema productivo (Beltrán, 2025).

En este contexto, surge la necesidad de explorar métodos alternativos y más eficientes de suministro nutricional que permitan mejorar la productividad del cultivo de plátano Barraganete, reducir pérdidas de nutrientes y minimizar el impacto ambiental. La inyección de nutrientes y bioestimulantes en el pseudotallo se presenta como una técnica potencialmente innovadora que podría superar las limitaciones de los métodos convencionales, al facilitar una entrega directa y localizada de los elementos requeridos por la planta, optimizando su absorción y aprovechamiento.

1.2 Justificación

La presente investigación se justifica por la necesidad imperante de desarrollar estrategias innovadoras que optimicen el uso de nutrientes en el cultivo de plátano Barraganete, especialmente ante las condiciones adversas y las limitaciones que presentan los métodos convencionales de fertilización. La técnica de inyección de nutrientes y bioestimulantes en el pseudotallo representa una alternativa prometedora que podría transformar significativamente las prácticas de manejo nutricional en este cultivo estratégico para Ecuador.

El plátano es una planta altamente extractora de nutrientes y, dada su capacidad productiva, requiere suelos con fertilidad de media a alta para lograr un desarrollo adecuado y una producción rentable (Martínez, 2010). En este contexto, el conocimiento del nivel de fertilidad del suelo mediante análisis de laboratorio constituye una estrategia fundamental que permite estimar la respuesta del cultivo a la fertilización, optimizar la aplicación de fertilizantes, disminuir costos de producción y reducir el impacto ambiental

(Silva et al., 2022).

La inyección en el pseudotallo emerge como una técnica poderosa y revolucionaria que permite proporcionar a las plantas de plátano la nutrición y protección específicas que necesitan para prosperar. Este método representa una forma directa, eficiente y frecuentemente más efectiva de abordar necesidades particulares de la planta, ya sea una deficiencia nutricional, un problema fitosanitario o el impulso del vigor general del cultivo (Universidad de Brasilia, 2025).

La necesidad de hacer más eficiente el uso de nutrientes en condiciones adversas como la sequía ha impulsado el desarrollo de nuevas alternativas de aplicación de fertilizantes, entre ellas la inserción directa al sistema vascular del pseudotallo o "troncón" de la planta cosechada. Esta técnica aprovecha la intercomunicación vascular que existe entre la planta madre y el hijo en sucesión, permitiendo una distribución sistémica de los nutrientes aplicados (Galvis et al., 2013).

Estudios previos han demostrado que la inyección de soluciones al pseudotallo de plátano a base de aminoácidos en dosis de 20 y 40 mL, o de nutrientes con 12 y 24 mL, permite incrementar el rendimiento del cultivo tanto en suelos de alta como de baja fertilidad. Significativamente, la investigación sugiere que las dosis menores pueden ser igualmente efectivas, lo que posiciona a esta técnica como una alternativa complementaria viable a la fertilización edáfica tradicional para mejorar la productividad del plátano (Silva et al., 2022).

La implementación de la técnica de inyección en pseudotallo se justifica económicamente por su potencial para reducir las cantidades de fertilizantes requeridos, disminuir las pérdidas por lixiviación y volatilización, y optimizar la eficiencia de absorción nutricional. Esto se traduce en menores costos de producción y mayor rentabilidad para los productores. Desde la perspectiva ambiental, esta técnica contribuye a la sostenibilidad del sistema productivo al minimizar la contaminación de suelos y cuerpos de agua por exceso de fertilizantes, reducir la huella de carbono asociada a la producción y transporte de grandes volúmenes de insumos, y promover prácticas agrícolas más responsables y respetuosas con el ecosistema.

Esta investigación generará información científica valiosa sobre la eficacia de la inyección de nutrientes y bioestimulantes en pseudotallo específicamente para el plátano Barraganete, una variedad de gran importancia local que requiere estudios particulares. Los resultados permitirán establecer protocolos técnicos, determinar dosis óptimas, evaluar la respuesta productiva del cultivo y proporcionar recomendaciones prácticas que contribuyan al fortalecimiento tecnológico del sector platanero ecuatoriano, mejorando su competitividad y sostenibilidad a largo plazo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Instaurar de un equipo y accesorios para la fertilización por intersección en plátano Barraganete, plantación perenne.

1.3.2 Objetivos específicos

- Establecer el contenido de macronutrientes en suelo en el cultivo de plátano Barraganete (*Musa AAB*), biofertilizado mediante la técnica de inyección.
- Determinar el contenido de micronutrientes en suelo en el cultivo de plátano Barraganete (*Musa AAB*), biofertilizado mediante la técnica de inyección.
- Definir la relación de bases en suelo en el cultivo de plátano Barraganete (*Musa AAB*), biofertilizado mediante la técnica de inyección.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis alterna

- La aplicación de biofertilizante mediante la técnica de inyección en el plátano Barraganete (*Musa AAB*), mejora el contenido de macro y micronutrientes del suelo.

1.5 Metodología

1.5.1 Ubicación del ensayo

La implementación se llevó a cabo en la finca Selebrand, ubicada en el recinto San Francisco de Chila, parroquia San Pedro de Suma, cantón El Carmen, provincia de Manabí.

1.5.2 Características agroecológicas de la zona

El cantón El Carmen, ubicado en la provincia de Manabí, disfruta de un clima tropical cálido y húmedo, con una temperatura media agradable de 23°C. Su patrón climático se divide en dos estaciones bien marcadas: una temporada de lluvias que se extiende de enero a mayo, seguida de un período seco desde mayo hasta diciembre. Esta combinación de clima y humedad convierte a la zona en una región altamente fértil y productiva, reconocida especialmente por sus cultivos de plátano barraganete, cacao y café.

1.5.3 Materiales

- Biofertilizante
- Balanza
- Agua

1.5.4 Equipos

- Bomba con boquilla de inyección al pseudotallo.

1.5.5 Manejo del ensayo

Para determinar el efecto de la fertilidad del suelo, se compararon dos estrategias de fertilización mediante inyección al pseudotallo. La primera consistió en seguir el plan de fertilización tradicional de los productores. La segunda estrategia, respaldada por estudios previos (Castillo et al., 2011; Salinas, 2004; Chaves et al., 2009; Silva et al.,

2022), buscó maximizar la eficiencia al realizar las inyecciones en un momento fisiológico clave: a las ocho semanas después de la floración, período en el que el racimo experimenta su mayor ganancia en peso seco.

La evaluación se llevó a cabo en veinte plantas. Para garantizar uniformidad, se seleccionaron plantas que tuvieran nueve semanas desde el “belloteo” (emergencia floral) y que estuvieran libres de malas hierbas. La variable principal de respuesta fue el peso fresco del racimo al momento de la cosecha. Cabe destacar que el diseño del estudio utilizó un testigo relativo (con fertilización química u orgánica tradicional) y un tratamiento (con inyección al pseudotallo).

1.5.6 Métodos

Se empleó métodos de investigación bibliográficas y búsqueda de fuentes de información para adquirir conocimientos actualizados sobre el manejo integral del cultivo de plátano. Estos métodos, se ejecutaron con el objetivo de proporcionar información apropiada a los agricultores o personas interesadas en mejorar la eficiencia y rendimiento de los cultivos de plátano mediante el uso de prácticas culturales

1.5.7 Técnicas

En la presente investigación se aplicó fertilización mediante inyección al pseudotallo para mejorar el rendimiento de las plantas al suministrar nutrientes directamente a las plantas ya cosechadas, con el fin de beneficiar las futuras generaciones. En algunos casos, se utilizan bioestimulantes para inducir la reacción deseada en términos de productividad, además de reducir los costos asociados (Chávez y Untuña, 2023).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 DEFINICIONES

2.1.1 El cultivo de plátano

El plátano (perteneciente al género *Musa* y destacando variedades como el Dominico Hartón del grupo AAB) se define como una planta herbácea de ciclo perenne que representa un pilar económico en el trópico. Aunque sus raíces se encuentran en el sudeste de Asia, su adaptación en América Latina ha sido total. Taxonómicamente, forma parte de la familia *Musaceae*, siendo el resultado de cruces entre *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*. Su trayectoria hacia nuestro continente comenzó en las Islas Canarias durante la época colonial; hoy en día, en países como Ecuador, donde es un ingrediente insustituible en la cocina, donde da vida a platos emblemáticos (Barrera et al., 2011).

Barrera et al. (2011), mencionan que los métodos de cultivo no son uniformes; estos varían drásticamente dependiendo del entorno agroecológico y del cliente final, ya sea que la fruta se destine a mercados locales, a la transformación industrial o a la venta internacional. Este último sector, el de exportación, es el que impone los estándares más rigurosos debido a las altas expectativas de calidad de las cadenas globales. En el campo, el éxito de la cosecha depende de un equilibrio delicado entre la capacidad genética de la planta y el ambiente donde se desarrolla.

2.1.2 Caracterización botánica

Mena (2019), sostiene que, para un manejo agronómico adecuado, se debe comprender la anatomía y la fisiología de los distintos órganos que componen la planta de plátano, misma que es una planta herbácea. Su estructura parte de un rizoma subterráneo, que constituye el tallo verdadero. A partir de este rizoma emerge hacia la superficie el pseudotallo aéreo, y también se desarrollan las raíces. Además, el rizoma produce yemas laterales, del cual se generan los nuevos retoños o hijuelos.

Figura 1

Partes de la planta de plátano.








Nota: en la figura se aprecia las diferentes estructuras botánicas de la planta de plátano. Tomado de: Bolaños et al. (2020).

Vargas (2025), menciona que la estructura de la planta de plátano (*Musa AAB*) se origina en un cormo, el cual actúa como su tallo principal. Del cormo se desarrollan un sistema de raíces cercanas a la superficie y yemas laterales capaces de generar nuevos brotes. La yema superior produce las hojas durante la fase de crecimiento vegetativo y, de dar lugar a la inflorescencia en la etapa reproductiva. El pseudotallo, que es el tallo aéreo de la planta, está constituido por la superposición de las bases o vainas foliares. Este órgano cumple una doble función: por un lado, brinda soporte estructural a la planta y, por otro, sirve como reservorio natural para acumular almidón y agua, tal como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1

Descripción botánica de la planta de plátano.

Parte botánica	Descripción	Imagen
Raíz	Por tratarse de un miembro del reino Plantae, las raíces del plátano presentan un crecimiento opuesto al del pseudotallo, manifestando así un claro geotropismo positivo. Estas raíces son de tipo adventicio. Su sistema es fasciculado, ya que no existe una raíz principal dominante; en su lugar, está compuesto por un conjunto de raíces de grosor y desarrollo similares.	

Parte botánica	Descripción	Imagen
Pseudotallo y tallo	El pseudotallo se compone de la envoltura que forman las bases de los catáfilos aéreos. Estas son vainas foliares superpuestas que rodean por completo al tallo verdadero. Dicho tallo verdadero es de tipo tunicado simple y presenta características hipogeas. En él se desarrolla una yema floral terminal que se hace visible durante la etapa de floración de la planta, y su ciclo de vida total tiene una duración aproximada de dos años.	
Hojas	Las hojas del plátano son simples y presentan un pecíolo definido. Su inserción es de tipo peltado, lo que significa que el pecíolo se conecta al limbo en un punto central de su superficie. El limbo foliar tiene una forma elíptica y es de carácter asimétrico. Sus bordes son lisos y carecen de pubescencia (no son glabras), mientras que la nervadura es pinnada y paralela. Estas hojas culminan en un ápice de forma redondeada.	
Inflorescencia	Estas plantas son monoicas, lo que significa que en un mismo individuo se desarrollan tanto las estructuras florales masculinas como las femeninas. La inflorescencia, de tipo terminal, corresponde a una cima, ya que el eje principal culmina en su formación. Esta estructura se organiza como un racimo compuesto de umbelas. Cada flor es hermafrodita.	
Fruto	El fruto es una baya simple que se origina a partir de tres carpelos. Es de tipo carnoso e indehiscente, lo que implica que no libera o expulsa sus semillas de manera natural al madurar. Esta liberación ocurre solo cuando el fruto alcanza su completa madurez y posteriormente inicia su proceso de descomposición. Una característica notable de su estructura es un mesocarpo muy desarrollado y prominente.	

Tomado de: Vivas et al. (2023), imágenes modificadas por la autora.

2.1.3 Cultivares

Beltrán (2025), menciona que, para el consumo directo, la variedad Dominico es la preferida. Por otro lado, el tipo Barraganete se adapta mejor a condiciones de clima cálido y su propagación se realiza mediante la separación de sus vástagos. La variedad conocida como Dominico-Hartón muestra que el tamaño de sus frutos puede variar de manera notable según la posición que ocupen dentro del racimo. Morfológicamente, el plátano se identifica por presentar un fruto alargado, con una cáscara que va del color

verde al amarillo según su grado de maduración. Su pulpa, de textura suave y sabor dulce cuando alcanza la madurez.

Tabla 2

Características de la fruta de algunas variedades de plátano.

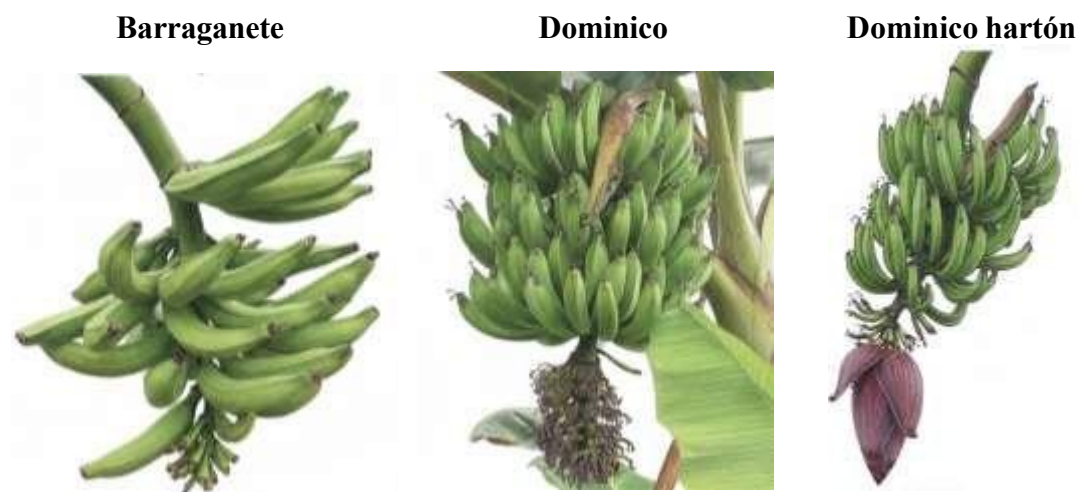
Variedad	Tamaño (cm)	Peso (g)	Color al madurar	Tiempo de Cosecha
Dominico	22-30	150-200	Amarillo con manchas	9 semanas
Barraganete	22-30	No especificado	Verde a amarillo	8 meses
Dominico-hartón	Varía según posición en racimo	No especificado	Verde oscuro a amarillo	14-18 meses
Maqueño	20-25	150-200	Verde a amarillo con manchas y rayas marrones	No especificado

Tomado de: Beltrán (2025).

De acuerdo con Fernández y su equipo de investigación (2025), Ecuador cultiva tres variedades principales de plátano debido a su relevancia tanto nutricional como comercial: Dominico, Barraganete y Dominico-Hartón, esta última conocida comúnmente como "Hartón". La variedad Dominico se orienta fundamentalmente al mercado interno y al consumo familiar. En contraste, la producción de Barraganete está dirigida principalmente a la exportación, como se puede observar en los datos recopilados en la Figura 2.

Figura 2

Variedades de plátanos cultivados en la Amazonía.



Nota: en la figura se aprecia el fruto de las diferentes variedades de plátanos. Tomado de: Fernández et al. (2025), imágenes modificadas por la autora.

2.1.4 Fases fenológicas

El desarrollo fenológico de la planta de plátano presenta transformaciones profundas y fácilmente identificables a simple vista. Estos cambios permiten diferenciar cuatro etapas claras en su ciclo vital, tal como señalan Bolaños y colaboradores (2020). Por su parte, Aranzazu et al. (2005) proponen una división específica para el clon Dominico Hartón cultivado en el clima medio de la Zona Cafetera, estructurando su período vegetativo en tres fases: Vegetativa, Reproductiva y Productiva. Esta clasificación se presenta de manera detallada en la Tabla 3.

Tabla 3

Fases fenológicas del plátano, según varios autores.

Fase	Bolaños et al. (2020)	Aranzazu et al. (2005)
Fase vegetativa:	Tiene una duración de seis a siete meses y transcurre desde la siembra del cormo hasta la diferenciación floral, emitiendo durante esta fase entre 16 y 20 hojas. Durante esta etapa está incluida la brotación, formación de raíces, producción y crecimiento deseudotallo e inicio de la diferenciación floral (Aranzazu et ál., 2002).	Comprende desde el momento de la siembra hasta que se inicia el proceso de diferenciación floral, su duración puede ser de seis a siete meses aproximadamente, tiempo en el cual ha producido entre 16 y 20 hojas. La fase vegetativa incluye las etapas de brotación, formación del segundo como o tallo (primer ciclo), crecimiento del sacudito, producción de raíces y colinos y por último el inicio de la diferenciación floral.
Fase reproductiva:	Inicia con la diferenciación floral y la formación de las flores masculinas y femeninas. Puede ocurrir cuando la planta ha emitido 16 a 20 hojas y va hasta la aparición de la bellota o floración, tiempo en el cual la planta emite entre 18 y 20 hojas más, presentando una duración total de entre cuatro y cinco meses (Belalcázar et ál., 1991).	Del concepto desarrollo de esta fase depende el rendimiento, el cual está directamente relacionado con el tamaño del racimo. La formación del racimo se inicia desde la diferenciación floral, hasta la aparición de la belloza o floración. Durante este período se generan de la hoja No. 20 hasta la hoja No. 36 de la planta (16 hojas), fase que dura aproximadamente de cuatro a cinco meses.
Fase productiva:	Tiene una duración de 14 a 16 semanas y va desde la aparición de la bellota hasta el momento de cosecha del racimo. El tamaño y la forma del racimo y el número de frutos por mano dependen del clon; para el caso del Dominico Hartón generalmente un racimo presenta entre 45 y 55 dedos.	Esta fase está influenciada por el medio ambiente y comprende desde la aparición de la bellota hasta la cosecha del racimo, en un período que dura entre 3.5 y 4.5 meses aproximadamente.

Figura 3

Desarrollo del racimo.



Nota: en la figura se puede apreciar el desarrollo del racimo. a) Bellota a la primera semana. b) Levantamiento de brácteas de la bellota entre la primera y segunda semana después de su aparición. c) Bellota dos semanas después de su aparición. d) Apariencia del racimo tres semanas después de la aparición de la bellota. e) Apariencia del racimo ocho semanas después de la aparición de la bellota. f) Apariencia del racimo en punto de cosecha de 14 a 16 semanas después de la aparición de la bellota. Tomado del Equipo CTA-2, Subproyecto Plátano y Yuca (2018).

Aristizabal y Jaramillo (2010), reportan en la Tabla 4, las etapas de crecimiento establecidas para la planta de plátano.

Tabla 4

Designación y descripción de las etapas de crecimiento en plátano Dominico Hartón.

Fase	Etapas	Designación	Descripción
V	V0	Brotación y emergencia	Desde el momento de la siembra hasta la aparición de la primera hoja funcional.
E	V1	Plántula	Desde la aparición de la primera hoja funcional hasta la aparición del primer hújuelo.

T	V2	Formación de hijuelos	Desde la aparición del primer hijuelo hasta el inicio del alargamiento de entrenudos.
I	V3	Alargamiento inicial de entrenudos	Desde el alargamiento de los entrenudos nueve o 10, hasta la iniciación de la bellaota.
A	R4	Iniciación Floral	Desde la iniciación de la bellaota hasta que el primordio de ésta se observa a simple vista.
R	R5	Desarrollo de la bellaota	Desde que el primordio de bellaota se observa a simple vista hasta su emisión en la parte terminal del pseudotallo.
O	R6	Floración	Desde la emisión de la bellaota hasta la apertura de la primera bráctea.
D	R7	Iniciación del racimo	Desde la apertura de la primera bráctea hasta que los primordios de todos los dedos se hacen visibles.
C	R8	Llenado del racimo	Desde que los primordios de dedos se hacen visibles hasta madurez fisiológica.
I	R9	Maduración	Desde madurez fisiológica hasta maduración completa.


Tomado de: Aristizabal y Jaramillo (2010).





2.1.5 Manejo del cultivo



El Ministerio de Agricultura de Colombia (2014) establece que para lograr un manejo agronómico óptimo del cultivo de plátano es necesario realizar un conjunto de prácticas definidas. Entre las principales labores se encuentran el combate de malezas o arvenses y la fertilización del suelo. Asimismo, son fundamentales las intervenciones directas sobre la planta, tales como eliminar los hijuelos sobrantes (deshije), retirar las hojas viejas (deshoje) y limpiar la base del pseudotallo (descalcetamiento). Otras tareas esenciales completan el proceso, como el destronque, el desmane y desbellote, el uso de soportes para evitar el vuelco (apuntalamiento) y la protección del racimo mediante su embolsado (Tabla 5).

Tabla 5

Actividades fundamentales del cultivo de plátano.

Actividad	Descripción	Fotografía
Control de malezas	Las malezas constituyen un factor limitante en la producción de plátanos cuando no se controlan adecuadamente, principalmente durante las primeras etapas de crecimiento del cultivo, entre el primer y quinto mes. El crecimiento inicial lento del cultivo, unido a que en esta etapa el follaje no cubre un área importante, permite mayor entrada de luz y por ende, la germinación y crecimiento rápido de las malezas en condiciones óptimas de humedad en el suelo (Díaz, 2005).	

Actividad	Descripción	Fotografía
Destroque y repique	Eliminación del pseudotallo de las plantas cosechadas con el propósito de disminuir la oviposición de picudos, así como disminuir la fuente de inóculo principalmente de enfermedades bacterianas (Aranzazu et ál., 2002). El destronque puede ser inmediato mediante la eliminación de todo el pseudotallo y parte del corno de la planta una vez esta se ha cosechado, o puede ser gradual mediante el corte periódico del pseudotallo dejando unida esta estructura a la planta para que sirva como fuente de agua y nutrientes en épocas de baja precipitación (Barrera et al., 2011 como se citó en Bolaños et al. (2020).	
Desmane	La remoción de manos verdaderas inferiores es una labor que se practica comúnmente en plátanos del tipo Falso Cuerno, independientemente de la orientación de la producción, presumiblemente, con la intención de aumentar el grosor y el largo de los frutos, tal y como lo indican Rodríguez et al. (1988) como se citó en Barrera et al. (2011).	
Desbellote	Es una labor que consiste en eliminar la bellota para prevenir enfermedades y mejorar el llenado de la fruta. Es una práctica opcional realizada por algunos productores que buscan mejorar el llenado de los dedos; misma que se justifica solamente cuando existe un mercado especializado para la producción. Consiste en la eliminación de la parte terminal del racimo o bellota, con o sin la eliminación de la última o dos últimas manos (desmane). Zamora (2021) como se citó en Vivas et al. (2023).	
Deshoje	Esta actividad consiste en la eliminación de hojas de diversos fines. Según su objetivo se encuentran dos clases: Deshoje de protección: Cuando se hace con la finalidad de reducir las hojas que pueden causar daño al racimo y Deshoje fitosanitario: Cuando se deslaminan, despuntan o eliminan hojas afectadas con Sigatoka (u otra clase de plagas) o aquellas que ya no son funcionales a la planta (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario AGROCALIDAD, 2020)	
Deshije	Técnica empleada para regular el número de hijos por cepa; eliminando el exceso de hijos se mantiene una población adecuada por hectárea, esto permite una producción uniforme todo el año, y además se obtienen racimos de mejor calidad. Generalmente esto se realiza cada tres meses, eliminando los hijos indeseable (Mena, 2019)	
Enfunde, encinte o embolse	Esta labor permite mantener y mejorar la calidad del fruto de plátano, al colocar el racimo dentro de una bolsa, la cual lo protege de daños mecánicos, además de generar un microclima favorable para la maduración del fruto. Con el fin de evitar la contaminación ambiental es recomendable el uso de bolsas. (Ministerio de Agricultura y Riego de Perú, 2020)	

Actividad	Descripción	Fotografía
Deschive	El deshije (también llamado "poda de manos inferiores") en el cultivo del plátano/banano es una labor cultural que consiste en eliminar parte de los frutos ("dedos") de las últimas manos (o manillas) del racimo, dejando generalmente solo un dedo en la posición central o lateral, conocido como "dedo testigo" o "dedo marcador".	 <p>El diagrama muestra un racimo de plátano con varias manos de frutos. Una mano inferior tiene un solo fruto central marcado con una línea roja y etiquetado como 'dedo testigo o marcador'. A la izquierda hay una fotografía circular que muestra un detalle de un dedo testigo.</p>
Apuntalamiento	El apuntalamiento es una labor que consiste en dar soporte a las plantas con racimos presentes, debido a que muchas veces tienden a doblarse o volcarse, lo que causa pérdidas importantes a los productores (Murrieta y Palma, 2018).	 <p>El diagrama muestra tres plantas de plátano con racimos. Las plantas están sostenidas por postes de soporte que se fijan al suelo y se cruzan para dar estabilidad a las plantas.</p>

2.1.6 Fertilización

Para la Universidad Nacional Agraria (2010), alcanzar los máximos niveles de rendimiento y calidad en la cosecha, es esencial corregir oportunamente las deficiencias nutricionales del suelo. Esta corrección debe basarse estrictamente en las recomendaciones que arroje un análisis de suelo previo. El método de aplicación del fertilizante varía según la pendiente del terreno: en terrenos planos debe realizarse en forma circular alrededor de la planta, mientras que en terrenos con pendiente o quebrados se recomienda aplicar en forma de media luna. Dos condiciones son indispensables al momento de fertilizar: que el suelo tenga suficiente humedad y que esté libre de malezas. En plantaciones jóvenes o de nueva siembra, la aplicación debe hacerse en círculo alrededor de cada planta. En cambio, en plantaciones ya establecidas y en producción, el fertilizante debe dirigirse específicamente al hijo de producción, colocándolo en forma de media luna a una distancia de entre 30 y 50 centímetros de la base de este hijuelo.

La estrategia de fertilización para el cultivo de plátano debe diseñarse considerando los requerimientos nutricionales específicos de la planta, los cuales se detallan en la Figura 4. Es una práctica altamente recomendable realizar análisis de suelo y foliar en cada ciclo productivo. Estos análisis son fundamentales para evaluar la fertilidad natural del suelo y diagnosticar si la planta está absorbiendo los nutrientes de manera adecuada. Interpretar los resultados de ambos análisis permite determinar con precisión tres aspectos clave: la dosis exacta de fertilizante por planta, la frecuencia

óptima de aplicación y el tipo de fuentes fertilizantes más apropiadas para suplir las necesidades detectadas (Fernández et al., 2025).

Figura 4

Demanda de los principales nutrientes requeridos para una hectárea de plátano a una densidad de siembra de 1111 plantas/ha.



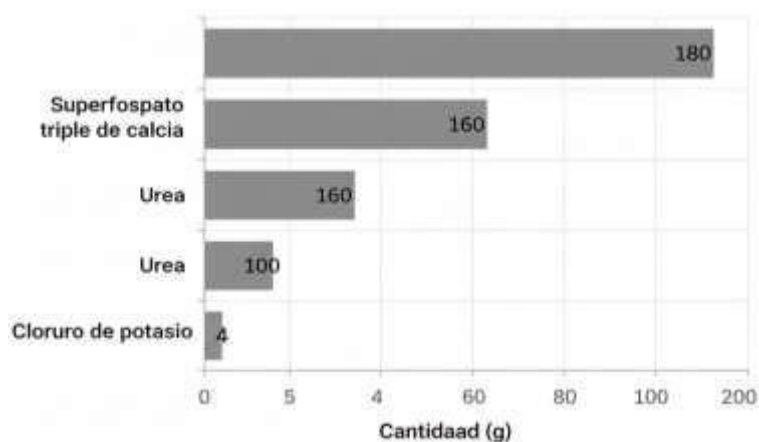
Nota: en la figura se aprecia que el elemento de mayor requerimiento es el Potasio. Tomado de: Palencia et al. (2006), como se citó en Fernández (2025).

Para planificar la fertilización en el cultivo de plátano, es necesario contar con un análisis químico del suelo, la identificación de la textura del suelo, el estudio de las interacciones entre los distintos nutrientes presentes y el cálculo de las posibles pérdidas por lixiviación. Según datos de referencia, una hectárea de plátano que produce alrededor de 14 toneladas de fruta extrae del suelo cantidades considerables de nutrientes, tales como 220 kg de Nitrógeno, 105 kg de Fósforo y 440 kg de Potasio. También requiere otros elementos en menor medida: 220 kg de Calcio, 60 kg de Magnesio, 30 kg de Azufre, 4.6 kg de Boro, 2.2 kg de Zinc y 1.5 kg de Cobre. Es importante considerar que la eficiencia de absorción de estos nutrientes por la planta no es total (Martínez, 2010).

La necesidad de una fertilización adicional es clara en sistemas de monocultivo. Sin embargo, esta práctica no es indispensable cuando el plátano se asocia con "kudzu", siempre que esta leguminosa se haya establecido en el terreno con al menos seis meses de anticipación a la siembra del plátano. Se debe hacer absolutamente necesario recurrir a un plan de fertilización específico para garantizar el buen arraigo y desarrollo inicial del plátano (Vela, 2007). Dicho plan consiste en lo expuesto en la Figura 5.

Figura 5

Plan de fertilización para el cultivo de plátano.



Tomado de: Vela (2007).

A partir de diversos ensayos de fertilización realizados en cultivos de plátano establecidos sobre distintos tipos de suelo, estos investigadores han observado una respuesta favorable de la planta a la aplicación de nitrógeno, potasio y azufre (Figura 6). Esta evidencia refuerza la premisa de que, para definir cualquier programa de fertilización, es fundamental conocer tanto la fertilidad inherente del suelo como las demandas nutricionales específicas del cultivo de plátano. En conclusión, para lograr una nutrición vegetal que sea tanto eficaz como rentable, toda recomendación de abonado debe sustentarse de manera indispensable en los resultados de un análisis de suelo previo (Palencia et al., 2006).

Tomando en cuenta las características nutricionales de los suelos ácidos propios de las zonas húmedas donde se cultiva plátano, Díaz (2005) sugiere aplicar por cuerda las siguientes cantidades de fertilizante: 290 libras de nitrógeno, 50 libras de fósforo (P_2O_5), 675 libras de potasio, 85 libras de magnesio (MgO) y 25 libras de micronutrientes por tonelada. Es fundamental distribuir el fertilizante de manera homogénea alrededor del pseudotallo y, de ser posible, incorporarlo al suelo o cubrirlo con material vegetal para prevenir la pérdida de nitrógeno por volatilización y el arrastre de nutrientes por escorrentía superficial. Adicionalmente, el mercado ofrece diversas formulaciones de fertilizantes enriquecidos con magnesio que pueden emplearse efectivamente para corregir carencias adicionales de este elemento que puedan presentarse durante el desarrollo del cultivo.

Lardizabal y Gutierrez (2006), sostuvieron que los requerimientos del plátano en la Tabla 6, misma que corresponde a 45,250 kg ha⁻¹.

Tabla 6

Requerimientos del plátano para 45,250 kg ha⁻¹.

Elemento	kg/ha	lbs/ha
N	364	804
P ₂ O ₅	95	210
K ₂ O	1092	2413
Ca	803	1774
Mg	154	340
S	49	108
B	3.2	7

Tomado de: Lardizabal y Gutierrez (2006).

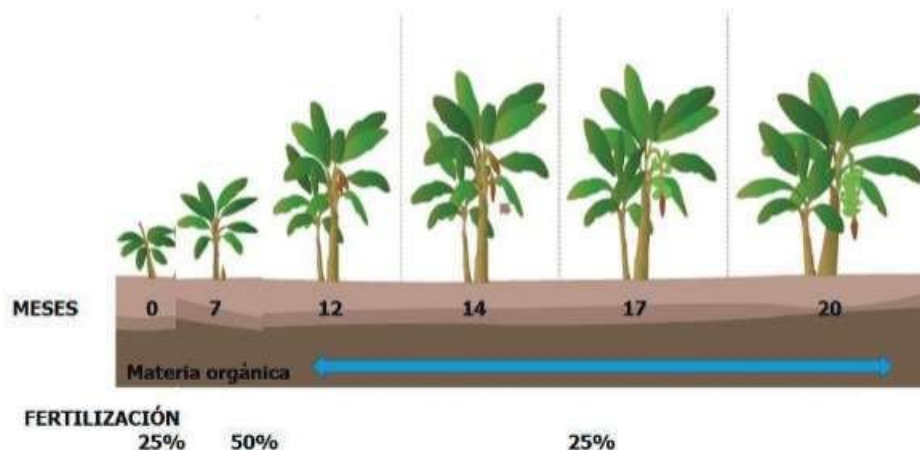
2.1.7 Como y cuando fertilizar

Rosales et al. (2010), plantean que la decisión sobre el tipo y cantidad de fertilizante a emplear en una plantación debe fundamentarse en los requerimientos de los tres macronutrientes primarios nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) que el cultivo necesita para alcanzar su máximo potencial productivo (véase Cuadro 2 sobre requerimientos nutricionales del plátano). Para ejecutar un programa de fertilización apropiado, resulta indispensable realizar análisis de suelo y foliares en cada ciclo productivo. La implementación correcta de esta práctica permitirá observar una recuperación progresiva y/o el mantenimiento de la fertilidad natural del suelo.

Por su parte, Cardona et al. (2017), señalan que, durante el primer ciclo productivo, el fraccionamiento de la fertilización debe estructurarse de la siguiente forma: aplicar el 25% de la dosis total anual entre el segundo y tercer mes posterior a la siembra; posteriormente, entre el sexto y séptimo mes, cuando la planta atraviesa un período crítico caracterizado por la diferenciación floral y alta demanda nutricional, debe suministrarse el 50% de la dosis total anual recomendada. El 25% restante se debe aplicar durante la floración, dirigiendo esta aplicación hacia el hijo seleccionado para el segundo ciclo productivo. A partir de este momento, el cultivo requiere fertilización cada cuatro meses (Figura 6).

Figura 6

Dosificación anual de los requerimientos nutricionales en plátano de acuerdo con su fenología.



Nota: en la figura, se aprecia los meses en los cuales se recomienda aplicación de fertilizantes. Tomado de: Cardona et al. (2017).

2.1.8 Formas de aplicación

Bolaños et al. (2020), manifiesta algunas formas de aplicación de los fertilizantes químicos como orgánicos descritos a continuación:

Manual: Requiere del esfuerzo humano para realizarse. Aunque este puede llegar a ser el método más costoso económicamente, es el más eficiente ya que el fertilizante puede aplicarse en el lugar requerido, ya sea frente al hijo de sucesión o al voleo. La aplicación se realiza frente al hijo de sucesión en suelos planos o medianamente ondulados y se hace en corona alrededor de la planta. Para suelos que se encuentren en zonas de ladera la aplicación debe realizarse en media corona distribuyendo el producto uniformemente en la banda, a una distancia de entre 30 y 50 cm de la base del hijo de sucesión; así se logra el máximo aprovechamiento del fertilizante, ya que en esta zona se encuentran la mayor cantidad de raíces (Bolaños Benavides, 2006). Por otro lado, la aplicación al voleo es algo desuniforme y no tiene en cuenta la ubicación de las plantas; por tal razón, las raíces no tienen un aprovechamiento total del producto y una buena parte del fertilizante se pierde.

Mecánica: Utilizada en terrenos nivelados con plantaciones establecidas en doble surco; se realiza por medio de maquinaria. Sin embargo, no es tan eficiente como la aplicación manual, ya que puede haber pérdida de fertilizante. Su uso se limita a monocultivos dedicados a la producción intensiva.

Aérea: Aplicación mediante avionetas, empleada en sistemas de producción extensiva y considerada eficiente en el uso de los recursos. A pesar de esto, es una alternativa que puede llegar a ser poco accesible para los pequeños agricultores.

En solución: Aplicación mediante la disolución de fertilizantes en agua, limitada a la disponibilidad de riego, fertirriego o drench en la unidad productiva. Con la implementación de esta técnica se logra disminuir la pérdida de productos, por un mayor aprovechamiento por parte de las raíces.

2.1.9 Inyección de fertilizantes

De acuerdo con Vargas (2023), la inyección al tallo es una técnica innovadora que consiste en aplicar fertilizantes o productos correctivos directamente en el pseudotallo de la planta. Esto permite que los nutrientes sean absorbidos de manera inmediata y transportados a través del xilema, facilitando así una nutrición más eficiente. Este enfoque no solo mejora la absorción de los elementos, sino que también ofrece una alternativa precisa para el manejo integrado de plagas y enfermedades.

Por su parte, Miranda et al. (2021), destacan que este método reduce significativamente el uso de fertilizantes, lo que ayuda a mitigar la contaminación del suelo y protege a los microorganismos que en él habitan. Además, al aplicarse de forma directa, se minimizan las pérdidas por evaporación o filtración, problemas comunes en métodos tradicionales que pueden generar acidificación, erosión y compactación del suelo.

a) Beneficios

La Universidad de Brasilia (2025), describe algunos beneficios de la técnica de inyección al pseudotallo, descritos a continuación:

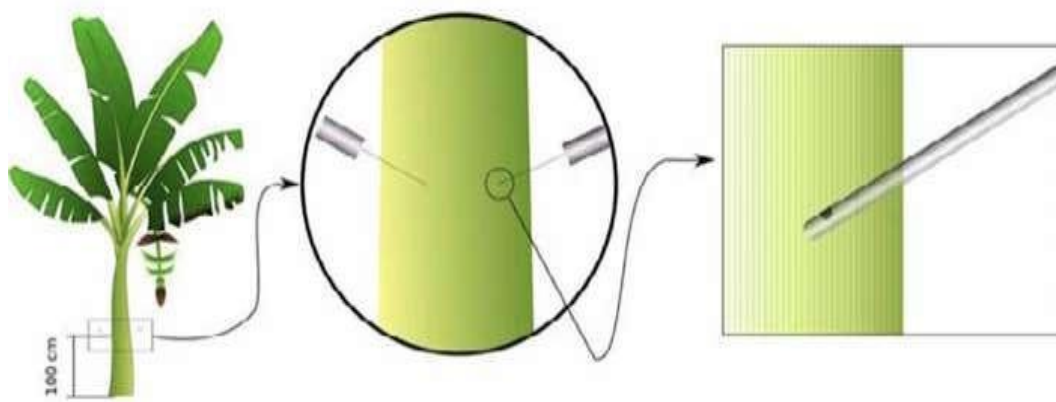
1. Rapidez y eficacia: Al aplicar los nutrientes directamente en el sistema vascular de la planta, se evita el proceso lento de absorción radicular. Esto proporciona una respuesta inmediata, ideal para corregir deficiencias en etapas críticas de crecimiento o para aliviar el estrés de la planta de manera oportuna.
2. Corrección precisa de deficiencias: Este método soluciona problemas de absorción que pueden existir incluso en suelos fértiles, asegurando que la planta reciba elementos esenciales como potasio, magnesio o calcio. Esto fortalece su estructura, mejora la resistencia a enfermedades y potencia el desarrollo de los frutos, algo fundamental para cultivos exigentes como el banano.
3. Control dirigido de plagas y enfermedades: La aplicación de productos sistémicos (como pesticidas o fungicidas) a través de la inyección permite que estos circulen internamente en la planta, llegando de manera eficaz a zonas donde las aplicaciones foliares convencionales no penetran, ofreciendo así una protección más integral.
4. Eficiencia de recursos y sostenibilidad: Al ser un método localizado, se minimiza drásticamente el desperdicio de insumos por escorrentía, volatilización o lixiviación, problemas comunes en las aplicaciones al suelo o las fumigaciones. Esto se traduce en un uso más racional de los productos, con beneficios tanto económicos como ambientales.

b) Procedimiento para aplicación de inyección en pseudotallo

Según Serna (2008), el procedimiento para aplicar el preparado fitofortificante en pseudotallos de plátano, banano y especies similares se lleva a cabo mediante inyección directa en el tronco de la planta. Para ello, se emplea una jeringa de polipropileno, similar a las de uso médico, insertándola con un ángulo aproximado de 45 grados respecto al pseudotallo (Figura 7). Este método asegura una aplicación precisa y eficiente del producto dentro del sistema vascular de la planta.

Figura 7

Inyección de soluciones de fertilizantes en el pseudotallo del plátano (Musa AAB) en Chaguani y Viotá, Cundinamarca, Colombia. 2018.



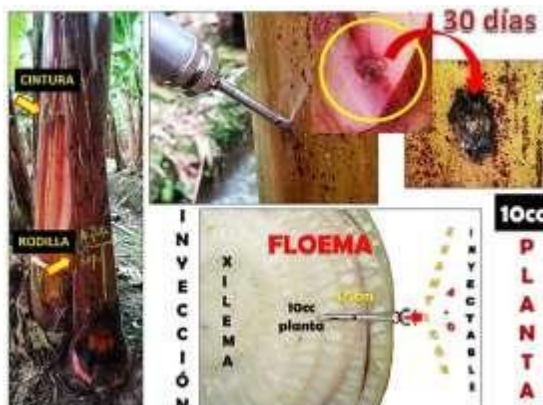
Nota: en la figura se aprecia el procedimiento para la aplicación de inyección en el pseudotallo del cultivo de plátano. Tomado de: Silva, et al. (2022).

De acuerdo con Ureña (2019), se presenta un dispositivo manual para inyectar una dosis precisa de líquido en el pseudotallo del banano. El sistema consta de tres componentes principales: Un mecanismo dosificador manual: Permite suministrar una cantidad medida del líquido hacia un adaptador central mediante la acción manual del operador. Un adaptador central: Este elemento se conecta al dosificador y cuenta con dos salidas, cuya función es recibir y distribuir el líquido de manera uniforme hacia dos agujas de inyección.

Este mismo autor, manifiesta que cuenta con dos agujas de inyección especializadas: Son tubos alargados y paralelos, diseñados específicamente para penetrar el tejido blando del banano, cada aguja tiene una punta cónica y una pequeña abertura lateral cerca de la punta (orificio eyector), que permite que el líquido se deposite de forma controlada dentro del tejido vegetal. La parte trasera de cada aguja se acopla al adaptador para recibir el flujo del producto (Figura 8).

Figura 8

Forma de ingreso de la inyección de soluciones de fertilizantes en el pseudotallo del plátano.



Nota: en la figura se aprecia la aplicación de inyección a pseudotallo. Tomado de Alcivar (2021).

De acuerdo con el método desarrollado por Hunan Qimin Yunnong Technology Co., Ltd. (2021), la fertilización se realiza mediante un sistema especial que se adapta al crecimiento del banano. El proceso consiste en dos etapas clave, utilizando una caja de fertilizante líquido que se coloca y ajusta en la base del pseudotallo. En la primera etapa, cuando el pseudotallo alcanza un grosor basal de 25 a 30 centímetros, se fija la caja fertilizante a una altura de entre 28 y 32 centímetros desde el suelo, utilizando una banda plástica ajustable. A medida que el tallo crece, la caja se va extrusionando gradualmente, liberando nutrientes de forma continua durante la fase de mayor desarrollo vegetativo de la planta.

Posteriormente, en la segunda etapa, una vez que el pseudotallo alcanza entre 50 y 55 centímetros de perímetro basal, se reubica la caja de fertilizante a la misma altura anterior (28–32 cm del suelo). De nuevo, el dispositivo se extrusiona progresivamente a medida que el tallo sigue engrosándose, lo que permite nutrir la planta de manera sostenida durante el período crítico de diferenciación de los botones florales, esencial para la formación de los frutos (Hunan Qimin Yunnong Technology Co., Ltd., 2021).

2.3 TRABAJOS RELACIONADOS

Silva et al. (2022), evaluaron cómo la fertilización al suelo y la inyección directa de nutrientes afectan el desarrollo y rendimiento del plátano en suelos con fertilidad distinta. Encontraron que la respuesta varió según la calidad del suelo: en la localidad de

Chaguaní (suelo más fértil) los racimos pesaron en promedio 21,6 kg y no hubo diferencia entre el uso de fertilizantes orgánicos o químicos; mientras que en Viotá (suelo menos fértil) el peso promedio fue de 19,0 kg y la fertilización química superó a la tradicional. Sin embargo, en ambos sitios, la inyección directa de nutrientes en el pseudotallo aumentó significativamente el rendimiento en comparación con las plantas que no la recibieron, concluyendo que una dosis baja de fertilizante en suelo fértil puede lograr resultados similares a una dosis alta en suelo pobre.

Miranda et al. (2021), buscó evaluar la fertilización nitrogenada inyectada al pseudotallo del banano como alternativa para mejorar la salud del suelo y la productividad. Los resultados mostraron que esta técnica permitió producir fruta de calidad exportable y generó una mejora estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en variables como el crecimiento de los retoños, la emisión foliar, el peso del racimo y el índice de calidad (Ratio). Además, evidenció un aprovechamiento más eficiente del fertilizante, lo que redujo las cantidades aplicadas y, en consecuencia, disminuyó los impactos ambientales negativos como la emisión de óxido nitroso, la contaminación y la erosión del suelo.

Vargas (2023), tuvo como objetivo evaluar la eficacia de la fertilización directa al pseudotallo desde una etapa temprana de desarrollo. Se compararon varios métodos, y los resultados revelaron que los mejores rendimientos se obtuvieron con la fertilización tradicional al suelo (granulada) y el fertirriego. En contraste, los tratamientos que involucraron la inyección de fertilizante en el pseudotallo o en la axila de la hoja no presentaron un desarrollo favorable bajo las condiciones de este ensayo.

Contreras (2022), evaluó el efecto de la inyección de citoquinina en el pseudotallo del banano. Los resultados mostraron que esta aplicación mejoró el comportamiento agronómico del cultivo. El tratamiento con la dosis de 350 cc/ha fue el más efectivo, logrando el mayor grosor del pseudotallo (86,40 cm) y el rendimiento más alto (31.746,00 kg/ha), con una relación beneficio/costo de 1,71, lo que significa que por cada dólar invertido se obtuvo un retorno de \$1,71.

Mayorquín et al. (2021), se propusieron verificar la viabilidad de aumentar el contenido de zinc en el plátano. El estudio concluyó que la biofortificación mediante la

inyección de soluciones de sulfato de zinc en el pseudotallo fue exitosa, logrando triplicar el contenido de zinc en los frutos en comparación con el grupo de control, lo que la convierte en una estrategia viable para mejorar el valor nutricional del cultivo.

Galvis et al. (2013), compararon la eficiencia de insertar fertilizante en el pseudotallo a diferentes alturas frente a la fertilización edáfica convencional. Encontraron que la inserción a 0,9 metros de altura fue más efectiva que hacerlo a 0,6 m y que la aplicación al suelo. Además, observaron que las plantas tendían a comportarse mejor con dosis del 75% y 100% de la dosis comercial cuando se aplicaban a la altura de 0,9 m.

Bravo (2023), analizó el comportamiento agronómico del plátano barraganete con diferentes dosis de fertilizante inyectado. Los resultados indicaron que las dosis óptimas variaban según la variable evaluada. Por ejemplo, la dosis de 50 g/planta (T4) logró la mayor altura del retorno y la mejor ratio de conversión. Sin embargo, la dosis de 30 g/planta (T2) fue la más rentable, ya que produjo el mejor peso del racimo y obtuvo la mejor relación beneficio/costo (B/C) en el análisis económico.

Chávez y Untuña (2023) evaluaron el efecto de la bioestimulación por inyección en plantas de banano. Los resultados demostraron que los brasinoesteroides fueron los más efectivos para mejorar variables de crecimiento como la altura, el número de hojas y el área foliar. Económicamente, el uso de ácidos húmicos mostró el menor costo por hectárea y el mayor beneficio neto, con un valor de 17,50 USD, además de mejorar las características vegetativas de las plantas.

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO

Este procedimiento integra los principios de la fertilización inyectada al pseudotallo estudiada por Miranda et al. (2021), como alternativa eficiente, con las especificaciones técnicas de aplicación (ángulo, altura) reportadas por Serna (2008) y Galvis et al. (2013). La etapa de mayor requerimiento es desde la aparición del racimo (8 semanas después de floración) siendo el período de mayor demanda y movilidad de nutrientes (Castillo González et al., 2011; Silva et al., 2022), maximizando así la eficiencia de la aplicación del biofertilizante.

3.2 DISEÑO Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS, HERRAMIENTAS O EQUIPOS A IMPLEMENTAR

3.2.1 Ubicación de la propuesta

La implementación se llevó a cabo en la finca Selebrand, ubicada en el recinto San Francisco de Chila, parroquia San Pedro de Suma, cantón El Carmen, provincia de Manabí, misma que cuenta con la siguiente ubicación GPS: 0°10'07.7"S 79°30'23.3"W, y se ubica espacialmente en la Figura 9.

Figura 9

Ubicación geográfica del sitio experimental.



3.2.2 Metodología de la propuesta




El presente ensayo fue implementativo y experimental, partiendo de la búsqueda de investigaciones científicas, abarcando la planificación e instalación de la boquilla para inyección hasta la evaluación de su desempeño a través del análisis de suelo en laboratorio para valorar su viabilidad y sostenibilidad.




3.2.3 Diseño agronómico

A continuación, en la Tabla 7 se evidencia fotográficamente el diseño agronómico seguido, mismo que conlleva una serie de actividades de acople de boquillas hasta toma de datos de muestras de suelo que se desarrollan a continuación:

Tabla 7

Actividades y evidencia fotográfica de la implementación del sistema de riego.

Actividad	Descripción	Evidencia fotográfica
Medición y etiquetado de altura de planta madre	Toma de medida de referencia para la aplicación de biofertilizante en planta cosechada	
Aplicación de la técnica de inyección al pseudotallo	Aplicación de inyección de biofertilizante al pseudotallo con bomba Doser adaptada	
Control de maleza	Control de malezas con herbicida químico.	
Inspección de plantas evaluadas	Producción de racimo de la planta nueva, a lado de la planta madre cosechada e inyectada con biofertilizante.	

Actividad	Descripción	Evidencia fotográfica
		
Toma de datos I	Conteo de número de manos luego de la cosecha	
Toma de muestras de suelo	Con ayuda de un barreno se tomó muestras de suelo de las plantas con aplicación de biofertilizante mediante inyección a pseudotallo	

3.2.4 Descripción funcional de los componentes

a) Bomba de mochila Doser

La bomba Matabi Doser dosificadora evolution 20 lt., es un equipo especialmente diseñado por Goizper para aplicación de líquidos de forma dosificada (Figura 10). Pulverizador manual de espalda versátil, adecuado para uso frecuente en grandes extensiones y terrenos agrícolas, con regulador de presión que garantiza la pulverización homogénea de todo el tratamiento (Goizper Group, 2020).

Entre los beneficios que esta empresa manifiesta, se destaca el tratamientos efectivos y homogéneos, con ahorro en producto. Es rápido y ergonómico y reduce el impacto en el medio ambiente. Sus principales ventajas son que tiene flexibilidad de una herramienta manual que permite tratamientos focalizados en función al cultivo, además cuenta con 3 posiciones de dosificación 25 - 50 -75 ml. (cc) (Figura 10).

Figura 10.

Bomba de fumigación y aspersión marca Doser.



Tomado de: Agrizon S.A (2019).

Las partes de la bomba de mochila Doser son: manguera: 1,3 m (PVC); boquilla de serie cónica regulable metálica; lanza: metálica; Tanque 20 litros; tapa de tanque; cámara de presión reforzada; lanza y alargadera lanza/palanca; reten cámara: FPM; correas regulables y acolchadas; regulador de presión 3 posiciones y manilla (Figura 11).

Figura 11

Partes de la bomba de mochila Doser con adaptador de inyección al pseudotallo.



b) Banalpix

Según información de Banalpix S.A. (2023), Banalpix es un biofertilizante de tipo orgánico-mineral formulado específicamente para ser utilizado en cultivos de banano a través de la técnica de inyección simática. Este producto, desarrollado por la empresa Eslabón del Agro, está compuesto por una combinación de microorganismos beneficiosos, algas vivas y minerales esenciales. Su mecanismo de acción se basa en mejorar el equilibrio nutricional interno de la planta desde el interior, lo que se traduce en un mayor desarrollo y tamaño de los frutos (dedos) y, en consecuencia, en un incremento significativo de la productividad. La aplicación se realiza mediante inyección directa en la planta ya cosechada, permitiendo un efecto localizado y eficiente.

Esta misma empresa, manifiesta que al integrar componentes biológicos (microorganismos y algas) con nutrientes minerales, Banalpix se posiciona como una solución biotecnológica y nutricional integral. La evidencia reporta beneficios concretos: desarrollo más vigoroso de los racimos, un mayor número de cajas comerciales obtenidas por racimo y una calidad superior de los frutos (Figura 12).

Figura 12

Biofertilizante Banalpix.



Nota: En la figura se aprecia el biofertilizante Banalpix empleado para las pruebas de funcionamiento.
Tomado de: Banalpix S.A (2023).

3.2.5 Esquema

En la Figura 13, se aprecia el esquema de la adaptación de la boquilla con inyector para aplicación de biofertilizantes en pseudotallo para plátano y banano, mismo que fue

empleado en la presente implementación en el cultivo de plátano Barraganete.

Figura 13

Adaptación de la bomba Doser con inyector para pseudotallo.



Figura 14

Aplicación de biofertilizante al pseudotallo.



3.2.6 Desglose de gastos

El análisis de costos revela una ventaja económica significativa del tratamiento 2. Los costos variables totales del tratamiento con inyección al pseudotallo fueron de \$15,56, compuestos por \$0,56 de inversión en la bomba adaptada para la inyección depreciada y \$15,00 en mano de obra (Tabla 8). En contraste, el tratamiento convencional presentó costos variables de \$35,00, que incluyen \$20,00 en biofertilizante Banalpix y \$15,00 en mano de obra.

Tabla 8

Costos variables por tratamiento.

Detalle	Tratamientos	
	T1: Testigo	T2: Con inyección
Costos variables		
Bomba adaptada	0,00	0,56
Biofertilizante Banalpix	0,00	16,00
Yaramila	55,00	0,00
Mano de obra	15,00	15,00
Total costos variables	70,00	31,56

3.2.7 Cronograma

En la Tabla 9, se aprecia el cronograma de actividades de la primera fase de la implementación llevada a cabo en el período académico 2025 (1) y que comprende los capítulos I y II.

Tabla 9

Cronograma de la primera fase de implementación.

FASE	PARCIAL	2025 (1)	Primer parcial								Segundo parcial							
		Actividades	Abril				Mayo				Junio				Julio			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
FASE I	PRIMER PARCIAL	CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN																
		TÍTULO	X	X	X													
		INTRODUCCIÓN				X	X											
		PROBLEMA						X										
		Justificación							X									
		Objetivos							X									
		Objetivo general							X									
		Objetivos específicos							X									
		METODOLOGÍA								X								
		Procedimiento								X								
		Métodos								X								

		Técnicas											X								
FASE I	SEGUNDO PARCIAL	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO												X	X						
		DEFINICIONES														X	X				
		ANTECEDENTES															X	X			
		TRABAJOS RELACIONADOS																	X	X	

En la Tabla 10, se aprecia el cronograma de la segunda fase de la implementación llevada a cabo en el período académico 2025 (2) y que comprende los capítulos III y IV.

Tabla 10
Cronograma de la segunda fase de implementación.

FASE	PARCIAL	2025 (2)	Primer parcial												Segundo parcial							
		Actividades	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2		
FASE II	PRIMER PARCIAL	CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA			X	X																
		Descripción del sistema o proceso			X																	
		Diseño y selección de tecnologías, herramientas o equipos a implementar			X	X																

3.3 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

3.3.1 Presupuesto

El análisis económico presentado en la Tabla 11, permite evaluar la viabilidad financiera de la técnica de inyección de biofertilizante al pseudotallo en comparación con el método convencional de fertilización mineral al suelo. La estrategia de inyección al pseudotallo permitió sustituir el fertilizante químico (Yaramila) por biofertilizante, lo que resultó en una reducción considerable de costos. El T2 (con inyección) representa un ahorro del 54.9% en costos variables comparado con el testigo (\$38,44 menos por unidad experimental).

Tabla 11

Costos variables de los tratamientos evaluados.

Detalle	Tratamientos	
	T1: Testigo	T2: Con inyección
Costos variables		
Bomba adaptada	0,00	0,56
Biofertilizante Banalpix	0,00	16,00
Yaramila	55,00	0,00
Mano de obra	15,00	15,00
Total costos variables	70,00	31,56

3.4 DESCRIPCIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, HERRAMIENTA O MÉTODO IMPLEMENTADO

3.4.1 Variable

Variable independiente:

- Técnica de inyección al pseudotallo

Variable dependiente:

- Macronutrientes
- Micronutrientes
- Relación de bases

3.4.2 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo conformada por 40 plantas de plátano Barraganete que contaron con una distancia de siembra de 3 x 3m; mismas que fueron 20 plantas con fertilización mineral al suelo (Testigo) y las restantes con inyección al pseudotallo de biofertilizante.

3.4.3 Tratamientos

Los tratamientos evaluados en la prueba de funcionamiento de la técnica de inyección al pseudotallo, se detallan en la siguiente Tabla 12.

Tabla 12

Tratamientos evaluados.

Simbología	Descripción
T1	Testigo (Fertilización mineral al suelo)
T2	Inyección al pseudotallo con Biofertilizante

3.4.4 Características de las unidades experimentales

Se contó con un área de estudio de 180m², donde se implementó la técnica de inyección al pseudotallo en el cultivo de plátano Barraganete asociado con cacao CCN-51 (Tabla 13).

Tabla 13

Características de la unidad experimental.

Característica	Cantidad
Ancho	3 m
Largo	3 m
Superficie del ensayo	360 m ²
Superficie por tratamiento	180 m ²
Edad del cultivo	8 años
Asociado con	Cacao CCN-51

3.4.5 Análisis estadístico

Se aplicó estadística descriptiva con el fin de evaluar el efecto del de la aplicación de inyección de biofertilizantes al pseudotallo en el cultivo de plátano Barraganete. El procesamiento de los datos se realizó con el uso del Microsoft Excel.

3.4.6 Toma de muestras

Se delimitó previamente el área de muestreo, considerando la homogeneidad del suelo, la topografía y el manejo del lote de plátano. Se tomó la muestra de suelo para plátano siguiendo un muestreo en zigzag con 15-20 puntos por hectárea, a 0-30 cm de profundidad utilizando un barreno debidamente desinfectado. Se mezclaron las submuestras, se eliminaron impurezas y se redujo a 500 g. La muestra se secó a sombra, se envasó en bolsa etiquetada con datos del lote y se envió al laboratorio con la solicitud de análisis de fertilidad.

3.5 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1 Macronutrientes

El análisis de los parámetros edáficos antes y después de implementar el sistema de fertilización por inyección en plátano revela cambios significativos que requieren atención agronómica, mismo que se reportan en la Tabla 14 y que se detalla a continuación:

En cuanto a la acidificación del suelo, los resultados de análisis sobre el potencial de hidrógeno demuestran que el pH descendió de 6,90 a 6,09, una reducción de 0,81 unidades que indica acidificación progresiva del suelo. Este cambio se atribuye a la aplicación continua de fertilizantes nitrogenados amoniacales y al proceso de nitrificación. Aunque el pH resultante aún es aceptable para plátano (5,5-7,0), esta tendencia debe monitorearse para evitar limitaciones en la disponibilidad de nutrientes como fósforo, calcio y magnesio (Tabla 14).

La materia orgánica disminuyó de 4,35% a 3,80%, una pérdida preocupante de

0.55 puntos porcentuales. Esta reducción compromete la fertilidad integral del suelo, afectando la retención de humedad, estructura edáfica y capacidad de intercambio catiónico. Es imperativo complementar la fertilización química con enmiendas orgánicas para garantizar la sostenibilidad del sistema productivo (Tabla 14).

El nitrógeno amoniacal se redujo drásticamente de 19,99 ppm a 10,96 ppm (-9,03 ppm), reflejando absorción eficiente por el cultivo, posible volatilización y conversión a formas nítricas mediante nitrificación. Esta transformación es indicativa de un sistema de fertilización funcional, pero requiere aplicaciones fraccionadas continuas para satisfacer la demanda del cultivo (Tabla 14).

El fósforo se mantuvo críticamente bajo (2,88 a 2,76 ppm), muy por debajo de los 10-15 ppm requeridos para plátano. El potasio, aunque aumentó de 0,38 a 0,46 meq/100g, permanece extremadamente deficiente para un cultivo altamente extractor que demanda niveles superiores a 0,8-1,2 meq/100g. Estos son los dos nutrientes más limitantes identificados y requieren ajustes inmediatos en las dosis aplicadas (Tabla 14).

El calcio incrementó favorablemente de 9,00 a 11,00 meq/100g, mejorando la estructura celular y resistencia de tejidos. El azufre aumentó de 5,09 a 6,38 ppm, beneficiando la síntesis proteica. La conductividad eléctrica se mantuvo baja (0,07 ds/m), confirmando ausencia de problemas de salinidad (Tabla 14).

Tabla 14

Reporte de macronutrientes antes y después de la aplicación de biofertilizantes mediante inyección a pseudotallo de la planta madre cosechada.

Parámetro	Unidad	Antes (Suelo base)	Después (Con biofertilizante)	Cambio	Interpretación
pH	–	5,90 (Me.Ac.)	6,09 (L.Ac.)	↗ +0,19	Mejora moderada. Mayor neutralidad, mejor disponibilidad de P y Ca.
C.E.	ds/m	0,08 (N.S.)	0,07 (N.S.)	↘ -0,01	Sin cambios significativos. No hay salinización.
M.O.	%	4,35 (M)	3,80 (M)	↘ -0,55	Reducción ligera. Posible mineralización acelerada por actividad microbiana.

Parámetro	Unidad	Antes (Suelo base)	Después (Con biofertilizante)	Cambio	Interpretación
NH ₄	ppm	19,99 (B)	10,96 (B)	↘ -9,03	Disminución de amonio. Puede indicar mayor nitrificación o absorción por planta.
P	ppm	2,88 (B)	2,76 (B)	↘ -0,12	Mantiene deficiencia. Biofertilizante no incrementó P disponible. Se requieren solubilizadores.
S	ppm	5,09 (B)	6,38 (M)	↗ +1,29	Mejora a nivel medio. Posible mineralización de S orgánico.
K	meq/100g	0,38 (M)	0,46 (A)	↗ +0,08	Mejora significativa. Paso de Medio a Alto. Biofertilización puede haber movilizado K.
Ca	meq/100g	9,00 (M)	11,00 (A)	↗ +2,00	Mejora notable. Mayor disponibilidad de Ca, esencial para pared celular y raíces.
Mg	meq/100g	1,39 (B)	1,18 (M)	↘ -0,21	Disminución, pero clasificación mejora de Bajo a Medio.

3.5.2 Micronutrientes

El análisis de micronutrientes revela cambios diferenciados que reflejan tanto aciertos como deficiencias del sistema de fertilización implementado en el cultivo de plátano a nivel de suelo y mediante inyección a pseudotallo, descritos a continuación:

El hierro se mantuvo prácticamente estable, con un incremento mínimo de 131,7 a 132,2 ppm (+0.5 ppm), permaneciendo en niveles altos y óptimos (clasificación "A"). Esta estabilidad es favorable ya que garantiza disponibilidad adecuada para síntesis de clorofila y procesos metabólicos esenciales, sin riesgo de clorosis férrica en el cultivo (Tabla 15).

El zinc mostró el incremento más notable, pasando de 6,30 ppm (medio) a 9,20 ppm (alto), con un aumento de 2,90 ppm. Este cambio de clasificación de "M" a "A" es altamente positivo, evidenciando que el sistema de inyección ha mejorado exitosamente las reservas de este nutriente crítico para el desarrollo radicular, síntesis de auxinas y resistencia a enfermedades. Este resultado demuestra la efectividad del programa de fertirrigación para este micronutriente (Tabla 15).

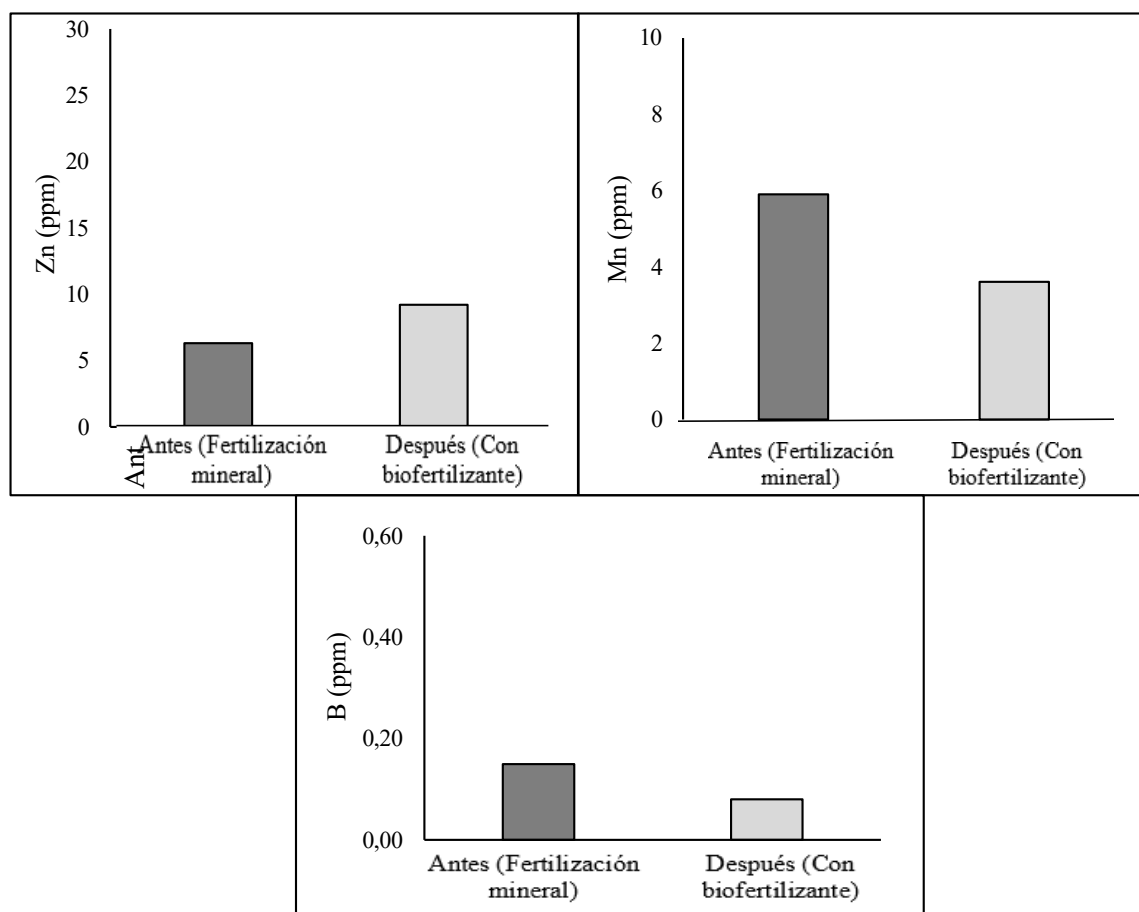
El manganeso experimentó una reducción considerable de 5,90 a 3,60 ppm (-2,30

ppm), descendiendo de nivel medio a bajo. Esta disminución es crítica ya que el manganeso es fundamental para fotosíntesis y metabolismo del nitrógeno. La caída sugiere extracción continua sin reposición adecuada y posible antagonismo con el hierro elevado. Se requiere incorporar urgentemente sulfato de manganeso o quelatos en el programa de fertilización (Tabla 15).

El cobre disminuyó de 2,70 a 2,40 ppm (-0,30 ppm), manteniéndose en niveles medios y adecuados. Aunque no representa una limitación inmediata, la tendencia descendente requiere monitoreo para evitar deficiencias futuras, sugiriendo la necesidad de incluir fuentes cúpricas en aplicaciones posteriores (Figura 15).

Figura 15

Micronutrientes con efecto positivo ante la aplicación de biofertilizantes mediante inyección a pseudotallo de la planta madre cosechada.



El boro mostró una reducción de 0,15 a 0,08 ppm (-0,07 ppm), permaneciendo en niveles bajos en ambas evaluaciones. Esta es la deficiencia más crítica identificada, ya

que el boro es esencial para formación de paredes celulares, transporte de azúcares y calidad de frutos. Los niveles persistentemente bajos pueden causar deformación de hojas, necrosis de tejidos y rajado de pseudotallos. Se requiere incorporación urgente de boro (0,5-1,0 kg/ha de boro elemental) mediante fertirrigación (Figura 15).

3.5.3 Relación de bases

La relación calcio/magnesio aumentó de 6,47 a 9,32, manteniéndose en niveles altos (clasificación "A"). Aunque el rango óptimo ideal es 3:1 a 5:1, valores de 6-10 son tolerables en suelos tropicales. Sin embargo, el incremento evidencia un desbalance creciente a favor del calcio que puede generar antagonismo catiónico y limitar la absorción de magnesio. Este desequilibrio se explica por el aumento del calcio intercambiable (9,00 a 11,00 meq/100g) combinado con la reducción del magnesio (1,39 a 1,18 meq/100g). Se recomienda incorporar sulfato de magnesio en la fertirrigación para equilibrar gradualmente esta relación y prevenir clorosis intervainal por deficiencia de magnesio (Tabla 15).

La relación magnesio/potasio mejoró de 3,66 a 2,57, pero permanece en niveles bajos (clasificación "B"). La relación ideal debería aproximarse a 2:1 o favorecer al potasio, considerando que el plátano es altamente extractor de este nutriente. Aunque se observó mejora hacia el equilibrio, el potasio sigue siendo críticamente deficiente (0,46 meq/100g), confirmando que es el nutriente más limitante del sistema. Se requiere incremento sustancial de potasio hasta alcanzar niveles de 0,8-1,2 meq/100g mediante fuentes solubles en fertirrigación (Tabla 15).

La relación (Ca+Mg)/K descendió de 27,34 a 26,48, cambiando de clasificación "B" (bajo) a "O" (óptimo). Este cambio representa una evolución positiva hacia mejor equilibrio nutricional, con valores óptimos típicamente entre 20-30:1 para musáceas (Tabla 15). El descenso indica que el incremento de potasio fue proporcionalmente mayor que el aumento de calcio y magnesio. Sin embargo, es crucial enfatizar que alcanzar la clasificación "óptimo" en esta relación no significa que los valores absolutos de potasio sean adecuados; la deficiencia absoluta de potasio sigue siendo el problema nutricional más crítico de esta finca.

Tabla 15

Reporte de relación de bases antes y después de la aplicación de biofertilizantes mediante inyección a pseudotallo de la planta madre cosechada.

Relación	Antes (Suelo base)	Después (Con biofertilizante)	Interpretación
Ca/Mg	6.47 (A)	9.32 (A)	Se mantiene alto. Posible antagonismo Ca-Mg.
Mg/K	3.66 (B)	2.57 (B)	Mejora ligera pero aún desbalanceada. K aumentó más que Mg.
(Ca+Mg)/K	27.34 (B)	26.48 (O)	Mejora notable. Paso de Bajo a Óptimo. Mejor equilibrio nutricional.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El análisis de los parámetros edáficos evaluados antes y después de la implementación del sistema de fertilización por inyección en el cultivo perenne de plátano revela cambios significativos en la dinámica nutricional del suelo, mostrando efectos positivos en la disponibilidad de calcio, potasio y azufre, mientras mejora moderadamente el pH.
- El análisis de micronutrientes antes y después de la implementación del sistema de fertilización por inyección revela comportamientos diferenciados que reflejan que ha sido efectivo para mantener hierro y mejorar significativamente el zinc, pero ha mostrado deficiencias en la reposición de manganeso y boro, mientras que el cobre requiere monitoreo preventivo.
- La biofertilización mediante inyección al pseudotallo en el cultivo de plátano ha mejorado el equilibrio global $(Ca+Mg)/K$, pero persisten dos problemas fundamentales: deficiencia crítica absoluta de potasio que limita la productividad, y desbalance creciente Ca/Mg con riesgo de antagonismo.

4.2 Recomendaciones

- Es necesario incrementar significativamente las dosis de potasio y fósforo, implementar aplicaciones regulares de materia orgánica, monitorear el pH para posibles correcciones con enmiendas calcáreas, y establecer un programa de análisis foliares que complemente el diagnóstico edáfico y permita ajustes precisos en la fertirrigación.
- Se recomienda incorporar inmediatamente fuentes de boro y manganeso al programa de fertirrigación, mantener el esquema actual para zinc, monitorear preventivamente

el cobre, y establecer análisis foliares complementarios para ajustar dosis según las etapas fenológicas del cultivo.

- Se recomienda incrementar intensivamente las aplicaciones de potasio mediante nitrato o sulfato de potasio, además de sulfato de magnesio para equilibrar la relación Ca/Mg.
- Realizar análisis foliares para validar si los desbalances edáficos se manifiestan en la planta, y establecer monitoreo trimestral de bases intercambiables para ajustar dinámicamente las formulaciones según la respuesta del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario AGROCALIDAD. (2020). *Manual de aplicabilidad de buenas prácticas agrícolas para banano*. Obtenido de <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/manu3.pdf>
- Agrizon S.A. (2019). *Bomba Matabi Doser Dosificadora Evolution 20 Lt*. Obtenido de <https://agrizon.com/products/bomba-matabi-dosificadora-evolution-20-lt>
- Alarcón, J., & Jimenez, Y. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (Musa spp.). Medidas para la temporada invernal*. Obtenido de Instituto Agropecuario Colombiano ICA: https://www.fao.org/fileadmin/templates/banana/documents/Docs_Resources_2015/TR4/cartilla-platano-ICA-final-BAJA.pdf
- Alcivar, F. (2021). *Proteinato*. Obtenido de <https://alcivar98.wixsite.com/inyeccion>
- Aranzazu, L., Arcila, M., Bolaños, M., Castellanos, P., Castrillón, C., Pérez, J., . . . Valencia, J. (2005). *El Cultivo del Plátano (Musa paradisiaca), con énfasis en la variedad Dominico Hartón: Aspectos Técnicos, Manejo Integrado y Sistemas de Producción*. Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/4322f46f-aab2-4db8-ab5b-040546f77074/content>
- Aristizabal, M., & Jaramillo, C. (2010). *Identificación y descripción de las etapas de crecimiento del plátano Dominico Hartón (Musa AaA)*. Obtenido de Revista Agron. Vol.18 (1): 29 - 40.: https://www.researchgate.net/publication/221719399_Identificacion_y_descripcion_de_las_etapas_de_crecimiento_del_platano_Dominico_Harton_Musa_AaA
- Banaplix S.A. (2023). *Inyección en banano*. Obtenido de https://www.facebook.com/banalpix/?locale=es_LA
- Barrera, J., Cardona, C., & Cayón, D. (2011). *El cultivo de plátano (Musa AAB Simmonds): Ecofisiología y manejo cultural sostenible*. Obtenido de Libro. Primera edición. Universidad de Córdoba: <https://editorialzenu.com/images/1467833541.pdf>
- Beltrán, D. (2025). *Manejo integral del cultivo de plátano (Musa × paradisiaca) en la zona costera*. Obtenido de Revista Pol. Con. (Edición núm. 113) Vol. 10, No 12: <https://share.google/bAUpoh3H3GOkBjFR9>

- Bolaños, M., Bautista, L., Cardona, W., Morales, H., López, D., & Peña, A. (2020). *Manual del cultivo del plátano en Cundinamarca*. Obtenido de Editorial Agrosavia: <https://es.scribd.com/document/581357951/01-manual-platano-2020-EBOOK>
- Bravo, C. (2023). “*Aplicación de fertilizante con la técnica de inyección en la producción de plátano barraganete (Musa AAB)*”. Obtenido de Tesis Ing. Agrop. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí: <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/6368/1/ULEAM-AGRO-0346.pdf>
- Cardona, L., Betancourt, M., Rodríguez, G., Patiño, A., Palacios, S., García, B., & Bedoya, C. (2017). *Cultivo de plátano. Prácticas y recomendaciones de manejo integrado*. Obtenido de Libro. ISBN: 978-958-8097-36-7: https://www.researchgate.net/publication/350358277_Cultivo_del_platano_practicas_y_recomendaciones
- Chávez, P., & Untuña, C. (2023). “*Efecto de la bioestimulación mediante inyección en plantas cosechadas de banano (Musa paradisiaca sp.) para el mejoramiento fenológico del hijo*”. Obtenido de Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Cotopaxi: <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11456>
- Contreras, J. (2022). *Efecto de inyección de citoquinina en el pseudotallo del banano en crecimiento y engrose*. Obtenido de Tesis Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CONTRERAS%20DUARTE%20JAVIER%20ANDRE.pdf>
- Díaz, M. (2005). *Manual práctico para el cultivo sustentable de plátano*. Obtenido de Universidad de Puerto Rico: <https://www.uprm.edu/cms/index.php?a=file&fid=15184>
- Fernández, F., Pico, J., & Avellán, B. (2025). *Guía para la producción y manejo integrado del cultivo de plátano*. Obtenido de Guía N° 127: <https://fieds.org/wp-content/uploads/2025/09/3.-Guia-de-Produccion-y-Mantenimiento-de-Platano-Final.pdf>
- Galvis, F., Uribe, A., Cayón, G., Magnitskiy, S., & Henao, J. (2013). *Effect of fertilizer insertion in the harvested mother banana plant pseudostem (Musa AAA Simmonds)*. Obtenido de Revista Agronomía colombiana. vol.31 no.1 : http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-

99652013000100013

- Goizper Group. (2020). *DOSER, mochila dosificadora*. Obtenido de https://cdn.shopify.com/s/files/1/0604/8697/5686/files/Flyer-A4-DOSER-Evolution-Spanish_compressed.pdf?v=1700253416
- Gómez, D. (2008). *Métodos para el estudio de los pastos, su caracterización, ecología y valoración*. Obtenido de Libro. Capítulo 8.: https://jolube.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/06/gomez_2008_metodos_pastos.pdf
- Hunan Qimin Yunnong Technology Co., Ltd. (2021). *A method for fertilizing by extruding a liquid fertilizer box by expanding the base of a banana pseudostem*. Obtenido de <https://patents.google.com/patent/CN114158414A/en>
- Lardizabal, R., & Gutierrez, H. (2006). *Producción de plátano de alta densidad*. Obtenido de https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/260/manual_de_produccion_de_platano_de_alta_densidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez, A. (2010). *Principios básicos para la implementación de plantaciones de plátano*. Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/05f43c94-8c37-4384-901c-594c63a3ba9e/content>
- Mayorquín, J., Guimarães, A., Dantas, V., Pessoa, M., da Silva, J., & de Almeida, G. (2021). *The injection of zinc sulfate into banana tree pseudostem can triple the zinc content and it is an effective method for fruit biofortification*. Obtenido de Journal of Food Composition and Analysis. Vol. 102.: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157521002209>
- Mena, X. (2019). *Buenas prácticas agrícolas para el cultivo de plátano*. Obtenido de Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa: <https://asmiiia.org/publicaciones/2019/07.pdf>
- Ministerio de Agricultura de Colombia. (2014). *El cultivo del plátano (Musa paradisiaca), un importante alimento para el mundo*. Obtenido de Boletín mensual abril. N° 22.: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_abr_2014.pdf
- Ministerio de Agricultura y Riego de Perú. (2020). *Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de plátano*. Obtenido de <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2020/07/Guia-BPA->

PLATANO.pdf

- Miranda, K., Quevedo, J., & García, R. (2021). *Efectos de la fertilización inyectada en plantas de banano (Musa × paradisiaca l) cultivar Williams en diferentes estados fenológicos*. . Obtenido de Revista Científica Agroecosistemas, 9(3), 130-140.: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/501/478>
- Miranda, K., Quevedo, J., & García, R. (2021). *Effects of injected fertilization on banana plants (Musa × paradisiaca L.) cultivar Williams at different phenological stages*. Obtenido de Revista Científica Agroecosistemas, 9(3), 130-140.: https://www.researchgate.net/publication/357203345_EFFECTS_OF_INJECTED_FERTILIZATION_ON_BANANA_PLANTS_MUSA_PARADISIACA_L_CULTIVAR_WILLIAMS_AT_DIFFERENT_PHENOLOGICAL_STAGES *Cita sugerida APA séptima edición*
- Murrieta, E., & Palma, H. (2018). *Manual de Buenas Practicas de Cosecha y Poscosecha de plátano y banano*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/792718290/MANUAL-DE-COSECHA-Y-POSCOSECHA-DE-BANANO>
- Palencia, G., Gómez, R., & Martín, J. (2006). *Manejo sostenible del cultivo de plátano*. Obtenido de Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) : <https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/c72d5e6b-de86-4302-95a9-6492b94a58db/content>
- Rosales, F., Alvarez, J., & Vargas, A. (2010). *Guía práctica para la producción de plátano con altas densidades*. Obtenido de Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE: <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/b2e84436-492c-4d11-aac6-6e4fa46340d1/content>
- Serna, P. (2008). *Preparado fitofortificante para aplicación en pseudotallos de plataneras, bananos y especies vegetales afines y procedimiento para su aplicación*. Obtenido de <https://patentimages.storage.googleapis.com/19/81/ea/dc318988977b9a/ES2345969B1.pdf>
- Silva, E., Cardona, W., Bolaños, M., & Morales, H. (2022). *Inyección de nutrientes: una técnica eficiente para incrementar el rendimiento del cultivo de plátano (Musa AAB)*. Obtenido de Revista Agronomía Mesoamericana. ol. 33, núm. 3, 48192: <https://www.redalyc.org/journal/437/43771129002/html/>

- Universidad de Brasilia. (2025). *Banana Pseudostem Injection: A Guide*. Obtenido de <https://selecaoppge.unb.br/read/1byc2jq/unb-banana-pseudostem-injection-a-guide-1764803244>
- Universidad Nacional Agraria. (2010). *Guía Práctica para el Cultivo del Plátano (Musa paradisiaca)*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/NF01C965mp.pdf>
- Ureña, R. (2019). *Device for injecting a liquid dose into a banana stem*. Obtenido de <https://patents.google.com/patent/WO2021038024A1>
- Vargas, A. (2025). *Cultivo intensivo del plátano tipo falso cuerno Mussa AAB para altos rendimientos*. Obtenido de Manual Técnico. Programa Descubre - Promotora de Comercio: <https://www.descubre.cr/wp-content/uploads/2025/08/Manual-Tecnico-de-Platano-para-Mejorar-la-Competitividad-PROCOMER.pdf>
- Vargas, S. (2023). *Evaluación de fertilización aplicada al pseudotallo del plátano Dominico-hartón (aab) (Musa paradisiaca L) y su respuesta productiva*. Obtenido de Tesis Agr. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/56702/smvargasmr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vela, C. V. (2007). *Manejo Integrado del Cultivo de Plátano*. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias INIA. Folleto N° 2 - 07: <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/c15c824a-9483-4525-8c8b-eb465bc4930d/content>
- Vivas, J., González, P., López, F., Tacuri, E., & Palacios, E. (2023). *Manejo integral de la producción de plátano Musa AAB*. Obtenido de Libro electrónico. Editorial Mawil. ISBN: 978-9942-602-82-4: <https://mawil.us/wp-content/uploads/2023/03/manejo-integral-de-la-produccion-de-platano.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Factura de compra de bomba con inyector para aplicación en pseudotallo.

 <p>ESLABÓN DEL AGRO</p> <p>Dirección: PUEBLOVIEJO KM3 VIA CATARAMA LOS RIOS-ECUADOR OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD : SI REGIMEN GENERAL Agente de Retención. Resolucion NAC-DNCRASC20-0000001</p>	<p>RUC : 0992840765001</p> <p>FACTURA No. 005-002-000000237</p> <p>NUMERO DE AUTORIZACIÓN 2810202501099284076500120050020000002371234567811</p> <p>AMBIENTE PRODUCCION EMISION NORMAL CLAVE DE ACCESO</p>  <p>2810202501099284076500120050020000002371234567811</p>
---	---

INFORMACION DEL CLIENTE

Razón social:	CEDEÑO ALAVA BRYAN BRANDO	RUC: 2300577364
Dirección:	EL CARMEN - MANABI	Teléfonos: 990551731
Fecha Emisión:	28/10/2025	
Asesor Comercial:	DANNY CEVALLOS	

COD. PRINCIPAL	COD. AUXILIAR	CANT	DESCRIPCION	P/U	DESC.	PRECIO TOTAL
3116	3116	1.00	BOMBA DOSIFICADORA E INYECTORA	200.00		200.00

Anexo 2. Resultados del análisis de suelos (2024).



RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Sr. BRANDON CORDERO	Número Muestra:	9622
Propiedad:		Fecha de ingreso:	23/8/2024
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Impreso:	31/8/2024
Identificación:	5 AÑOS	Fecha de Entrega:	2/9/2024

Identificación del lote:

Profundidad:

pH	C.E	M.O	NH4	P	S	K	Ca	Mg
En Agua	ds/m	%		ppm			meq/100 g	
5.90	0.08	4.35	19.99	2.88	5.09	0.38	8.00	1.39
Me.Ac.	N.S.	M	B	B	B	A	A	M

Na	Al+H	Al	E bases	TEXTURA (%)			Cu	B
	meq/100g			Arena	Limo	Arcilla	ppm	
			10.77				2.70	0.15
			M	CLASE TEXTURAL:			M	B

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
	ppm		R1	R2	R3
131.7	6.30	5.90	8.47	3.66	27.34
A	A	B	A	B	O

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	MB= Muy Bajo	M.Ac. = Muy Ácido	N.S.= No salino
Fco.Ar = Franco Arenoso	B = Bajo	Ac = Ácido	L.S.= Ligeramente salino
Ar. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac.= Medianamente Ácido	S. = Salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	L.Ac. = Ligeramente Ácido	M.S.= Muy Salino
Ll. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Prácticamente Neutro	

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH4	Colorimetría	Cian
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
B	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
S	Colorimetría	Microbiológico
Cl	Volumétrica	Pasta Saturada
M.O	Walkley & Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo-Agua (1:2.5)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucos	No Aplica
Al		
Al + H	Volumétrica	KCl 1N

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA



Calle Río Chumbiza N° 402 y Zamora, (A) de Ecuador
06301 - Oficina Avenida Margen izquierda
Teléfono:
2712407

M/L

Anexo 3. Resultados del análisis de suelos (2025).



RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Sr BRANDON CEDERO	Número Muestra:	574
Propiedad:		Fecha de ingreso:	28/10/2025
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Impreso:	14/11/2025
Identificación:	T AÑOS	Fecha de Entrega:	16/11/2025

Identificación del lote:

Profundidad:	pH	C.E	M.O	NH4	P	S	K	Ca	Mg
	En Agua	ds/m	%		ppm			meq/100 g	
	6.09	0.07	3.80	10.96	2.76	6.38	0.46	11.00	1.18
	L.Ac.	N.S.	M	B	B	M	A	A	M

Na	Al+H	Al	I bases	TEXTURA (%)			Cu	B
meq/100g				Arena	Limo	Arcilla	ppm	
	0.22		12.64	32	54	14	2.40	0.06
	B		A	CLASE TEXTURAL: FRANCO LIMOSO			M	B

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K	CIC
ppm						
			R1	R2	R3	meq/100 g
132.2	9.20	3.60	9.32	2.57	26.48	11.38
A	A	B	A	B	O	M

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	MB= Muy Bajo	M.Ac. = Muy Ácido	N.S.= No salino
Fco.Ar = Franco Arenoso	B = Bajo	Ac. = Ácido	L.S.= Ligeramente salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac. = Medianamente Ácido	S. = Salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	L.Ac. = Ligeramente Ácido	M.S.= Muy Salino
Ll. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Prácticamente Neutro	

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH4	Colorimetría	Cloro
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
B	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Molibdato
Cl	Volumetría	Punta Saturada
M.O.	Walkley y Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelto-Agua (1:2.5)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucos	No Aplica
Al		
Al + H	Volumetría	KCl 1N

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA

Calle Río Chumbas N° 802 y Zentana, 1A doo cuadro
de la Clínica Anaje Margen Insuperior
Teléfono:
2752-607

M&J

Anexo 4. Resultados del análisis foliar (2025).



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente	Sr. BRANDON CEDERO	Número de muestra:	7643
Propiedad:		Fecha de ingreso:	28/10/2025
Identificación:		Fecha de impresión:	14/11/2025
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	16/11/2025
Edad:	7 AÑOS	No. Laboratorio Desde:	0 001
		Hasta:	

VALORES	MATERIA SECA (%)											
	N		P		K		Ca		Mg		S	
Tiene	3.56		0.15		5.00		1.02		0.28		0.12	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	2.70	3.80	0.18	0.22	2.90	4.00	1.00	1.70	0.30	0.50	0.14	0.26
Interpretación:	N		D		E		N		D		D	

VALORES	ppm									
	Cu		B		Fe		Zn		Mn	
Tiene	11.00		15.65		154.00		77.00		104.00	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	7.00	10.00	13.00	29.00	80.0	150.0	17.00	25.00	73.0	85.0
Interpretación:	E		N		E		E		E	

VALORES	RELACIONES					BASES (%)
	N/K	N/P	Mg/K	Ca/B	(Ca+Mg)/K	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0.72	23.87	0.06	651.76	0.26	6.30

Interpretación
D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



Anexo 5. Recomendaciones de fertilización.



RECOMENDACIÓN

Cliente: Sr. Brandon Cedeño
Cultivo: Plátano barragante
Identificación: Lote de 7 años
Muestra: 574

- Antes de aplicar los fertilizantes debe sacar una muestra de raíces y saber su estado fitosanitario, para determinar la presencia de nematodos y realizar su control. Luego fertilizar, sabiendo donde se encuentran la mayoría de sus raíces absorbentes.
- 289 kg/ha/año de YARAMILA COMPLEX (12.4 – 11- 18- 2.7 Mg – 8 S – 0.015 B – 0.02 Zn – 0.02% Mn), equivale a 5 sacos de 50 kg, más 39 kg. Aplicar 150 g/planta/año, dividir esta dosis en dos partes cada una de 75 g/planta; la primera en esta época considerando que exista humedad en el suelo, si no a la entrada del próximo invierno, **Enero/2026**, con las primeras lluvias y la segunda en el mes de **Mayo/2026**, colocar el fertilizante al voleo, frente del hijo donde existan mayor cantidad de raíces absorbentes.
- Todo en NITRÓGENO, FÓSFORO, POTASIO, una parte del MAGNESIO, AZUFRE y BORO están contenidos en el fertilizante YARAMILA COMPLEX (12.4% N – 11% P₂O₅ – 18% K₂O – 2.7% MgO – 8% S – 0.015% B – 0.02% Zn – 0.02% Mn).
- 121 kg/ha/año de SULFATO DE MAGNESIO GRANULAR o KEISERITA (25% MgO – 20% S), equivale a dos sacos de 50 kg, más 21 kg. Aplicar 63 g/planta/año todo en una sola dosis a la salida de la época lluviosa **Junio/2026**, colocar el fertilizante al voleo en corona o media luna de acuerdo a la inclinación del terreno, frente al hijo y nieto respectivamente, es decir donde existan mayor cantidad de raíces absorbentes.
- 48 kg/ha/año de BÓRAX AMERICANO (11,3% B). Aplicar 25 g/planta/año, todo este fertilizante al suelo, cuando las plantas inicien botando la bellota y a una distancia de 30 cm del seudotallo en forma de media luna.

Nota: Realizar para el próximo año nuevamente un análisis de suelo y foliar, porque este programa es solamente para un año.

Atentamente,

Agr. [Nombre] [Apellido]



Calle Río Chantres N° 602 y Zarzosa. (A dos cuadras de la Clínica Arsujo imagen izquierda)
Teléfono:



Tesis Isabel Murillo

2%
Textos sospechosos

- 11% Similitudes (ignorado)
 - 0% similitudes entre comillas
 - 0% entre las fuentes mencionadas
- 2% Idiomas no reconocidos
- 31% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Tesis Isabel Murillo.docx
ID del documento: 094f5827df903c62ae9ff30b3d9c9aa702a20f2b
Tamaño del documento original: 17,51 MB

Depositante: Nexar Cobeña Loor
Fecha de depósito: 9/2/2026
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 9/2/2026

Número de palabras: 10.465
Número de caracteres: 69.408

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repository.agrosavia.co https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36812/Ver_documento_3681... 1 fuente similar	5%		Palabras idénticas: 5% (626 palabras)
2	hdl.handle.net Plátano (Musa AAB Simmonds) : manual de recomendaciones té... http://hdl.handle.net/20.500.12324/40714 1 fuente similar	5%		Palabras idénticas: 5% (592 palabras)
3	Informe final Sabando Bryan Compilatio.docx Informe final Sabando ... #2e08e2 Viene de de mi grupo 3 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (202 palabras)
4	fr.slideshare.net Etapas crecimiento-plátano PDF https://fr.slideshare.net/JoséLuisSalcedoArrieta/etapas-crecimientoplano 3 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (182 palabras)
5	repositorio.uileam.edu.ec Rentabilidad en el cultivo de plátano barraganete po... https://repositorio.uileam.edu.ec/handle/123456789/5180	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (85 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	patents.google.com https://patents.google.com/patent/ES2345969B1/es	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)
2	sired.udenar.edu.co Investigación de mercado para la comercialización del plat... https://sired.udenar.edu.co/2287/1/85635.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)
3	repositorio.uileam.edu.ec https://repositorio.uileam.edu.ec/bitstream/123456789/8862/1/UILEAM-AGRO-441.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
4	repositorio.uileam.edu.ec LA DISCALCULIA Y SU INCIDENCIA EN EL RENDIMIEN... https://repositorio.uileam.edu.ec/handle/123456789/2556	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
5	repository.unad.edu.co https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/54830/SSALASA.pdf?sequence=1	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)