



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD INGENIERIA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

Elaboración de un fertilizante natural a base del tallo de banano (*Musa Paradisiaca.L.*)

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniera Agroindustrial

Autora:

Córdova Oviedo Damarys Nagelly

Tutor:

Ing. Paul Stalin Ricaurte Ortiz. PhD.

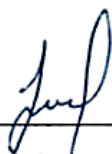
Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Damarys Nagelly Córdova Oviedo, con cédula de ciudadanía 2200616577, autora del trabajo de investigación titulado: Elaboración de un fertilizante natural a base del tallo de banano (*Musa Paradisiaca.L.*), certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autora de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 16 de diciembre de 2025.



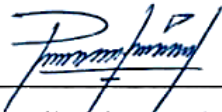
Damarys Nagelly Cordova Oviedo

C.I: 2200616577

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Paul Stalin Ricaurte Ortiz catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: **Elaboración de un fertilizante natural a base del tallo de banano (*Musa Paradisiaca.L.*)**, bajo la autoría de Damarys Nagelly Cordova Oviedo; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 11 días del mes de diciembre de 2025



Ing. Paul Stalin Ricaurte Ortiz. PhD.
C.I: 0601436751

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL


Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Elaboración de un fertilizante natural a base del tallo de banano (*Musa Paradisiaca.L.*) por Damarys Nagelly Cordova Oviedo, con cédula de identidad número 2200616577, bajo la tutoría de PhD. Paul Stalin Ricaurte Ortiz; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 16 de diciembre de 2025.

PhD. Darío Baño Ayala
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



PhD. Diana Yáñez Sevilla
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



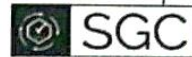
PhD. Víctor Valverde Orozco
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-08.17
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **Damarys Nagelly Córdova Oviedo** con CC: **2200616577**, estudiante de la Carrera **Agroindustria**, Facultad de **Ingeniería**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **Elaboración de un fertilizante natural a base del tallo de banano (*Musa Paradisiaca.L.*)**", cumple con el 1% de similitud y 10% de textos potencialmente generados por la IA, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **Compilatio**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 09 de diciembre de 2025



Paul Stalin
RICAURTE ORTIZ

PhD. Paul Stalin Ricaurte Ortiz
TUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis queridos padres, por su apoyo incondicional, por ayudarme a cumplir mis metas y nunca dejarme recaer en los momentos difíciles, a mis queridos hermanos por siempre celebrar mis logros como si fueran suyos, a mis amigas por siempre regalarme su apoyo moral porque en medio de todos los problemas y estrés las risas no faltaron, y finalmente me dedico este hermoso proyecto a mí, por siempre tener claro la meta y desviarme del objetivo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a nuestro Dios Padre Celestial por regalarme la dicha de tener a todos mis seres queridos a mi lado, agradezco por siempre cuidarme y no dejarme desmayar en este reto académico.

Agradezco a mi mamita querida Bertina Oviedo, por ser esa mujer respetada y luchadora, por ser esa mujer guerrera que nunca se rindió, no me caben las palabras para agradecerle por todo; a mi papito Julio Cordova, por apoyarme en mis estudios y seguir conmigo hasta al final, a mis padres queridos les agradezco con mi toda mi vida.

Agradezco a mi querido tutor de tesis el PhD. Paul Ricaurte por ser la guía en este proyecto, y a mis demás docentes por compartir sus conocimientos a lo largo de mi carrera académica.

Gracias a esas amistades que encontré en esa travesía, gracias por todos los momentos compartidos.

Gracias a esas personas que en poco tiempo se ganaron un espacio muy especial en mi vida A todos muchas gracias por todo.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	13
1.1 Antecedentes.....	13
1.2 Problema.....	14
1.3 Justificación.....	14
1.4 Objetivos.....	15
1.4.1. General.....	15
1.4.2. Específicos.....	15
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 MARCO REFERENCIAL.....	16
2.2 MARCO CONCEPTUAL	21
2.2.1 Agricultura Orgánica	21
2.2.2 Desechos Agrícolas	21
2.2.3 Fertilizante Natural	21
2.2.4 Banano	21
2.2.5 Tallo de banano	22
2.2.6 Fertilización	23
2.2.7 Residuos orgánicos	24
2.3 Fuentes de fertilización orgánica	24
2.3.1 Estiércol de ganado.....	24
2.3.2 Ceniza de madera.....	24
2.3.3 Borra de café.....	24
2.4 Comportamiento del material orgánico durante el secado térmico	24

2.5	Viabilidad del producto	25
2.5.1	Elaboración del fertilizante natural.....	25
2.5.2	Estudio de viabilidad	25
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....		26
3.1	Tipo de Investigación	26
3.2	Diseño de la investigación.....	26
3.2.1	Variables	26
3.2.2	Tratamientos	26
3.2.3	Métodos de deshidratación del tallo de banano.....	26
3.2.3.1	Secado por bandejas	26
3.2.3.2	Secado solar.....	27
3.2.4	Procedimiento	27
3.2.4.1	Descripción del proceso.....	28
3.2.5	Formulación.....	28
3.3	Técnicas de Recolección de Datos	29
3.4	Población de Estudio y Tamaño de Muestra	30
3.5	Métodos de Análisis y Procesamiento de Datos.....	30
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		31
4.1	Resultados.....	31
4.1.1	Propiedades físico – químicas del tallo de banano	31
4.1.2	Resultados de las materias orgánicas.....	33
4.1.3	Resultados de los cálculos de cada tratamiento.....	34
4.1.4	Resultados experimentales NPK obtenidos en el laboratorio.....	36
4.1.5	Análisis estadístico	37
4.1.6	Viabilidad del producto	39
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		44
5.1	Conclusiones.....	44
5.2	Recomendaciones	44
BIBLIOGRAFÍA.....		45
ANEXOS.....		51

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Taxonomía del Banano	22
Tabla 2. Nutrientes que necesita la planta	23
Tabla 3. Tratamientos	29
Tabla 4. Propiedades físico-químicas del tallo de banano.....	31
Tabla 5. Resultados de las materias orgánicas.....	33
Tabla 6. Resultados de cada tratamiento	35
Tabla 7. Resultados experimentales de N P K de cada tratamiento	36
Tabla 8. Comparación entre los resultados formulados y experimentales según NTE INEN 211:98	36
Tabla 9. Resultados del análisis estadístico (ANOVA).....	37
Tabla 10. Resultados del análisis Tukey de los tratamientos	38
Tabla 11. Costo de la materia prima	39
Tabla 12. Mano de obra	40
Tabla 13. Equipos	41
Tabla 14. Gastos operativos.....	42
Tabla 15. Precio de venta.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de la planta del banano	22
Figura 2. Tallo de banano.....	23
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración del fertilizante	27
Figura 4. Resultados de los niveles de nutrientes de los tratamientos.....	37
Figura 5. Resultado de los tratamientos	38

RESUMEN

El cultivo del banano es una de las principales fuentes económicas que tiene el Ecuador ya que se encarga de generar fuentes de trabajo, sin embargo, estas labores agrícolas causan un impacto ambiental al momento de la cosecha, debido a los residuos orgánicos como: el pseudotallo, hojas, tallos, entre otros. En el caso del mercado mayorista de la ciudad de Riobamba se generan entre 8 a 10 toneladas de residuos diarios, los cuales el 90 % son orgánicos incluyendo el tallo del banano. Considerando la gran cantidad de residuos que se generan se ha propuesto dar un valor agregado a este subproducto mediante la elaboración de un fertilizante natural a base del tallo de banano, el mismo que fue recolectado en el mercado que se mencionó anteriormente. La metodología fue de carácter cuantitativo experimental. Cabe recalcar que el fertilizante será de manera sólida junto con sus otros componentes de origen natural. Para deshidratar el tallo de banano se usaron dos métodos de deshidratación: deshidratación de bandejas y deshidratación solar, con el fin de verificar cuál de los dos métodos es el indicado para deshidratar el tallo de banano, es decir para comprobar si los nutrientes esenciales como el Nitrógeno, Potasio y Fosforo se mantienen o varían el proceso de deshidratación. Una vez obtenido los resultados fisicoquímicos como: N, P, K, pH, Humedad, Cenizas, C/N y MO de ambos tallos, se prefirió trabajar con el tallo del método de deshidratación de bandeja, ya que mostró resultados óptimos en relación C/N, un alto nivel de contenido de materia orgánica y concentraciones adecuadas de Nitrógeno, Fosforo y Potasio, posteriormente se planteó un tratamiento control en el que no contiene tallo de banano, pero si las materias orgánicas como: el estiércol de ganado, ceniza de madera y la borra de café, las mismas que fueron utilizadas como mezclas para realizar los tres tratamientos que contienen el tallo de banano en diferentes porcentajes, se formuló de esta manera los tratamientos para verificar como varía el porcentaje de NPK (Nitrógeno, Fosforo y Potasio). Para el análisis estadístico, se calculó por triplicado el NPK de cada tratamiento. Se aplicó un ANOVA para identificar si existen diferencias significativas entre los tratamientos identificando que tratamiento presentó los mejores valores para realizar el fertilizante natural del tallo de banano, se analizó la viabilidad económica del fertilizante considerando costos de producción, mano de obra y gastos operativos; estimando el precio de venta (PV) y el beneficio costo (B/C).

Palabras claves: Fertilizante natural, NPK, Viabilidad, Costos de producción, B/C

ABSTRACT

Banana cultivation is one of Ecuador's main economic activities, as it generates employment. However, these agricultural activities have an environmental impact at harvest time due to organic waste such as pseudostems, leaves, and stems. In the case of the Riobamba wholesale market, between 8 and 10 tons of waste are generated daily, 90% of which is organic, including banana stems. Considering the high volume of waste that is generated, the present study proposes adding value to this by-product through the production of a natural fertilizer made from banana stems, which were collected at the market. The methodology employed was quantitative and experimental. It is important to emphasize that the fertilizer produced is a solid product containing other naturally derived components. Two dehydration methods, tray dehydration and solar dehydration, were applied to the banana stems to determine which of the two methods is the most suitable for dehydrating the banana stems; that is, to test whether essential nutrients such as nitrogen, potassium, and phosphorus are maintained or vary during the dehydration process. After obtaining the physicochemical results, including N, P, K, pH, moisture, ash content, C/N ratio, and organic matter (OM) for both types of stems, the tray-drying method was selected for further work. This decision was based on its optimal C/N ratio, its high organic matter content, and its adequate concentrations of nitrogen, phosphorus, and potassium. Subsequently, a control treatment without banana stems was established; it included organic materials such as cattle manure, wood ash, and coffee grounds. These materials were used as components for the three treatments containing banana stems in different percentages. The treatments were formulated in this manner to evaluate how the percentage of NPK (nitrogen, phosphorus, and potassium) varied. For the statistical analysis, the NPK values of each treatment were measured in triplicate. An ANOVA was applied to determine significant differences among the treatments, identifying the treatment with the most favourable values for producing the natural fertilizer from banana stems. The economic feasibility of the fertilizer was analysed by considering production costs, labour, and operating expenses, as well as estimating the selling price (SP) and benefit–cost ratio (B/C).

Keywords: Natural fertilizer, NPK, Viability, Production costs, B/C



Revised by
Mario N. Salazar
0604069781

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

1.1 Antecedentes

El cultivo de banano es una gran fuente económica para el Ecuador, y otros países como: Brasil, Nueva Guinea, Colombia, entre otros. Durante su producción queda varios residuos orgánicos de la misma planta, que, al no ser tratados adecuadamente, llegan a causar una gran contaminación al medio ambiente. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), Ecuador es uno de los países que cubre la tercera parte de las exportaciones del banano, llegando a exportar aproximadamente de ochenta a ochenta y cinco millones cajas. En la actualidad se tiene 180.000 ha (hectáreas) de banano, lo cual representa el doce por ciento de empleo en el país (Anchunda , 2020).

En el campo de la agricultura los fertilizantes son la base fundamental del cultivo porque son los encargados de surtir nutrientes, mejorando la fertilidad de todos los suelos que han sido sobreexplotados (Solis, 2021).

Según Aguilar (2023), menciona que el uso de fertilizantes naturales se utilizaba desde la antigüedad, los agricultores de ese tiempo aprovechaban los desechos orgánicos obtenidos después de la cosecha y los depositaban directamente al suelo para aprovechar sus nutrientes y obtener un cultivo saludable y fuerte. Posteriormente, surgieron los fertilizantes químicos, cuya rápida acción y resultados a corto plazo permitieron dominar el campo agrícola; sin embargo, su aplicación continua ha demostrado efectos negativos como la degradación de la fertilidad del suelo. En contraste, los fertilizantes naturales liberan nutrientes paulatinamente favoreciendo la preservación de las propiedades del suelo.

Según Ramiro et al.(2025), los desechos agrícolas son un problema ambiental para poder desarrollar una producción sostenible. En Ecuador, en un periodo aproximadamente de nueve meses las producciones bananeras generan más de 40 millones de toneladas métricas de residuos y uno de ellos es el raquis de banano comúnmente conocido como tallo. Por otra parte, el raquis no solo representa un desecho, si no que también presenta un alto contenido de potasio y cantidades moderadas de nitrógeno y fósforo, siendo nutrientes esenciales que se necesita para el crecimiento de un cultivo. Por ello, la siguiente investigación se basa en elaborar un fertilizante natural del tallo de banano , dando así una solución al desecho agrícola producido en los cultivos de banano.

1.2 Problema

Ramírez (2020) señala que el banano (*Musa Paradisiaca L.*) es una de las plantas más cultivadas en el mundo. Sin embargo, a diario tanto como agricultores y comerciantes de los diferentes mercados mayoristas enfrentan un problema creciente: la gran acumulación de residuos agrícolas, especialmente los raquis o tallos de banano. En el caso del mercado mayorista de la ciudad de Riobamba, se generan entre 8 y 10 toneladas diarias de desechos, de los cuales aproximadamente el 90% corresponden a desechos orgánicos y el 10% a desechos inorgánicos, incluyendo el tallo de banano (Camelos, 2024). Estos tallos, en lugar de ser aprovechados, suelen ser desechados, lo que genera una gran contaminación ambiental y se desperdicia un recurso valioso. Al mismo tiempo los agricultores, dependen de fertilizantes químicos para mantener la productividad de los cultivos, obligando a tener una mayor inversión en la compra de los mismos, generando problemas ambientales como: la pérdida de nutrientes y contaminación del suelo y disminución de la biodiversidad. En consecuencia, debido a los elevados precios de fertilizantes químicos, muchos agricultores no pueden acceder fácilmente a ellos, lo cual afecta a los cultivos que no absorben los nutrientes proporcionados por dicho químico. Por ello, surge la necesidad de buscar alternativas accesibles y sostenible, como por ejemplo aprovechar del tallo de banano para elaborar un fertilizante natural, transformando así un residuo contaminante en un insumo agrícola útil y económico. De esta manera, no solo se reducirá el impacto ambiental, también mejorará la sostenibilidad y rentabilidad de las actividades agrícolas.

1.3 Justificación

Zambrano et al. (2019), mencionan que los fertilizantes naturales son considerados como una de las alternativas más viables desde el punto de vista ecológico y económico, al permitir el crecimiento de las plantas sin el uso de químicos. Entre estos se destaca, el uso del tallo de banano, el cual es rico en potasio siendo uno de los principales nutrientes que necesita la planta para un crecimiento vegetal óptimo. La agricultura es la encargada de proveer alimentos a la población, por lo cual es necesario la conservación y nutrición del suelo, porque al usar fertilizantes químicos estos erosionan el suelo provocando la infertilidad (Quimis, 2025).

La presente investigación justifica la necesidad de transformar este residuo en un insumo agrícola, accesible y sostenible. El tallo de banano está disponible en grandes cantidades tanto en mercados mayoristas como en zonas productoras, lo cual reduce el costo de adquisición y promueve el aprovechamiento de materiales locales. Además, elaborar un fertilizante natural a partir de este recurso contribuye a disminuir la dependencia de fertilizante químico, cuyo uso continuo deterioran el suelo y aumentan los costos de producción para los agricultores.

Este tipo de fertilizante presenta una gran oportunidad especialmente para pequeños y medianos agricultores, quienes suelen enfrentar limitaciones económicas para adquirir insumos agrícolas convencionales. Así mismo favorece prácticas agrícolas más limpias y

responsables, promoviendo la conservación del suelo y la reducción del impacto ambiental asociado a la generación de esos residuos.

1.4 Objetivos

1.4.1. General

Elaborar un fertilizante natural a base del tallo de banano (*Musa Paradisiaca.L.*)

1.4.2. Específicos

- Determinar las propiedades fisicoquímicas del tallo del banano para la elaboración de un fertilizante.
- Desarrollar una formulación para un fertilizante natural a base del tallo de banano.
- Determinar la viabilidad del producto a través de indicadores financieros (Costos de Producción y Beneficio/costo).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 MARCO REFERENCIAL

En la investigación realizada por Gil et al. (2019) se enfocan en la producción y comercialización del fertilizante natural y biodegradable elaborado a partir de la cascara de naranja y del tallo de banano, este fertilizante no solo actúa como un bio-estimulante para plantas ornamentales, promoviendo su crecimiento y salud, sino que también presenta propiedades únicas como retenedor de agua. Al aplicarlo una sola vez, el producto puede mantener de mantener la humedad del suelo durante unos de 20 a 21 días, lo que resulta especialmente útil en zonas donde el agua es limitada para jardineros y agricultores que necesitan aprovecharla mejor. Además, la mezcla de cáscaras de naranja y tallo de banano proporciona unas fuentes importantes de nutrientes como: potasio, nitrógeno y fósforo, así como diversos micronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Por otra parte, este fertilizante biodegradable no solo mejora la salud del suelo, sino que también favorece a la sostenibilidad ambiental al reciclar residuos agrícolas que normalmente terminan desechados. A esto suma que la investigación destaca el potencial comercial del producto, ya que representa una alternativa viable tanto para pequeños agricultores como para grandes operaciones agrícolas. Finalmente, su facilidad aplicación y la efectividad demostrada convierten a este fertilizante una opción atractiva en el mercado de insumos agrícolas. Al ofrecer una alternativa ecológica y eficiente, este fertilizante biodegradable puede desempeñar un papel crucial en la promoción de prácticas agrícolas más sostenibles y responsables con el medio ambiente.

Según Sebayang et al. (2022) en su estudio realizado sobre las características químicas del fertilizante Bio-Vermigot con la combinación de larvas de Mosca Soldado Negra y lombrices mediante el uso de estiércol de vaca y tallo de banano, utilizaron dos factores de tratamientos, el primera factor fue el agente descomponedor (A), A0: control; A1: lombriz de tierra (100%); A2: larvas de BSF (100%); A3: lombrices de tierra (50%) : larvas de BSF (50%); A4: lombrices de tierra (25%) : larvas de BSF (75%); y A5: lombrices de tierra (75%) : larvas BSF (25%). Como segundo factor utilizaron los residuos orgánicos (B), B1: estiércol de vaca y B2: tallos de plátano. Los resultados que obtuvieron fueron que, al momento de combinar los dos descomponedores, producen un alto contenido de agua en comparación con el uso de un solo descomponedor. Además, encontraron que el contenido de agua más bajo se dio en el tratamiento sin agente descomponedor utilizando estiércol de vaca (A0B1), debido a que el estiércol de vaca inicialmente tenía un contenido de agua menor (75,35%) en comparación con los tallos de plátano (89,37%). Por otro lado, combinaron ambos descomponedores en un medio con el mismo porcentaje (50%:50%), y obtuvieron un efecto más húmedo en el medio.

Según los resultados obtenidos por Dwi Mentari et al. (2022) las propiedades físicas y químicas del fertilizante orgánico de hoja y tallo de banano con microorganismos eficaces activadores, describe que los fertilizantes orgánicos se obtienen a partir de la descomposición de materia orgánica, como residuos vegetales y desechos animales. Estos pueden provenir tanto de desechos domésticos como de residuos industriales. Para la elaboración del

fertilizante utilizaron las hojas y tallos de banano, durante 25 días, como método para acelerar la fermentación. Al transcurrir los días propuestos, pudieron ir observando sus propiedades físicas como el color mismo que empezó blanco verdoso, marrón claro y por último marrón oscuro, por parte su olor aumentaba al transcurrir los días iniciando con no tener olor, hasta que llegó a mitad del ciclo, su olor iba aumentando, pero al acabar su proceso de fermentación ese olor iba desapareciendo, así mismo su forma y temperatura variaban al pasar los días. Dentro de las propiedades químicas indicaron el contenido de nutrientes los mismo que fueron: Nitrógeno (N) de 0,398%, Fósforo (P) de 0,211%, Potasio (K) de 0,105%, C-Orgánico de 12,492% C/N de 31,87.

En el estudio llevado a cabo por Aponte (2022) titulado determinación de nutrientes que aporta al suelo de biomasa de plantas cosechadas de banano inoculadas con microorganismos eficientes, describe que la actividad bananera, a lo largo de su ciclo productivo, genera una considerable cantidad de residuos agrícolas o biomasa. Estos residuos incluyen hojas, pseudotallos, raquis y dedos, que lamentablemente, no se aprovechan de manera técnica. Por ello, importante considerar estrategias para reciclar y aprovechar esta biomasa de manera más eficiente, contribuyendo así a la sostenibilidad de la producción bananera. Este estudio consistió en evaluar la contribución de nutrientes proporcionada por la biomasa de las plantas cosechadas e inoculadas con microorganismos eficientes. Analizaron diversas variables, como el pH, la materia orgánica (MO), el nitrógeno (N), el fósforo (P), el potasio (K), el cobre (Cu), el hierro (Fe), el magnesio (Mg), el calcio (Ca), el manganeso (Mn) y las relaciones entre Ca/Mg, Ca/K, K/Mg y Ca/K/Mg. Para los resultados utilizaron tres tratamientos, el primero en donde: los restos de plantas se cortaron en trozos y se distribuyeron al azar. Luego, se aplicaron microorganismos eficientes en forma de drench cada 15 días para acelerar la descomposición del material vegetal, el segundo tratamiento distribuyeron al azar los residuos vegetales y se aplicaron microorganismos eficientes en forma de drench cada 15 días para acelerar la descomposición de la biomasa y el último tratamiento denominaron testigo de hacienda el mismo en el que residuos vegetales de las plantas cosechadas de banano se mantienen intactos y sin distribuir dentro de la plantación. Obtuvieron resultados finales que en el tratamiento T1 (BT+ME), el pH, el contenido de materia orgánica y el valor de los nutrientes en el suelo mejoraron. Además, los contenidos de fósforo (P), cobre (Cu), calcio (Ca) y la relación Ca/Mg presentaron valores altamente significativos al comparar los análisis de suelo al inicio y al final de la investigación. El T1 presentaron como una alternativa para reducir los costos de fertilización y mitigar el impacto negativo de los fertilizantes químicos en el suelo, favoreciendo la sostenibilidad de la producción.

Según Islam et al. (2021) en su estudio realizado sobre los cambios en las propiedades químicas del tallo del banano, utilizaron desechos del medio de hongos y el estiércol de pollo para el proceso. Se evaluaron seis proporciones diferentes de residuos de banano, maleza marina y cascarilla de maíz. Las proporciones incluyeron 1:1:1, 1:2:1, 1:3:1, 2:1:1, 2:2:1 y 2:3:1 (denominadas T1-T6). Las materias primas mezclaron según su peso. Las pilas con proporciones de BPS: MMW:CM de 1:2:1, 1:3:1 y 2:3:1 mostraron una fase termófila más prolongada, lo que indica una descomposición más completa y una madurez

temprana en comparación con las pilas con mayor cantidad de BPS. La proporción 1:2:1 (T2) resultó en la mayor cantidad de nitrógeno total (1,53%), la menor relación C: N (12,4), una pérdida de materia orgánica del 54,5% y una mayor capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 41,3 cmol/kg. Además, el T2 tuvo el índice de germinación más alto (129%), indicando que era seguro para la germinación de semillas. Este tratamiento, con un pH alcalino alto (≥ 10), pudiendo mejorar eficazmente suelos ácidos como los Ultisoles y Oxisoles.

Según los datos de Carrie (2020) in the stem placed in the children of banana as a nutritional supply to accelerate it is development, el propósito de este estudio fue analizar cómo los tallos colocados en los hijos de banano afectan su crecimiento. En otras palabras, evaluaron el uso del raquis como aporte nutricional para acelerar el desarrollo de los hijos del banano. Durante el experimento, colocaron raquis viejos en los hijos del banano en diferentes tratamientos, observaron un alargamiento de los brotes debido a la búsqueda de luz. Dio como resultado un aumento real en la altura durante las primeras semanas. Además, notaron un desarrollo en el diámetro y la formación de yemas en el corno, lo que podría contribuir a obtener un mejor rendimiento en las generaciones futuras.

En la investigación realizada por Abro et al. (2023) sobre the use of banana stems as an organic liquid biofertilizer in onion production (*allium cepa l*), para obtener los resultados empezaron con un estudio realizado en un invernadero, evaluaron la aplicación del tallo de banano como fertilizante líquido para mejorar la productividad de la cebolla mediante prácticas agrícolas sostenibles. Probaron diferentes tratamientos, y los resultados mostraron que la aplicación del tallo tuvo un efecto positivo en varios parámetros de las plántulas de cebolla. Por ejemplo, la altura de las plantas aumentó, el número de hojas fue mayor y la longitud de los brotes también mejoró. Además, el diámetro y el peso de los bulbos de cebolla también se vieron beneficiados. La mejor combinación fue aplicar el 80% de la dosis recomendada de fertilizante mineral junto con un 20% del tallo de banano mediante aspersión foliar. Esta práctica no solo menoró el uso de fertilizantes químicos en un 20%, sino que también aumento el rendimiento en aproximadamente un 25%. En resumen, es una opción ecoamigable y sustentable para los agricultores.

En el estudio realizado por Pratamaningtyas et al. (2021) sobre on Phosphate Solubilizing Bacteria from Banana Stem IMO as Biofertilizer on System of Rice Intensification, realizaron un estudio en un invernadero, evaluaron la aplicación de nutrientes y microorganismos al raquis de plantas de banano cosechadas. Sus objetivos de estudio fueron: identificar si el tallo de banano contiene bacterias solubilizadoras de fosfato y, además, verificar el efecto de aplicar un inoculante bacteriano en el crecimiento y la producción de arroz dentro del Sistema de Intensificación del Arroz. Para ello, el experimento se desarrolló en un invernadero y se aplicó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos. En primer lugar, el tratamiento A consistió en estiércol más una dosis de fertilizante sintético. Por su parte, el tratamiento B incluyó estiércol, fertilizante sintético y tallo de banano. En el caso del tratamiento C, se empleó estiércol, fertilizante sintético y la adición de inoculantes bacterianos. Finalmente, el

tratamiento D utilizó únicamente una dosis de fertilizante sintético. resultados mostraron que el tallo de banano contiene únicamente un 0,025% de P_2O_5 . Asimismo, se identificó que los aislados solubilizadores de fosfato presentes en el tallo pertenecen a la especie *Serratia marcescens*. Además, durante las pruebas en el invernadero, la aplicación del inoculante de *S. marcescens* produjo efectos significativos en el número de macollos, en el peso de las semillas y en la reducción de granos vacíos, lo que permitió acelerar el tiempo de cosecha.

La investigación realizada por Vellaisamy & Hepsibha (2023) acerca del biofertilizante proveniente de los residuos del banano, tuvo como finalidad analizar la posibilidad de utilizar residuos del banano como biofertilizante. Se fermentaron los residuos del banano mediante de estiércol y orina de vaca. Los componentes físico-químicos, bacterianos totales, recuento de solubilizantes de fosfato, recuento de coliformes fecales el índice de germinación del banano fermentado preparado, estudiaron el biofertilizante residual. Este estudio investigó el potencial de los residuos fermentados de plátano como biofertilizante. Estos residuos, derivados del fruto del plátano, se sometieron a fermentación utilizando estiércol y orina de vaca. El biofertilizante resultante, denominado FBW-B, mostró propiedades beneficiosas. Los hallazgos más relevantes fueron: el pH: 6, 72, N: $0,26 \pm 0,001$ %, P: $0,35 \pm 0,02$ % y K: $0,04 \pm 0,00$ %.

En el estudio realizado por Fernando & Karunarathna (2020) efecto de la aplicación foliar del tallo de banano en el rendimiento del caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp.), investigaron el efecto de emplear abono elaborado a partir del tallo de banano para el crecimiento del caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp.) para suelos arenosos. Para ello, utilizaron cinco tratamientos diferentes: un tratamiento con fertilizante inorgánico (T1) y cuatro tratamientos aplicados con aspersión foliar de diferentes concentraciones de la solución obtenida del tallo de banano (T2-T5). Según los resultados, se observaron diferencias significativas tanto en el número de vainas por planta como en el rendimiento del caupí. El tratamiento T2, que incluía aspersión foliar y fertilización basal, fue el más adecuado para la producción de caupí en suelos arenosos.

De acuerdo en la investigación obtenida por Sujeetha et al. (2020) sobre la bioconversión of banana waste (Pseudostem and leaves) and mango leaf litter into vermicompost by *Eudrilus eugeniae* and *Eisenia foetida*, mencionan que la lombritecnología es un método eficaz para transformar residuos en abono valioso. Consiste en la bioconversión de desechos de banano y hojarasca de mango mediante el vermicompostaje, utilizando dos especies de lombrices de tierra¹. En el estudio utilizaron diferentes tratamientos como: T1: tallo de banano + estiércol de vaca + *E. eugeniae*, T2 - Hojarasca de mango + estiércol de vaca + *E. eugeniae*; T3 – plátano residuos + estiércol de vaca + *E. foetida*; T4 - Hojarasca de mango + estiércol de vaca + *E. foetida*; T5 - desechos de plátano + estiércol de vaca sin lombrices y T6 - hojarasca de mango + estiércol de vaca sin gusanos. Según los resultados que obtuvieron de los tallos del banano, concluyeron que son más adecuados como sustrato para el compostaje en comparación con la hojarasca de mango, considerando factores como el tiempo necesario para el proceso, la cantidad de compost producido y el porcentaje de conversión. Por otro lado, cuando evaluaron la producción de

descendencia de las lombrices de tierra, la hojarasca de mango resulta ser un mejor sustrato. En contraste, las especies de lombrices *E. eugeniae* y *E. foetida* demostraron ser eficientes para el reciclaje de residuos de plátano y mango, así como para la producción de vermicompost.

En el estudio efectuado por Muthuveeran et al. (2022) basada en Proximate Composition of different Varieties of Banana Stem Powder for Nutritional and Biochemical properties, menciona que el raquis del banano tiene un gran potencial como fuente de nutrientes en productos alimenticios. Para abordar el problema de su eliminación. El objetivo de este estudio fue analizar las propiedades nutricionales y bioquímicas del polvo del raquis de siete variedades de banano: Poovan, Nendran, Monthan, Karpooravalli, Ney Poovan, Grand Naine y Red Banana. El polvo de tallo de banano mostró un contenido de humedad del 7,2%, un pH de 7,1, sólidos solubles totales de 1,5 grados Brix, cenizas del 4,1%, acidez titulable del 0,05%, proteínas del 3,3% y carbohidratos totales del 29,3%. Además, contenía 6,6 mg de vitamina C por cada 100 g. El análisis bioquímico reveló que los contenidos aproximados de sólidos solubles totales, acidez titulable, carbohidratos totales y vitamina C fueron más altos en la variedad Karpooravalli, mientras que el contenido de cenizas y proteínas fue más alto en las variedades Ney Poovan y Monthan, respectivamente.

En el estudio realizado por Álvarez et al. (2024) menciona que el raquis del banano o también conocido como tallo o desecho, es un gran residuo después de la cosecha, así mismo la ocupación de este residuo es una manera de aprovechar al máximo cada parte de la cosecha del *Musa × paradisiaca* L. Para el control de plagas y enfermedades optaron como un suplemento de fertilización foliar y edáfica. El lixiviado permite el sostenimiento y protección del tallo durante su proceso de descomposición. Como resultado obtuvieron que al obtener el lixiviado del raquis del banano con una concentración del 20%, tuvieron un buen progreso foliar ya que han logrado disminuir enfermedades de la misma planta del banano utilizando sus mismos desechos.

Según en la investigación realizada por Sociedad et al. (2020) informa que las plantaciones bananeras, generan una gran cantidad de residuos a lo largo del ciclo productivo. Estos residuos incluyen el raquis (tallo), que puede convertirse en biochar, y su aprovechamiento contribuye a una mejor utilización de los nutrientes por parte de las plantas. Además, pueden construir trampas a partir de estos residuos para controlar plagas como los picudos.

Loja (2022), menciona que en su estudio relacionado sobre el impacto del lixiviado del tallo de banano. Emplearon un diseño en bloques aleatorizados con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: T1 (Testigo fertirriego), T2 Lixiviado de raquis de banano, T3 Lixiviado de raquis de banano + All Organic, T4 All Organic, y T5 Aceite Ozonizado. Las variables analizadas incluyeron el número total de hojas y la circunferencia del fuste. Realizaron un análisis estadístico utilizando el análisis de varianza (ANDEVA) seguido por el test de Duncan, ambos al 5%. Los resultados mostraron que el tratamiento T2, que utilizó lixiviado de raquis de banano, pudo lograr resultados equivalentes a los

fertilizantes comerciales, además de reducir los costos de producción sin comprometer la productividad y produciendo un producto libre de químicos.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Agricultura Orgánica

La agricultura orgánica, es un método agrario que se basa en cuidar el medio ambiente, por medio de cultivos de alimentos de alta calidad, que no lleguen afectar la calidad de vida del ser humano, además preserva la capacidad productiva del suelo, nutriendo de manera orgánica con métodos sostenibles, dejando a un lado los fertilizantes químicos que poco a poco causan el deterioro de nutrientes del suelo (Anchunda , 2020).

2.2.2 Desechos Agrícolas

Los desechos del campo agrícola perjudican al medio ambiente y al ecosistema, debido al alto volumen de materias orgánicas que no tienen un correcto manejo. El origen de estos desechos es la industria agrícola, pues en ella se originan los tallos, hojas y diferentes partes de las plantas que no tienen un buen manejo, gran parte de estos desechos provienen los cultivos de banano, arroz, café, entre otros (Perez, 2020).

2.2.3 Fertilizante Natural

El fertilizante natural también conocido como abono orgánico, aporta nutrientes esenciales para el suelo, contribuyendo al mantenimiento de su fertilidad. Al aplicar este producto mejora la retención de la humedad y la actividad microbiana, lo que favorece un desarrollo óptimo de los cultivos. En el momento que hace contacto con el suelo, estimula su crecimiento radicular, ayudando a la absorción de nutrientes esenciales que necesita la planta como: el nitrógeno, fósforo y potasio (Orellana , 2020).

El fertilizante natural contiene un alto nivel de materia orgánica y cantidades relevantes de calcio y magnesio, interviniendo en la formación de los tejidos vegetales. Por otro lado, sus propiedades físicas mejoran la filtración del sustrato, mientras que las propiedades químicas ayudan a una mejor liberación de nutrientes (Aguero & Terry, 2015).

2.2.4 Banano

El banano es una de las frutas más cultivadas a nivel mundial, garantiza la estabilidad alimentaria y económica de los países que lo cultivan y lo exportan. Esta fruta fue descubierta hace aproximadamente 7.000 y 10.00 años en Papua Nueva Guinea, por lo cual se considera que es cultivada desde hace muchos años atrás y con el pasar del tiempo se ha ido expandiendo alrededor del mundo (Tinoco, 2023).

La industria agroalimentaria del banano produce volúmenes significativos de residuos vegetales como el raquis, hojas y el pseudotallo, ya que al momento de cosechar el fruto solo se aprovecha del 20 % al 30% de la planta, restando entre un 70% a 80% por aprovechar. Estos desechos han provocado una de las problemáticas ambientales más

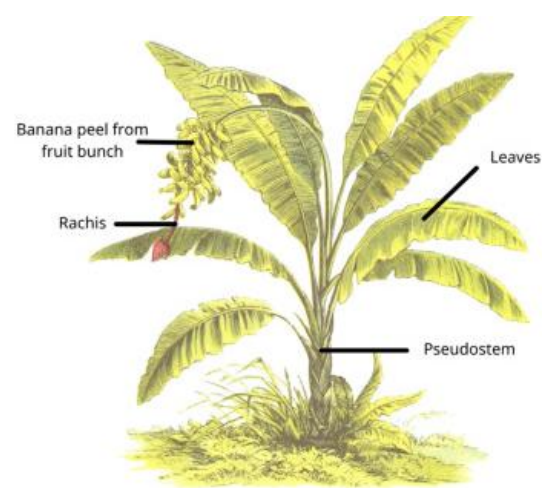
relevantes, debido que en ciertas ocasiones son quemados o desechados en receptores sin procedimiento previo, aportando al deterioro del entorno natural (Luna et al., 2024).

Tabla 1.
Taxonomía del Banano

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musacea
Genero	Musa
Especie	Paradisiaca
Nombre	Musa paradisiaca L

Nota: Adaptado de extractos botánicos para el control de pudrición de corona de banano, Pineda,2021, <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16561/1/TTUACA-2021-IA-DE00027.pdf>

Figura 1.
Partes de la planta del banano



Nota: Tomado de prospective nanocellulose source and its application in food industry, Zaini, 2023, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584402305942X>

2.2.5 Tallo de banano

El tallo de banano también conocido como raquis, es el péndulo floral, de forma helicoidal y es el encargado de sostener los racimos del banano, durante el proceso de producción se transforma en un residuo con valor nutricional, que puede ser utilizado como abono o fertilizante para el suelo (Anchunda , 2020).

Figura 2.
Tallo de banano



Nota: Adaptado de Fibras del raquis de banano mediante extracción tradicional y extracción acelerada, Sánchez, 2020, https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15661/1/T-3574_PEREZ%20NIEBLA%20ANDRES%20TEODORO.pdf

2.2.6 Fertilización

Según Torres (2020), menciona que la fertilización es un procedimiento de alta complejidad que no solo se basa exclusivamente en la presencia de los distintos nutrientes que necesita el suelo, además de las dinámicas entre el entorno y la vegetación.

Los nutrientes esenciales para la planta se clasifican en dos categorías:

Tabla 2.
Nutrientes que necesita la planta

	Nutriente	Definición
Macroelementos	Nitrógeno (N)	Elemento esencial en la conformación de proteínas
	Potasio (K)	Estimulante de enzimas que mejoran la resistencia a la sequía y enfermedades
	Fosforo(P)	Elemento importante para la transferencia de energía a través del proceso de fotosíntesis
	Calcio (Ca)	Fundamental para el buen desarrollo de las raíces
	Magnesio (Mg)	Elemento clave de la clorofila, encargado de facilitar la absorción de la luz solar y transformación en energía para la planta
Microelementos	Cobre (Cu) y Zinc (Zn)	Compuestos importantes para el desarrollo de la planta, comparándolas con las vitaminas esenciales en la alimentación del ser humano

Nota: Adaptado de Nutrientes del fertilizante, Aguilar, 2023, <https://n9.cl/b9607>

El nitrógeno, potasio y fósforo, son los nutrientes esenciales para el crecimiento óptimo de las plantas, porque son los que requieren cantidades elevadas, por ello, su aplicación en el suelo mediante abonos o fertilizantes son importantes para el desarrollo de la planta (Sanches & Bardales, 2019).

2.2.7 Residuos orgánicos

Los desechos orgánicos son materiales orgánicos en estado de descomposición de animales, plantas, verduras, frutas, desechos de cultivo, de cocina, estiércol de animales, entre otros. Estos residuos se reincorporan para la elaboración de abonos orgánicos y contribuir con el medio ambiente. Los desechos son todos los materiales que provienen de la naturaleza y cuyo propósito para el ser humano ha dejado de ser relevante, por las propiedades de origen natural, es común que se ocupe para una función reutilizable. Por lo general, los desechos orgánicos sean destinados a aplicaciones agrícolas, nutrición y el incremento de la masa corporal en animales (Gil & Cantillo, 2022).

2.3 Fuentes de fertilización orgánica

2.3.1 Estiércol de ganado

El estiércol de ganado, es un residuo orgánico que procede del excremento de los vacunos, esta materia fecal suele venir acompañado de la excreta líquida, pedazos de madera, rastrojos, alimentación del animal, entre otros (Aliaga & Larico, 2024).

2.3.2 Ceniza de madera

La ceniza de madera es el resultado de la combustión de las partes del árbol, aporta nutrientes como el P, K, Ca, Mg, su uso dentro de la agricultura es muy importante ya que ayuda a restituir los nutrientes que se pierden dentro de los cultivos, disminuyendo el uso de fertilizantes químicos (Heredia, 2020).

2.3.3 Borra de café

La borra de café es un residuo orgánico que se genera tras la infusión del café molido que proviene de los granos tostados, este residuo tiene propiedades nutritivas como N, P, K, Ca, que puede ser utilizado como enmienda para mejorar la calidad del suelo y ser aprovechado para realizar abonos o fertilizantes orgánicos (Vásquez et al., 2023).

2.4 Comportamiento del material orgánico durante el secado térmico

El tratamiento térmico es un factor importante para la estabilidad de los residuos orgánicos, porque a altas temperaturas se reduce la supervivencia de microorganismos benéficos que están presentes de forma natural en materiales como restos vegetales y estiércoles, por ejemplo en estudios recientes muestran que la actividad y viabilidad de los hongos micorrízicos presentes en el suelo, disminuyen cuando los residuos utilizados para nutrir el suelo de un cultivo alcanzan temperaturas elevadas (Mathur et al., 2021).

2.5 Viabilidad del producto

2.5.1 Elaboración del fertilizante natural

El proceso de la elaboración del fertilizante natural a base del tallo de banano se detalla en la sección 3.2.3, mediante un diagrama de flujo que describe las etapas para la elaboración.

2.5.2 Estudio de viabilidad

El estudio de viabilidad del producto dentro de un proyecto, es muy fundamental porque por medio de este estudio se evalúa la rentabilidad que tendrá el producto fuera del mercado, en el cual se implementan indicadores financieros como costos de producción y beneficio /costo los cuales permiten decidir si el proyecto es altamente rentable (Aguilar, 2023).

CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

3.1 Tipo de Investigación

Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo, ya que busca la recolección y análisis de datos numéricos relacionados a las características fisicoquímicas que presenta el tallo de banano, este enfoque permite describir las propiedades que tiene este residuo vegetal, para poder cuantificar las materias que se requiere para la elaboración de una formulación, posteriormente realizar una viabilidad financiera mediante los costos de producción y B/C.

Se empleó una investigación de tipo experimental, porque se manipulan variables dentro del proceso de elaboración para el fertilizante como la materia prima y orgánicas, con el propósito de identificar cual es la más adecuada según la formulación balanceada y posteriormente desde el punto de vista económico.

3.2 Diseño de la investigación

Para el diseño de esta investigación, se recolectaron (16) dieciséis tallos de banano obtenidos del mercado mayorista de la ciudad de Riobamba, en la provincia de Chimborazo. El material seleccionado correspondió a tallos frescos, y en buen estado.

El diseño experimental para la elaboración del fertilizante natural a base de tallo del banano se complementó de la siguiente manera:

3.2.1 Variables

- **Dependiente:** %N, %P, %K, % humedad, % cenizas, pH, MO, C/N, B/C
- **Independiente:** % del tallo de banano en cada tratamiento (TB 0%, T1: 10%, T2: 30, T3: 60%)

3.2.2 Tratamientos

Para la deshidratación del tallo de banano se emplearon dos tipos de secado: secado por bandeja y secado solar; se lo realizó con el objetivo de determinar si existen variaciones en las propiedades fisicoquímicas del residuo vegetal, evaluando parámetros de pH, cenizas, humedad, relación carbono / nitrógeno (C/N), materia orgánica (MO), fósforo (P), nitrógeno (N) y potasio (K). Esto se debe a que, en el secado por bandeja la temperatura y tiempo fueron controlados, mientras que en el secado solar no se contó con dichas condiciones.

3.2.3 Métodos de deshidratación del tallo de banano

3.2.3.1 Secado por bandejas

Para eliminar la humedad del tallo de banano por el método de bandeja se lo realizó a una temperatura de 70 °C, para evitar la poliferaion de microorganismos no deseados y obtener un material estable para la elaboracion del fertilizante. Por otro lado, el tamaño de

corte empleado para el tallo fue de 1 a 2 cm de ancho (Vaquiro et al., 2016). Y el tiempo empleado para la deshidratación fue de 8 horas (Ojeda ,2019).

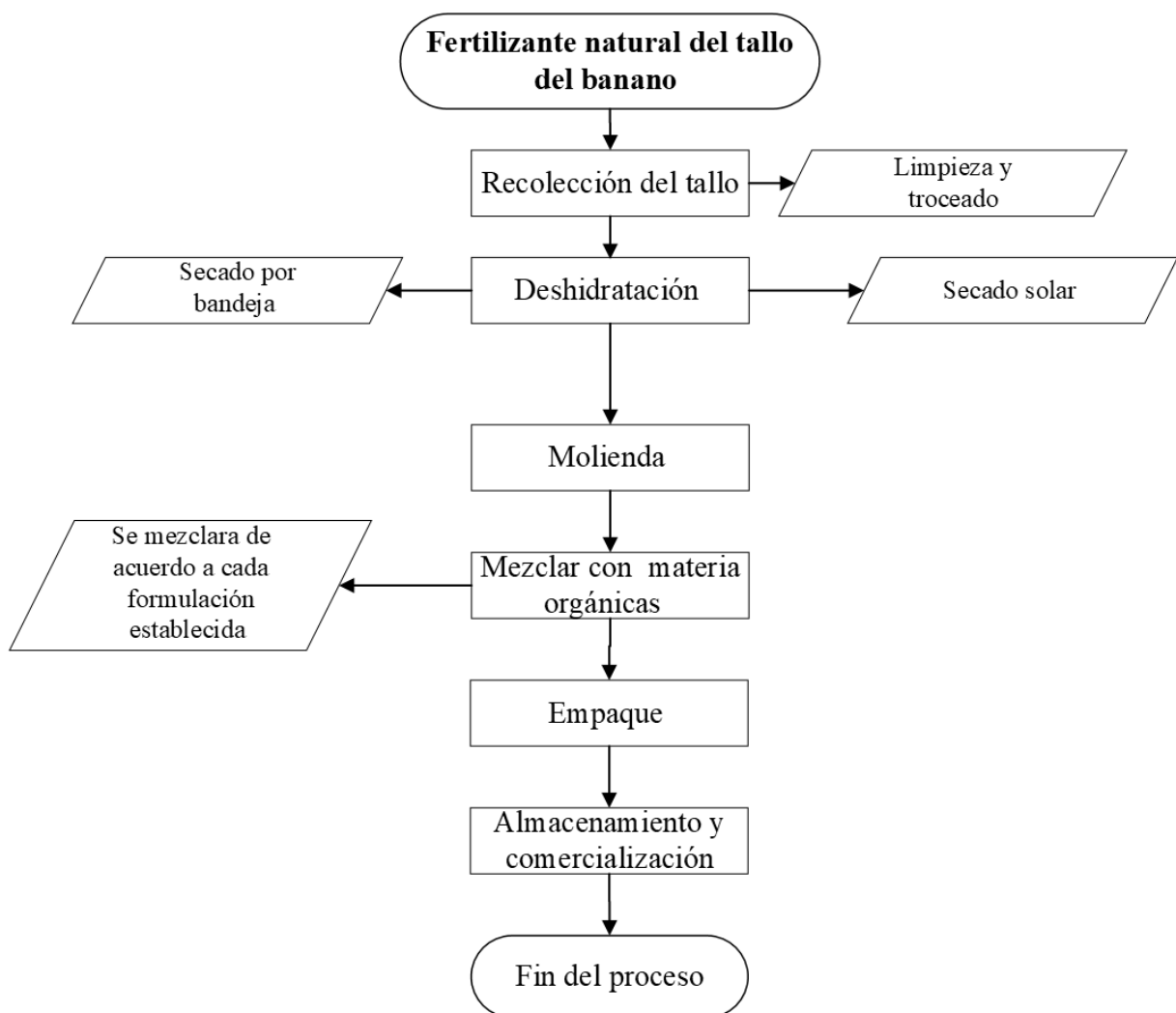
3.2.3.2 Secado solar

Para el secado solar del raquis de banano se cortó en trozos pequeños de 1 a 2 cm para facilitar el proceso de evaporación. También se dejó una correcta circulación constante de aire para asegurar una deshidratación. El tiempo para la deshidratación del raquis de banano por medio del secado solar fue de tres días (Agbede et al., 2023).

3.2.4 Procedimiento

Figura 3.

Diagrama de flujo para la elaboración del fertilizante



3.2.4.1 Descripción del proceso

- **Recolección de la materia prima:** Se recolectaron los tallos de banano, y se eliminó cualquier impureza y luego se procedió a trocearlos.
- **Deshidratación:** Los tallos troceados, se sometieron a un proceso de secado por cada método que se estableció.
- **Molienda:** Una vez deshidratado el tallo, se trituro hasta obtener una mezcla homogénea
- **Mezclar con materia orgánica:** Previamente a esto, cada componente orgánico de las diferentes formulaciones fue secadas y trituradas, posteriormente se mezcló con el tallo del banano los diferentes pesos correspondientes para cada formulación.
- **Empaque:** Una vez realizadas cada mezcla se empacó el fertilizante.
- **Almacenamiento:** Se almacenó a temperatura ambiente en un espacio libre de humedad.

3.2.5 Formulación

Además del tallo de banano como materia orgánica principal, se incorporaron estiércol de ganado, ceniza y borra de café para complementar el fertilizante. Todos los materiales fueron previamente deshidratados y triturados hasta obtener una mezcla finamente homogénea. No se aplicó un tamaño de partícula específico, porque el objetivo del triturado fue únicamente lograr una uniformidad de todas las materias orgánicas.

El estiércol de ganado utilizado fue adquirido en un establecimiento que comercializa insumos agropecuarios, garantizando que el material estuviera previamente seco y apto para su uso, sin presentar riesgos sanitarios asociados a patógenos. Alcalá et al. (2020), mencionan que el estiércol seco presenta propiedades analíticas adecuadas para utilizarlo como insumo en la elaboración de fertilizantes. Así mismo, la ceniza y la borra de café fueron adquiridas en locales que comercian insumos agropecuarios, asegurando que su procedencia fuera segura y controlada.

Por otro lado, las cantidades del tallo de banano empleadas en los tratamientos fueron obtenidas a recomendaciones técnicas proporcionadas por un especialista en el tema de fertilizantes. El método consistió en analizar el comportamiento del fertilizante en diferentes cantidades del tallo de banano: 10%, 30% y 60%, manteniendo un peso constante de 1 kg por cada tratamiento. Esta metodología permitió observar cómo varían las propiedades fisicoquímicas del fertilizante según la cantidad de la materia orgánica principal (tallo de banano), para posteriormente seleccionar el tratamiento más óptimo para elaborar el fertilizante.

A continuación, se muestran los tratamientos establecidos:

Tabla 3.
Tratamientos

Materia Orgánica	TB		T1		T2		T3	
	g	%	g	%	G	%	G	%
Tallo de banano			100	10	300	30	600	60
Ceniza de madera	280	28	200	20	200	20	100	10
Estiércol de ganado	430	43	400	40	300	30	200	20
Borra de café	290	29	300	30	200	20	100	10

3.3 Técnicas de Recolección de Datos

Las técnicas de recolección para este proyecto de titulación fueron por medio de artículos científicos relaciones, revisas, libros, tesis, etc.

Cada parámetro fisicoquímico del tallo de banano se realizó por triplicado. Se utilizaron laboratorios certificados para determinar los nutrientes del tallo de banano y también se usaron los laboratorios de la Carrera de Agroindustria en donde se determinó el porcentaje de humedad empleando el método AOAC 934.01, en donde se tomó ± 5 gr de la muestra seca, y luego se colocó en la estufa a una temperatura 105°C por 4 horas, para luego ser colocada en el desecador y posteriormente pesada. Con la misma muestra se colocó en la mufla para determinar el porcentaje de ceniza utilizando el método AOAC 924.05 a una temperatura de 550°C por 4 horas.

Los análisis de carbono/nitrógeno (método de Walkley), nitrógeno (método Kjeldahl), fosforo (método digestión ácida y colorimétrico molibdato - vanadato), potasio (método de absorción atómica), fueron realizados en el laboratorio de la Universidad Central del Ecuador. Para los análisis de N (nitrógeno), P (Fósforo) y K (Potasio) de cada materia orgánica empleada se aplicó los mismos métodos mencionados anteriormente, de igual manera se utilizó el mismo laboratorio.

El análisis de la materia orgánica (MO) se determinó usando el método gravimétrico por diferencia, el cual consiste en calcular la fracción orgánica como la diferencia entre 100% y el porcentaje de cenizas (Mejía, 2024).

Para determinar el pH, se utilizó una relación muestra: agua de 1:10. Se peso 1,5 gr de muestra y se adicionó 15 ml de agua destilada. La mezcla se homogenizó y luego se centrifugo para separar la fase líquida. El pH de midió con un potenciómetro (Chuquín et al., 2023).

Se determinó la viabilidad del del fertilizante a través de indicadores financieros como Costos de Producción y Beneficio/costo, para verificar cuánto cuesta producir el producto y cuál sería la ganancia que se obtiene de ello (Chuya, 2020).

3.4 Población de Estudio y Tamaño de Muestra

Se recolectaron (16) dieciséis tallos de banano en el mercado mayorista de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo. El número se determinó mediante un muestro por conveniencia considerando que los tallos pertenecían a un mismo lote de comercialización y presentaban características similares en tamaño y estado, lo que permitió reducir la variabilidad del material de partida.

Para asegurar la homogeneidad y representatividad, cada tallo fue lavado y luego se picaron en trozos de tamaño uniforme. De los 16 tallos recolectados, se emplearon 8 tallos para cada método de deshidratación (secado por bandeja y secado solar), utilizando la misma cantidad de material.

3.5 Métodos de Análisis y Procesamiento de Datos

Para las propiedades fisicoquímicas del tallo de banano: como: humedad, cenizas, pH, carbono/nitrógeno (C/N), materia orgánica (MO), nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K), obtenidas mediante los dos métodos de deshidratación se utilizó el software Statgraphics Centurion, para realizar un análisis estadístico descriptivo (media y desviación estándar), posteriormente se aplicó una prueba t de Student para muestras independientes, con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre ambos métodos. Se utilizó el software RStudio para evaluar el efecto de los tres tratamientos utilizando únicamente los valores elementales NPK. En este caso se aplicó un ANOVA de un factor, y cuando se encontraron diferencias significativas se empleó la prueba de comparaciones múltiples Tukey HSD, con el propósito de identificar específicamente entre que niveles ocurrían dichas diferencias

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Propiedades físico – químicas del tallo de banano

Se determinaron las principales propiedades fisicoquímicas del tallo de banano utilizando dos métodos de deshidratación, con el objetivo de evaluar cuál de ellos permite conservar mejor los nutrientes. Cada parámetro fue analizado por triplicado en ambos procesos. Los valores experimentales fueron sometidos a un análisis estadístico preliminar para la caracterización de su comportamiento, obteniendo resultados estadísticos descriptivos (media y desviación estándar) mediante el software Statgraphics Centurion. Posteriormente, con el fin de establecer si existen diferencias significativas entre los dos métodos de secado, se aplicó una prueba t Student para muestras independientes utilizando un nivel de significancia de 0,05. A continuación, se observan los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla 4.

Propiedades físico-químicas del tallo de banano

Parámetro	Análisis del tallo de banano por secado de bandeja $\bar{X} - \sigma$	Análisis del tallo de banano por secado solar $\bar{X} - \sigma$	*Prob	Sig.
pH	6,18 ± 0,1041	7,84 ± 0,0416	< 0,0001	***
Cenizas	24,48 ± 5,98	23,73 ± 2,46	0,852	Ns
Humedad	5,35 ± 0,337	6,72 ± 1,083	0,1059	Ns
C/N	37,13 ± 0,321	35,58 ± 0,930	0,052	*
MO	75,52 ± 5,985	76,26 ± 2,461	0,852	Ns
N	0,356 ± 0,001	0,325 ± 0,001	< 0,0001	***
P	0,1008 ± 0,0002	0,091 ± 0,0005	< 0,0001	***
K	11,40 ± 0,132	10,70 ± 0,086	< 0,0016	**

Nota: \bar{X} : Medias, σ : Desviación estándar obtenidos del análisis físico-químico por triplicado en el experimento, Prob>0.05: No existen diferencias estadísticas, Prob<0.05: Existen diferencias significativas. Prob<0.01: Existen diferencias altamente significativas. ns: no es significativo

De acuerdo con el análisis estadístico, el contenido de pH presentó una diferencia altamente significativa (< 0,0001), con una media y DE de 6,18 ± 0,1041 en la muestra por el método de deshidratación de bandeja y 7,84 ± 0,0416 por el método de secado solar. Se tuvo un incremento en el resultado por el método solar, debido a la pérdida de los compuestos durante el tratamiento térmico, lo cual puede modificar que puede modificar la disponibilidad de nutrientes. Con respecto al contenido de cenizas y MO, no se observaron diferencias significativas (0,852), lo que muestra que la composición mineral y orgánica del tallo se conservaron independientemente de cada tratamiento.

Se tuvo un incremento en el valor de pH observado en el secado solar, debido a la pérdida de los compuestos orgánicos durante el tratamiento térmico, lo cual reduce la acidez del mineral (Ma et al., 2022).

Los resultados de humedad fueron ligeramente mayores en la muestra deshidratada por el método solar ($6,72 \pm 1,083$) en comparación con la muestra por deshidratación por bandeja ($5,35 \pm 0,337$), sin embargo, no fue estadísticamente significativa (0,1059). La relación C/N mostro una diferencia marginalmente significativa (0,052) con resultados de $37,13 \pm 0,321$ en el método de secado por bandeja y $35,58 \pm 0,930$ en el método de secado solar, estadísticamente se encuentran a un límite de significancia.

En relación con los principales macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio se tuvo diferencias estadísticamente significativas en cada parámetro, dando como resultado que el método de deshidratación de bandeja fue el más óptimo, debido a que mantuvo ya que mayores concentraciones de N P K, y presentó la menos menor humedad final, lo cual contribuye a un indicador directo de una mejor conservación nutricional y mayor eficiencia del proceso de secado (Wojdylo et al., 2020).

Discusión: García (2020), señala que el pH ligeramente ácido favorece la disponibilidad de los nutrientes en el suelo, aunque en determinadas condiciones puede tolerarse un pH neutro o incluso ligeramente y alcalino, lo que sugiere que ambos tallos presentan condiciones adecuadas. Juárez et al. (2024) mencionan que los desechos vegetales con pH neutro o levemente ácido contribuyen a la estabilidad de un fertilizante, ya que favorecen procesos químicos más estables durante su almacenamiento. Por el contrario, Soto (2018) indica que, cuando la materia orgánica presenta un pH demasiado ácido, es necesario realizar una enmienda para corregirlo antes de su aplicación, con el fin de evitar riesgos de acidez excesiva en el suelo. De esta manera complementaria, Anaya (2020) advierte que los residuos vegetales con pH alcalinos pueden alterar el contenido de nutrientes al mezclarse con otros componentes afectando la calidad final del fertilizante

Los resultados del tallo de banano en base seca mostraron un bajo contenido de humedad y un alto porcentaje de cenizas (Tabla 4), lo cual es coherente con la composición reportada por Campo & Cuesta (2019) quienes indican que el tallo de banano, tras el proceso de secado, presenta un contenido de humedad inferior a 6%, coincidiendo con los valores registrados en este estudio para ambos métodos de deshidratación. De mismo modo, Figuerado & Gonzales (2017) reportaron valores de humedad similares en muestras sometidas a deshidratación solar.

De acuerdo con el Manual Técnico para el Registro y Control de Fertilizantes, Enmiendas de Suelo y Productos Afines de Uso Agrícola publicado por Agrocalidad (2022), menciona que los productos sólidos orgánicos utilizados como fertilizantes deben presentar una humedad que no supere el 40 % en base seca. Por lo tanto, los valores que se obtuvieron en el presente estudio se encuentran ampliamente por debajo de este límite, quedando como evidencia que el material si cumple con los requisitos establecidos para su uso como fertilizante natural.

Los valores de cenizas obtenidos en este estudio fueron de 24,48 % por el método de deshidratación de bandeja y 23,73 % por el método de deshidratación solar. Estos valores son similares según lo reportado por Oliveira & Silveira (2025) donde indican que el tallo de banano presentó un alto contenido de cenizas de 21,89 %, y Palacios (2016) también señala que este residuo vegetal puede exhibir porcentajes de cenizas extremadamente altas. Por el contrario, Richi (2020) reporta un porcentaje de cenizas inferiores al 17%, mientras que Castro et al. (2016) registraron valores menores al 12%, estos resultados tienen una gran desviación en comparación con los análisis que se obtuvo.

En relación con los resultados de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) obtenidos por el método de secado por bandeja y secado solar del tallo de banano, se observó que algunos valores presentaron concordancias con investigaciones previas, mientras que otros difieren de manera significativa. Dwi et al. (2022) reportan valores de N: 0,392%, P: 0,211%, K: 0,105% y C/N: 31,87, los cuales muestran cierta similitud con los valores encontrados en el presente estudio, particularmente para el método de secado en bandeja. Sin embargo, otros datos no presentan concordancia. Por ejemplo, Okta et al. (2024) obtuvieron N:0,89%, P: 0,40%, K: 1,63%, valores considerablemente superiores a los de este estudio. Estas diferencias se atribuyen a factores como el estado del tallo al momento del muestreo y al secado. Por otro lado, Tedesse (2022) N: 0,46%; P: 1,51 mg/kg; K:11,82 mg/kg y Mg: 6,2 mg/kg, valores que difieren notablemente de los análisis que se obtuvo. Esta discrepancia se asocia a las diferentes condiciones edáficas y al manejo agronómico previo al cultivo

4.1.2 Resultados de las materias orgánicas

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los análisis de las materias orgánicas utilizadas para complementar el fertilizante:

Tabla 5.
Resultados de las materias orgánicas

Componente	N (%) $\bar{X} - \sigma$	P (%) $\bar{X} - \sigma$	K (%) $\bar{X} - \sigma$	*Prob	Sig.
Ceniza	5,73 ± 0,0818	2,00 ± 0,529	6,36 ± 0,0360	< 0,001	***
Estiércol de ganado	1,61 ± 0,0264	0,97 ± 0,02	1,06 ± 0,0251	< 0,001	***
Borra de café	7,60 ± 0,0360	0,16 ± 0,02	1,27 ± 0,0264	< 0,001	***

Nota: \bar{X} : Medias, σ : Desviación estándar obtenidos de los principales nutrientes, por triplicado para experimento, Prob>0.05: No existen diferencias estadísticas, Prob<0.05: Existen diferencias significativas. Prob<0.01: Existen diferencias altamente significativas.

Realizado el análisis estadístico de las materias orgánicas utilizadas, se determinó que la borra de café presentó el mayor contenido de nitrógeno 7,60%, superando significativamente los nutrientes de la ceniza y el estiércol de ganado. Esto indica que es la fuente con mayor aporte nutricional de nitrógeno para la formulación del fertilizante. Por lo contrario, la ceniza presentó mayor contenido de potasio 6,6% y fósforo 2,00%, lo que evidencio la importancia como fuente mineral alta en nutrientes. El estiércol de ganado

presentó resultados bajos en los tres elementos que se evaluaron. Tuvo un alto nivel de significancia $< 0,001$, lo que corrobora la variación entre las materias orgánicas.

Discusión: La borra del café presentó un alto nivel de nitrógeno (7,70%), lo que la convirtió en una alta fuente orgánica. Por otro lado, Cogua (2019) demostró que la borra de café puede utilizarse en formulaciones de liberación controlada de nutrientes, gracias a su estructura densa y capacidad de retención nutricional.

Según los resultados obtenidos en la tabla 5, la ceniza mostró los valores más altos de fósforo (2%) y potasio (6,36%), lo que favorece su enmienda como mineral. Incluso, Alcalá et al. (2021) caracterizaron que las cenizas vegetales son materias ricas en fósforo y potasio, caracterizando su fertilidad en sustratos agrícolas; sin embargo, señalan que su efecto depende del tipo de biomasa, lo que puede influir en la disolución de los nutrientes.

Por otro lado, el estiércol de ganado presentó resultados intermedios de nitrógeno, fósforo y potasio, lo que lo convierte en una fuente orgánica equilibrada. Syamsiyah et al. (2024) evaluaron el efecto de diferentes dosis de estiércol y fertilizantes químicos en cultivos de maíz, encontrando que el estiércol produce una mejora en la disponibilidad de nutrientes y estructura del suelo.

4.1.3 Resultados de los cálculos de cada tratamiento

A partir de los resultados NPK de cada materia orgánica (tallo de banano, estiércol, de ganado, ceniza y borra de café) analizadas por triplicado obtenidos en el laboratorio de la Universidad Central del Ecuador, se realizaron los cálculos necesarios para determinar la composición nutricional final de cada tratamiento. Para ello, se aplicó un cálculo ponderado en función del porcentaje de cada componente que se utilizó. A continuación, se muestran los cálculos obtenidos para cada tratamiento:

- **Tratamiento TB:** 28% ceniza de manera + 43% estiércol de ganado + 29% borra de café:

Nitrógeno (N):

$$(5,73 * 0,28) + (1,61 * 0,43) + (7,6 * 0,29) \\ = 1,60 + 0,69 + 2,20 = 4,50\%$$

Fósforo (P) :

$$(2 * 0,28) + (0,97 * 0,43) + (0,16 * 0,29) \\ = 0,56 + 0,41 + 0,05 = 1,02\%$$

Potasio (K) :

$$(6,36 * 0,28) + (1,06 * 0,43) + (1,27 * 0,29) \\ = 1,78 + 0,45 + 0,37 = 2,60\%$$

- **Tratamiento T1:** 10% tallo de banano + 20% ceniza de madera + 40% estiércol de ganado + 30% borra de café

Nitrógeno (N):

$$(0,35 * 0,1) + (5,73 * 0,2) + (1,61 * 0,4) + (7,6 * 0,3) \\ = 0,04 + 1,15 + 0,64 + 2,28 = 4,11\%$$

Fósforo (P) :

$$(0,1 * 0,1) + (2 * 0,2) + (0,97 * 0,4) + (0,16 * 0,3) \\ = 0,01 + 0,4 + 0,39 + 0,05 = 0,85\%$$

Potasio (K) :

$$(11,4 * 0,1) + (6,36 * 0,2) + (1,06 * 0,4) + (1,27 * 0,3) \\ = 1,14 + 1,27 + 0,42 + 0,38 = 3,22\%$$

- **Tratamiento T2:** 30% tallo de banano + 20% ceniza de madera + 30% estiércol de ganado + 20% borra de café

Nitrógeno (N):

$$(0,35 * 0,3) + (5,73 * 0,2) + (1,61 * 0,3) + (7,6 * 0,2) \\ = 0,10 + 1,15 + 0,48 + 1,52 = 3,25\%$$

Fósforo (P) :

$$(0,1 * 0,3) + (2 * 0,2) + (0,97 * 0,3) + (0,16 * 0,2) \\ = 0,03 + 0,40 + 0,29 + 0,03 = 0,75\%$$

Potasio (K) :

$$(11,4 * 0,3) + (6,36 * 0,2) + (1,06 * 0,3) + (1,27 * 0,2) \\ = 3,42 + 1,27 + 0,32 + 0,25 = 5,26\%$$

- **Tratamiento T3:** 60% tallo de banano + 10% ceniza de madera + 20% estiércol de ganado + 10% borra de café

Nitrógeno (N):

$$(0,35 * 0,6) + (5,73 * 0,1) + (1,61 * 0,2) + (7,6 * 0,1) \\ = 0,21 + 0,573 + 0,322 + 0,76 = 1,87\%$$

Fósforo (P) :

$$(0,1 * 0,6) + (2 * 0,1) + (0,97 * 0,2) + (0,16 * 0,1) \\ = 0,06 + 0,2 + 0,19 + 0,016 = 0,47\%$$

Potasio (K) :

$$(11,4 * 0,6) + (6,36 * 0,1) + (1,06 * 0,2) + (1,27 * 0,1) \\ = 6,84 + 0,64 + 0,21 + 0,13 = 7,82\%$$

Tabla 6.

Resultados de cada tratamiento

Tratamientos	N (%)	P (%)	K (%)
TB	4,50	1,02	2,60
T1	4,11	0,85	3,22
T2	3,25	0,75	5,26
T3	1,87	0,47	7,82

En la tabla 6 se reportan los valores teóricos de N P K calculados para cada tratamiento, obtenidos a partir de los resultados de la tabla 4 y tabla 5.

4.1.4 Resultados experimentales NPK obtenidos en el laboratorio

Se realizaron análisis de los niveles NPK en cada uno de los tratamientos, con el objetivo de corroborar los resultados y comprobar si existen variaciones entre ellos.

Cada análisis de los nutrientes se lo realizó por triplicado, dando como resultado lo siguiente:

Tabla 7.

Resultados experimentales de N P K de cada tratamiento

Tratamientos	N (%)	P (%)	K (%)
TB	4,53	1,03	2,60
T1	4,10	0,86	3,22
T2	3,26	0,76	5,26
T3	1,87	0,47	7,81

Tabla 8.

Comparación entre los resultados formulados y experimentales según NTE INEN 211:98

Tratamientos	N teóricos (%)	N exp (%)	P (%)	P ₂ O ₅ (%)	K (%)	K ₂ O (%)
TB	4,50	4,53	1,02	2,34	2,60	3,12
T1	4,11	4,10	0,85	1,95	3,22	3,86
T2	3,25	3,26	0,75	1,72	5,26	6,31
T3	1,87	1,87	0,47	1,08	7,82	9,38

Nota: Factores de conversión: P₂ O₅ = P x 2,29; K₂ O = K x 1,20. La tolerancia para N garantizado ≤ 4% es de ± 0.49%, según la NTE INEN 211:98

La tabla 8, presenta una comparación entre los cálculos formulados y los resultados experimentales obtenidos en el laboratorio para los cuatro tratamientos presentados, incluyendo la conversión normativa del fósforo asimilable P₂ O₅ y potasio soluble K₂ O, conforme a los criterios establecidos por la normativa NTE INEN 211:98.

Los valores de nitrógeno mostraron una alta coherencia entre los resultados de los cálculos y los experimentales, pero con diferencias mínimas que se encuentran dentro del rango de tolerancia establecidos según la NTE INEN 211:98. En cuanto al contenido de fósforo y potasio la conversión permitió evaluar la capacidad del fertilizante en cada tratamiento desde una perspectiva normativa.

El tratamiento T1 mostró una leve reducción en fósforo P₂ O₅: 1,95%, pero un aumento en potasio K₂ O 3,86, lo que la hace ventajoso para cultivos que necesiten requerimientos moderados de fósforo. El tratamiento T2 mostró un equilibrio nutricional

balanceado con, N: 3,26%, P₂ O₅: 1,72%, K₂ O: 6,31%, lo que la convierte en una opción versátil para una fertilización integral. Finalmente, T3 presentó un contenido elevado de potasio P₂ O₅: 9,38 %, pero niveles bajos de nitrógeno y fósforo

4.1.5 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar el efecto de los tres tratamientos del fertilizante y de los tres nutrientes principales como el nitrógeno, fósforo y potasio sobre el desarrollo del fertilizante natural a base del tallo de banano. Se analizó la significancia estadística de cada factor y se aplicó pruebas para identificar diferencias significativas.

Tabla 9.

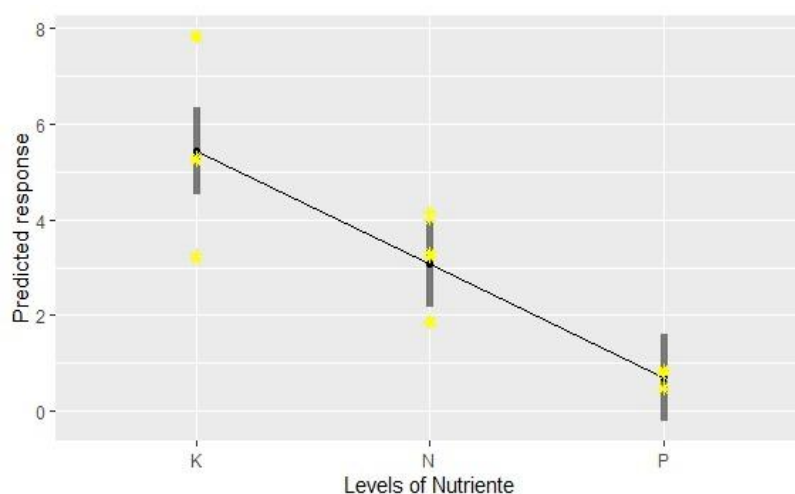
Resultados del análisis estadístico (ANOVA)

Análisis	Grados de Libertad (Df)	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Pr(>F)	Sig
Nutriente	2	100.91	50.45	29.43	6.05e-07	***
Tratamientos	2	1.96	0.98	0.57	0.573	Ns
Residuals	22	37.72	1.71			

Interpretación: El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los nutrientes de nitrógeno, fósforo y potasio mostrando una probabilidad $p < 0.001$, lo cual indica que los valores de cada nutriente son estadísticamente distintos entre sí. Por otro lado, el factor tratamiento no mostró diferencias significativas, lo que evidencia que los tratamientos presentan niveles de NPK estadísticamente similares

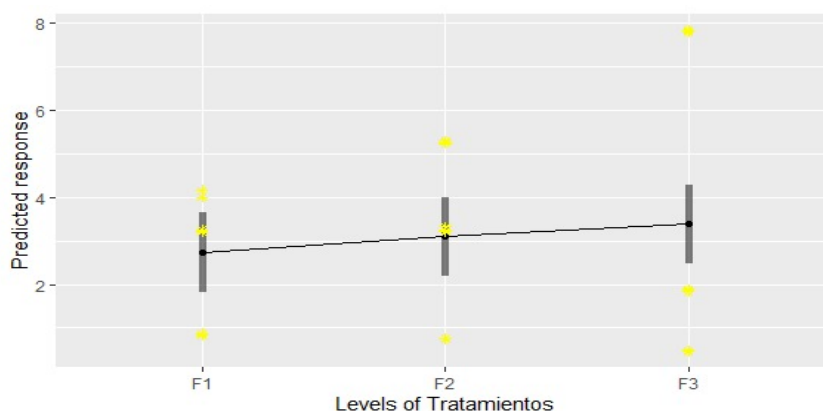
Figura 4.

Resultados de los niveles de nutrientes de los tratamientos



Interpretación: en la figura 4 se observa una tendencia descendente, donde K (potasio) obtuvo el valor más alto, seguido por N (Nitrógeno), y por último el P (fósforo) que mostró el valor más bajo.

Figura 5.
Resultado de los tratamientos



Interpretación: En la figura 5 se observa una tendencia visual uniforme entre los tratamientos. Sin embargo, de acuerdo con el ANOVA ($p = 0,573$), las diferencias entre los tratamientos no son estadísticamente significativas, por lo que los resultados obtenidos para cada formulación se comportan de manera similar.

Para complementar el ANOVA y determinar entre que pares de medias existían diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples Tukey HSD. Esta prueba permitió identificar específicamente cuales de los tratamientos o nutrientes difieren entre sí

Tabla 10.
Resultados del análisis Tukey de los tratamientos

Comparación	Diferencia (diff)	Li	Ls	p-valor
Nutriente				
N-K	-2.356111	-3.906624	-0.8055979	0.0026011
P-K	-4.735333	-6.285847	-3.1848201	0.0000003
P-N	-2.379222	-3.929735	-0.8287090	0.0023785
Tratamientos				
F2-F1	0.3631111	-1.1874021	1.913624	0.8277641
F3-F1	0.6581111	-0.8924021	2.208624	0.5443668
F3-F2	0.2950000	-1.2555132	1.845513	0.8823555

Interpretación: En el análisis de Tukey aplicado a las concentraciones de NPK, se identificaron diferencias estadísticas significativas entre los nutrientes evaluados. El potasio presentó valores significativamente mayores en comparación nitrógeno y fósforo. Esto indica que las medidas de concentración de cada nutriente fueron distintas entre sí. Por otra

parte, para el caso de las formulaciones no se encontraron diferencias significativas. Lo que sugiere que, aunque existen ligeras variaciones entre los tratamientos, estadísticamente no presentan diferencias entre sí.

Discusión: En los resultados que se obtuvieron en el ANOVA se pudo evidenciar que el tratamiento 3 obtuvo un mayor resultado de potasio. Sin embargo, en términos agronómicos, un fertilizante óptimo no debe concentrarse únicamente en un único nutriente con mayor efecto, si no que para mantener un balance nutricional que cubra las funciones fisiológicas esenciales que necesita una planta, como por ejemplo el nitrógeno es indispensable para el crecimiento vegetativo, el fósforo es el que participa en la transferencia de energía y en el desarrollo radicular, mientras que el potasio es el encargado de regular el proceso osmótico y mejorar la tolerancia al estrés abiótico según los autores (London & Waltham, 2015; Wang et al., 2015). Por ello, el T2 resultó ser la mas competente, debido a que proporcionó un balance más equilibrado de nitrógeno, fósforo y potasio, garantizando un crecimiento más exhaustiva de la planta y evitando inestabilidades nutricionales para el cultivo.

En comparación con el tratamiento control, el tratamiento 2 presentó una ventaja al incrementar el valor de potasio, sin sacrificar significativamente los aportes de los nutrientes como el nitrógeno y fósforo, lo que le confiere un mayor potencial productivo.

4.1.6 Viabilidad del producto

Tabla 11.

Costo de la materia prima

Ingrediente	Cantidad (g)	Costo unitario (USD/g)	Costo total (USD)
Tallo de banano	300	0	0
Ceniza	200	0,0001	0,020
Estiércol de ganado	300	0,00005	0,015
Borra de café	200	0,0004	0,080
Transporte			0,030
Subtotal Materias primas	1000		0,15

La Tabla 11 presenta el desglose de los costos de los insumos necesarios para la elaboración de 1 kg de fertilizante natural a base de tallo de banano. En primer lugar, la formulación está compuesta por 300 gramos de tallo de banano, 200 gramos de ceniza, 300 gramos de estiércol de ganado y 200 gramos de borra de café, lo que representa en términos proporcionales un 30% de tallo de banano, 20% de ceniza, 30% de estiércol y 20% de borra de café. Finalmente, esta distribución garantiza un equilibrio entre aportes de materia orgánica, minerales y componentes estructurales.

En cuanto a los costos unitarios, se observa que el tallo de banano no generó un gasto económico directo, dado que fue recolectado y deshidratado en la universidad, aunque sí implica un esfuerzo operativo. La ceniza presentó un costo unitario de 0,0001 USD por gramo, alcanzando un total de 0,020 USD para la cantidad utilizada. Por su parte, el estiércol

de ganado, a pesar de tener un costo bajo de 0,00005 USD por gramo, representó un gasto de 0,015 USD. La borra de café, con un valor unitario de 0,0004 USD por gramo, genera un costo total de 0,080 USD. Por último, el costo de transporte para elaborar 1kg de fertilizante fue de 0,03USD.

En total, los costos de las materias primas ascendieron a 0,15 USD por kg de producto, lo que representó una mínima inversión considerando el valor agregado que aporta cada componente y la posibilidad de acceder a ellos a bajo costo o mediante reciclaje. Por consiguiente, este bajo costo inicial constituye una ventaja significativa en términos de viabilidad económica, puesto que permite proyectar márgenes de beneficio elevados una vez se integren los gastos de mano de obra, equipos y operaciones en el cálculo general del costo de producción.

Tabla 12.
Mano de obra

Actividad	Tiempo (horas)	Costo por hora (USD)	Costo total (USD)
Recolección tallo banano	0,2	1,92	0,38
Supervisión (cargar / retirar el tallo)	0,1	1,92	0,19
Triturado	0,15	1,92	0,29
Mezcla de componentes	0,1	1,92	0,19
Envasado	0,08	1,92	0,15
Subtotal Mano de obra			1,21

La Tabla 12 muestra el detalle de los costos de mano de obra directa que intervinieron en la producción de un kilogramo de fertilizante natural. Se incluyeron las distintas fases del proceso, que van desde la recolección del tallo de banano hasta el envasado del producto final. Para cada actividad se calculó el costo en función del tiempo estimado de ejecución y de una tarifa de 1,92 USD por hora, valor que se ajusta a las referencias locales.

Entre todas las tareas, la recolección del tallo de banano es la que demandó más tiempo (0,20 h), lo que la convirtió también en la de mayor costo individual dentro de la mano de obra, alcanzando los 0,38 USD. Le siguen el triturado, con un costo de 0,29 USD, mientras que otras actividades como la supervisión del tallo, la mezcla y el envasado tuvieron un costo de 0,19 y 0,15 USD cada una.

En total, el costo de la mano de obra directa ascendió a 1,21 USD por kilogramo de fertilizante. De ese modo, este valor representa una proporción considerable dentro del costo de producción, muy por encima del correspondiente a las materias primas, que apenas llegó a 0,12 USD. Esto, además, deja en evidencia que, en este caso, la mano de obra es el factor que más ascendió en los costos, dado que compromete varias etapas que requieren dedicación, tiempo y esfuerzo humano, aun cuando los insumos son económicos y fáciles de conseguir.

Por lo tanto, la mano de obra directa se presenta como un elemento clave dentro de la estructura de costos del fertilizante. De ahí que resulte fundamental buscar estrategias para optimizar los tiempos de trabajo o introducir mejoras en los procesos que permitan reducir gastos, sin comprometer la calidad del producto final

Tabla 13.
Equipos

Equipo	Costo (USD)	Vida útil (años)	Producciones por año	Depreciación	Costo por lote (USD)
Deshidratador	189,00	5	500	37,8	0,0756
Molino/Licuadora	80,00	5	500	16	0,032
Gramera	12,00	5	500	2,4	0,0048
Subtotal Equipos (por lote)					0,11

La Tabla 13 presenta el costo de depreciación de los equipos que fueron empleados en la elaboración del fertilizante natural a base de tallo de banano. Para realizar este cálculo se consideró el valor de adquisición de cada equipo, su vida útil estimada en años y la cantidad de lotes de producción que pueden generarse anualmente. Con esta información fue posible determinar el costo correspondiente a un lote de 1 kg de fertilizante.

Dentro de los equipos, el deshidratador fue el que más influyó en los costos. Su precio de adquisición fue de 189,00 USD y, al distribuirse en una vida útil de 5 años con 500 lotes de producción por año, arrojó un costo de 0,08 USD por lote. En segundo lugar, se encuentra la trituradora, con un costo unitario de 0,03 USD por lote. Por su parte, la balanza digital representó gastos menores con un valor de 0,005 USD.

En total, el costo de depreciación de los equipos alcanzó los 0,11 USD por kilogramo de fertilizante. Este monto resultó bajo en comparación con la mano de obra (1,21 USD), lo que demostró que, aunque la inversión inicial en equipos pudo parecer elevada, su impacto en el costo final se redujo al distribuirse entre un número considerable de lotes de producción.

De este modo, se confirma que los equipos constituyeron una inversión de largo plazo que, siempre que se utilicen de manera eficiente y constante, no representan un obstáculo para la viabilidad económica del proyecto. Por el contrario, son un apoyo fundamental para asegurar la calidad del proceso productivo y la uniformidad del fertilizante obtenido.

Tabla 14.
Gastos operativos

Rubro	Unidad	Consumo por lote	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Electricidad (deshidratador)	kWh	3	0,12	0,36
Electricidad (triturador)	kWh	0,2	0,12	0,02
Agua	m ³	0,02	0,80	0,02
Bolsas/envases	unidad	1	0,10	0,10
Transporte/Distribución	viaje	1	0,10	0,10
Subtotal Operativos				0,60

La Tabla 14 detalla los gastos operativos asociados a la producción de un kilogramo de fertilizante. En este análisis, el rubro más significativo correspondió al consumo eléctrico del deshidratador (0,360 USD), el cual representó el 48% del subtotal operativo. Este resultado es coherente con un proceso en el que el secado constituyó la etapa más intensiva en términos de energía. En contraste, la electricidad utilizada por el triturador (0,024 USD; 3,2%) y el consumo de agua (0,02 USD; 2,1%) tuvieron un impacto mucho menor en el total.

En segundo lugar, aparecen los envases (0,10 USD; 20%) y el transporte (0,10 USD; 26,7%), que juntos conforman una parte importante de los costos. Además, ambos dependen directamente de decisiones de gestión: desde la elección del tipo de bolsa o frasco hasta la distancia y modalidad de distribución. En este sentido, resultó estratégico optimizar la compra de envases, ya sea mediante adquisiciones por volumen o sustituyendo materiales y planificar las rutas de entrega para generar ahorros inmediatos sin comprometer la calidad del producto.

En total, los gastos operativos ascendieron a 0,60 USD por kilogramo de fertilizante. Dada la alta incidencia del consumo eléctrico del deshidratador, conviene evaluar los tiempos y temperaturas de secado, e incluso considerar alternativas como el uso de energía solar o etapas combinadas que permitan reducir el consumo de kWh por lote. De igual manera, estandarizar los envases y consolidar las entregas se perfila como una medida clave para contener los costos de empaque y transporte.

Tabla 15.
Precio de venta

Concepto	Valor (USD)
Materias primas	0,12
Mano de obra	1,21
Equipos (depreciación)	0,11
Gastos operativos	0,60
Costo de producción (1 kg)	2,04
Margen de ganancia (%)	15%
Precio de venta (PV)	2,34
Beneficio	0,31
Beneficio / Costo	0,15

La Tabla 15 integra todos los componentes del costo de producción para un kilogramo de fertilizante natural a base de tallo de banano. El desglose evidencia que el rubro de mayor peso correspondió a la mano de obra (1,21 USD), esto confirma que el proceso es netamente ocupado por el trabajo humano, especialmente en etapas como la recolección, el secado, el triturado y el envasado. Por otro lado, se ubican los gastos operativos (0,60 USD; 23%), donde la electricidad del deshidratador y el transporte constituyeron los mayores aportes. Por su parte, las materias primas (0,12 USD) y la depreciación de equipos (0,11 USD) tuvieron una incidencia relativamente menor debido a que los insumos son de bajo costo o reciclados y los equipos se amortizan en el tiempo.

El costo total de producir un kilogramo de fertilizante asciende a 2,04 USD. Al aplicar un margen de ganancia del 15%, el precio de venta proyectado se sitúa en 2,34 USD por kilogramo. De este valor, el beneficio neto estimado por unidad es de 0,31 USD, lo que implica una relación Beneficio/Costo de 0,15. Finalmente, este indicador significa que por cada dólar invertido en la producción se obtendrá una ganancia de 15 centavos, coherente con el margen de rentabilidad definido.

Discusión: Los resultados mostraron que el fertilizante producido con un precio de 2,34 USD es económicamente viable en comparación con los costos del mercado que ascienden desde los \$2,50 USD en adelante (Upiachihua, 2021). Esto se debe a que los costos de producción se mantienen bajos gracias al uso de insumos accesibles y a la amortización progresiva de los equipos. Sin embargo, también se evidenciaron que el factor más crítico es la mano de obra, por lo que una eventual optimización de tiempos o mecanización parcial podría mejorar la rentabilidad del proyecto.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El análisis fisicoquímico del tallo de banano en base seca, determinó que este residuo agrícola presenta un alto nivel de potasio, un bajo nivel de fósforo, y una concentración moderada de nitrógeno, además de cantidades reducidas de micronutrientes. Confirmando que el tallo posee características adecuadas para ser utilizado como materia prima en la elaboración del fertilizante natural.
- A partir de los análisis experimentales de NPK en los distintos tratamientos evaluados, se evidenció que la proporción de tallo de banano influye significativamente en la concentración final de nutrientes. El tratamiento T3 tuvo mayor cantidad de tallo de banano por lo cual obtuvo un incremento de potasio, pero redujo la cantidad de nitrógeno y fósforo; mientras que el tratamiento T1 el cual se le añadió menor cantidad de tallo generó un desbalance caracterizado por el predominio del nitrógeno. El tratamiento T2, con una proporción intermedia de tallo, logró un equilibrio adecuado entre los tres nutrientes, constituyéndose como la formulación más apta para la elaboración del fertilizante.
- Mediante el análisis de la viabilidad económica, se determinó que la elaboración del fertilizante es económicamente viable y factible, puesto que los beneficios obtenidos superan la inversión requerida.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar pruebas agronómicas a cultivos que necesiten mayor cantidad de potasio, para validar el efecto del fertilizante.
- Se sugiere realizar un estudio y análisis otras materias orgánicas diferentes a las que se ha ocupado en esta investigación.
- Para preservar la integridad nutricional del tallo de banano, se recomienda realizar el proceso de deshidratación a una temperatura controlada de 70°C, ya que este valor ha demostrado ser eficaz para minimizar la pérdida de humedad sin comprometer los niveles de los nutrientes.
- En el caso de utilizar la deshidratación solar, se recomienda llevar a cabo el proceso en un entorno libre de agentes contaminantes, con condiciones higiénicas adecuadas, a fin de evitar interferencias en la calidad química del residuo.

BIBLIOGRAFÍA

- Carriel, T., Vega, A., Cedeño, L., Muñoz, J (2020.). Pseudotallo placed in the children of banana as a nutritional supply to accelerate its development.
- Abro, S. A., Abro, M. A., Kapri, J. H., Ahmed, N., Ali, H., Parveen, S., Ali, M., Ali, S., & Khoso, A. (2023). EXTRACTION AND UTILIZATION OF BANANA PSEUDOSTEM SAP AS ORGANIC LIQUID BIO-FERTILIZER ON ONION (ALLIUM CEPA L). *Pakistan Journal of Biotechnology*, 20(02), 275-280. <https://doi.org/10.34016/pjbt.2023.20.02.839>
- Álvarez, E., Pantoja, A., Regional Producción Protección Vegetal Oficina Regional FAO para América Latina el Caribe, O., Ceballos Lederson Gañán Oxálico Cítrico D-Málico Succínico, G., & Diana Ceilán Yotoco Santágueda La Guaira, L. (2024.). Producción de lixiviado de raquis de plátano en el Eje Cafetero de Colombia.
- Dwi Mentari, Fs., Rita Manullang, R., & Sarie Politeknik Pertanian Negeri Samarinda Kampus Gunung Panjang Jl Samratulangi Samarinda, H. (2022). Physical and Chemical Properties of Organic Fertilizer from Banana (*Musa Paradisiaca*) Leaf and Stem with Effective Microorganism Activactors (EM4). En *International Journal of Innovative Science and Research Technology* (Vol. 7, Número 11). www.ijisrt.com1653
- Fernando, W. S. L. V., & Karunarathna, B. (2020). Effect of Foliar Application of Banana Pseudostem Sap on Yield of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) *International Letters of Natural Sciences*, 79, 9-15. <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ilns.79.9>
- Gil, A., Emilio, G., Durand, B., Antonio, D., Fajardo, M., Alonso, R., Bustamante, O., Diego, J., Paredes, T., & Elizabeth, M. (s. f.). Fertilizante Natural: Agro Dust Item Type info:eu-repo/semantics/bachelorThesis. <http://hdl.handle.net/10757/652428>
- Islam, M. S., Kasim, S., Alam, K. M., Amin, A. M., Geok Hun, T., & Haque, M. A. (2021). Changes in chemical properties of Banana pseudostem, mushroom media waste, and chicken manure through the co-composting process. *Sustainability (Switzerland)*, 13(15). <https://doi.org/10.3390/su13158458>
- Aponte Barzallo, M. J., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2023). Reciclaje de nutrientes que aportan al suelo las plantas cosechadas de banano. *Revista Científica Agroecosistemas* Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/593>
- Muthuveeran, M., Lakshmanan, P., Chandrasekaran, I. R., & Jone, A. (2022). Proximate Composition of different Varieties of Banana Pseudostem Powder for Nutritional and Biochemical properties. <https://www.researchgate.net/publication/362762519>
- Pratamaningtyas, S., Wardhani, T., & Suprihana. (2021). Study on Phosphate Solubilizing Bacteria from Banana Pseudostem IMO as Biofertilizer on System of Rice Intensification. *Journal of Physics: Conference Series*, 1908(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1908/1/012005>
- Sebayang, N. U. W., Nini, & Sabrina, T. (2022). Chemical characteristics of Bio-Vermigot (vermicompost and kasgot) fertilizer with the combination of Black Soldier Fly larvae and earthworm by using cow manure and banana stem. *IOP Conference*

- Series: Earth and Environmental Science, 977(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/977/1/012004>
- Sociedad, U. Y., El, P., De, A., Sólidos, R., Planta-Ciones Bananeras, E. N., Resultados, Y., Su, D. E., Prácticas, I., Miguel, R., Batista, G., Nicasio, J., Guerrero, Q., Rafael, A., & Castro, S. (2020). Volumen 12 | Número 1 | Enero-febrero.
- Sujeetha, A. R., Madhavan Nair Professor of Entomology, P., & Madhavan Nair, P. (2020). Bio-conversion of banana waste (Pseudostem and leaves) and mango leaf litter into vermicompost by *Eudrilus eugeniae* and *Eisenia foetida*. ~ 1529 ~ Journal of Entomology and Zoology Studies, 8(4). <http://www.entomoljournal.com.1>
- Quimis Indacochea, C. (14 de Marzo de 2025). Uso de fertilizantes químicos y su efecto en la degradación de suelos en cultivos de maíz en la finca del Peso de la parroquia El Anegado 2024. Obtenido de UNESUM: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/7388>
- Álvarez. (2024) UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA TEMA.
- Vellaisamy, M., & Hepsibha, T. (2023). Fermented Liquid Biofertilizer from Banana Waste- A Value Added Product. Innovations in Agriculture, 01-05. <https://doi.org/10.25081/ia.2023-07>
- Agrocalidad. (13 de Junio de 2022). Manual tecnico para el registro Y Control de fertilizantes, enmiendas de suelo y productos afines de uso agricola . Obtenido de <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/06/Manual-fertilizantes-ver7.pdf>
- Cogua, H. (26 de Diciembre de 2019). Estudio de la borra de café para su uso en formulaciones de liberacion controlada de nutrientes . Obtenido de <https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/fd26b465-60e4-4998-a76e-f69732b27242/content>
- Alcalá, P. A., Gaytán, O. R. T., & Hernández, J. C. (2021). Caracterización de fertilizantes orgánicos y estiércoles para uso como componentes de sustrato. Acta Agronómica, 69(3). <https://doi.org/10.15446/acag.v69n3.84508>
- Syamsiyah, J., Suntoro, S., Hartati, N. S., Syah-Alfarizi, I. A., Istnai-Ni-Najibah, W., Maro'ah, S., & Herdiansyah, G. (2024). Effect of Different Doses of NPK Fertilizer and Manure on N, P, K, Chlorophyll and Sweet Corn Yield in Vertisols. Terra Latinoamericana, 42. <https://doi.org/10.28940/terra.v42i.2028>
- Espinoza, K. (2020). ELABORACION DE UN ABONO ORGANICO A BASE DE DESECHOS DEL PROCESAMIENTO DEL BROCOLI (Brassica oleracea itálica), PARA DISMINUIR LA DEPENDENCIA DE PRODUCTOS QUIMICOS ARTIFICIALES”
- Loja, A. (2022, 23 febrero). *Aplicación de lixiviado a base de raquis de banano como abono foliar en el cultivo de banano en la Zona de Machala*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/17950>
- Poroma, & Daniel. (2015). ALTERNATIVAS DE MANEJO DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) EN BANANO ORGÁNICO (*Musa AAA*) cv. “Gran naine” EN ALTO BENI. Obtenido de

- <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10868/T969.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mathur, S., Agnihotri, R., Sharma, M., & Reddy, V. (2021, 16 octubre). Efecto del estrés por altas temperaturas sobre las características fisiológicas de las plantas y la simbiosis micorrícica en plantas de maíz. MDPI. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/jof7100867>
- Aguilar, J. (2023). *DISEÑO DEL PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE UN FERTILIZANTE SÓLIDO A BASE DE POLLINAZA PARA CULTIVOS AGRÍCOLAS*. Obtenido de <https://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/20302/1/96T00911.pdf>
- Chuquín, C., Del Carmen Gavilanes Terán, I., & Orozco, V. H. V. (2023). Técnicas de Análisis de Laboratorio para Caracterización de Suelos, Residuos Orgánicos, Compost y Alimentos. En PUERTO MADERO EDITORIAL eBooks. Obtenido de <https://doi.org/10.55204/pmea.37>
- Poroma, & Daniel. (2015). *ALTERNATIVAS DE MANEJO DE SIGATOKA NEGRA (Mycosphaerella fijiensis Morelet) EN BANANO ORGÁNICO (Musa AAA) cv. "Gran naine" EN ALTO BENI*. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10868/T-969.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez Chapman, J. A. (2020). *"DISEÑO DE UNA LINEA DE PRODUCCIÓN PARA ELABORACIÓN DE BIOFERTILIZANTE OBTENIDO A PARTIR DEL PSEUDOTALLO Y RAQUIS MUSA SPP (BANANO) EN LA HACIENDA AGRILECHOS I"*. Obtenido de Repositorio.uteq: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/03af2eec-78c8-4592-b4a4-3f06ff492a03/content>
- Vaquiroy, H., León, J., & Pérez, A. (2016). *Cinéticas de secado de raquis de banano*. Revista Colombiana de Química. https://www.researchgate.net/publication/308026432_Cineticas_de_secado_de_raquis_de_banano
- Ojeda, N. (2018). *Obtención y caracterización de harina de raquis de banano (Musa paradisiaca)* [Tesis de licenciatura, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional USS. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6205>
- Solis, S. (29 de Abril de 2021). *DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES NITROGENADOS ENCAPSULADOS SOBRE EL SISTEMA RADICULAR DE BANANO*. Obtenido de Repositorio. UTMACH: <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16570/1/TTUACA-2021-IA-DE00036.pdf>
- Anchunda, A. (2020). *APROVECHAMIENTO DE RAQUIS DE BANANO MEDIANTE BIOESTABILIZACIÓN DE TRICHODERMA HARZIANUM PARA REDUCIR CONTAMINACIÓN DE SUELOS POR FERTILIZANTES QUÍMICOS SINTÉTICOS*. Obtenido de

- https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ANCHUNDIA%20VELIZ%20ARIANA%20ASTRID.%201_compressed.pdf
- Ramiro, E., Abad, G., & Moreno, J. (14 de Enero de 2025). *Impacto del lixiviado de raquis de banano en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) en la parroquia Carigán, cantón Loja*. Obtenido de https://drive.google.com/file/d/1GaMIseGIA4ER30SrKZBaNe_wIGLA37/view
- Aguero, D., & Terry, E. (2015). *Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007
- Agbede, O. O., Odewale, I. S., Aworanti, O. A., Alagbe, S. O., Ogunkunle, O., & Laseinde, O. T. (2023). Solar and open sun drying of untreated and pretreated banana stalk chips biomass: a sustainable processing of biomass using renewable solar energy. *Discover Food*. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s44187-023-00058-4>
- Anaya, M. (10 de Julio de 2020). *El pH del suelo y los Servicios de Salud del Suelo de CENIBANANO*. Obtenido de [https://augura.com.co/wp-content/uploads/2020/10/16.-MLANAYA-pH-Suelo-10.07.2020.pdf#:~:text=El%20pH%20ideal%20para%20la%20producci%C3%B3n%20de,6.5%20\(suelos%20moderadamente%20y%20ligeramente%20%C3%A1cidos\)%20%5B3%5D.&text=Presentan%20baja%20disponibilida](https://augura.com.co/wp-content/uploads/2020/10/16.-MLANAYA-pH-Suelo-10.07.2020.pdf#:~:text=El%20pH%20ideal%20para%20la%20producci%C3%B3n%20de,6.5%20(suelos%20moderadamente%20y%20ligeramente%20%C3%A1cidos)%20%5B3%5D.&text=Presentan%20baja%20disponibilida)
- Castro, M., Martínez, M., & Ayala, L. (Febrero de 2016). *Composición química del raquis de manojos de plátano (Musa paradisiaca) y aceptabilidad como alimento para cerdos de engorde*. Obtenido de Research Gate: https://www.researchgate.net/publication/318018858_Chemical_composition_of_raquis_from_plantain_Musa_Paradisiaca_bunches_and_acceptability_as_food_for_fattening_pigs
- Campo, M., & Cuesta, O. (17 de Junio de 2019). *composición química y actividad biológica del tallo de Musa x paradisiaca L (BANANO)*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661248003/html/>
- Dávila, G., Juárez, J. S., Minutti, E. S., & Sánchez, L. O. (2024). *Evaluación de propiedades fisicoquímicas de composta como producto de un dispositivo inteligente de degradación biológica*. Obtenido de Scielo: <https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1910>
- Figuerado, M., & Gonzales, R. (Marzo de 2017). *Evaluación del secado de la Musa Paradisiaca*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445551175013>
- García, N. (2020 de Julio de 2020). *El pH del suelo y los Servicios de Salud del Suelo de CENIBANANO*. Obtenido de Cenibanano: <https://augura.com.co/wp-content/uploads/2020/10/16.-MLANAYA-pH-Suelo-10.07.2020.pdf>
- Gil, E., & Cantillo, E. (Noviembre de 2022). *Fertilizantes elaborados con residuos sólidos orgánicos para la producción de alimentos en la ranchería Yotojoroy en Maicao, La Guajira*. Obtenido de <https://repository.libertadores.edu.co/server/api/core/bitstreams/2b2847c4-5484-487c-be0a-4b335660f783/content>

- Luna, A., Guzmán, J., Gonzalez, N., & Jiménez, R. (2024). *Aprovechamiento sustentable del pseudotallo y raquis de plátano Musa sp.* Obtenido de SEVEN.
- Okta, S., Achmad, B., & Lando, R. (Enero de 2024). *Analysis Nutrient Content of Stem Banana Compost as Organic Fertilizer.* Obtenido de <https://doi.org/10.36378/juatika.v6i1.3377>
- Oliveira, P., & Silveira, E. (mayo de 2025). *Optimizing torrefaction of banana waste (peels and rachis) for sustainable biocoal production in rural communities.* Obtenido de ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953425001370?>
- Orellana, C. (2020). *NFLUENCIA DE DOS RESIDUOS DE COSECHA MÁS MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE BANANO (Musa acuminata), El.* Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ORELLANA%20CALLE%20CHRISTOPHER%20RAUL.pdf>
- Pérez, A. (2020). *ANÁLISIS DE LA OBTENCIÓN DE FIBRAS DE CELULOSA A PARTIR DE.* Obtenido de https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15661/1/T-3574_PEREZ%20NIEBLA%20ANDRES%20TEODORO.pdf
- Richi, H. (20 de abril de 2020). *Valoración nutricional de los residuos orgánicos de banano en el cantón La Troncal, Ecuador.* Obtenido de Revista Universitaria del Caribe: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/415/4152507010/>
- Sanches, J., & Bardales, C. (2019). *Evaluation of Nitrogen, Phosphorus and Potassium concentrations of biol and biosol obtained from cattle manure in a polyvinyl chloride geomembrane biodigester.* Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v26n3/a21v26n3.pdf>
- Aliaga, J., & Larico, J. (2024). *TRATAMIENTO TÉRMICO DE ESTIÉRCOL DE GANADO VACUNO PARA LA REMOCIÓN DE Fe(III) EN SOLUCIONES ACUOSAS.* Obtenido de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/11364/T010_72951839_T%20-%20T010_75059358_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Palacios, M. (2016). *Caracterización química de la biomasa procedente de las hojas, pseudotallo, raquis y pseudopeciolo de la planta de banano y su relación con el poder calorífico.* Obtenido de <https://dspace-test.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26232/1/TESIS.pdf?>
- Soto, S. (2018). *pH del suelo.* Obtenido de <https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/4ff82d89-c7f7-44ac-9cde-41d018ba2277/content>
- Tedesse, Z. (August de 2022). *Effects of Banana peel compost rates on Swiss chard growth performance and yield in Shirka district, Oromia, Ethiopia.* Obtenido de Research Gate: https://www.researchgate.net/publication/362539034_Effects_of_Banana_peel_compost_rates_on_Swiss_chard_growth_performance_and_yield_in_Shirka_district_Oromia_Ethiopia?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6Il9kaXJlY3QifX0

- Tinoco, J. (2023). *EVALUACIÓN DEL EFECTO DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (HMA) SOBRE LA ABSORCIÓN DE NUTRIENTES Y DESARROLLO VEGETATIVO EN EL CULTIVO DE BANANO CAVENDISH*. Obtenido de 2023
- Torres, S. (15 de Octubre de 2020). *REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE MACRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE BANANO*. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/TORRES%20GOMEZ%20SONIA%20AZUCENA.pdf>
- Vasquez, D., Garcia, D., & Garcia, M. (05 de Mayo de 2023). *Evaluación y análisis de la borra de café deshidratada como fertilizante orgánico para la agroindustria*. Obtenido de Revistas Sena: <https://revistas.sena.edu.co/index.php/e-innova/article/view/6095>
- Heredia, J. (2020). *“Efectos de la aplicación de ceniza de madera en la morfología y rendimiento del cultivo de fréjol (Phaseolus vulgaris L.) en la parroquia Patricia Pilar del cantón Buena Fe”*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3603e113-70d8-4910-a9d3-b91af3dcdbea/content>
- Sanchez, R., & Verdecia, M. (Diciembre de 2021). *Potencial fertilizante de cenizas de bagazo de caña de azúcar de industrias azucareras*. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v33n3/2224-5421-ind-33-03-452.pdf>
- Alcalá, P. A., Gaytán, O. R. T., & Hernández, J. C. (2020). Caracterización de fertilizantes orgánicos y estiércoles para uso como componentes de sustrato. *Acta Agronómica*. Obtenido de <https://doi.org/10.15446/acag.v69n3.84508>
- Tanaman, J. (Enero de 2024). *Análisis del contenido de nutrientes del compost de tallo de banano como fertilizante orgánico*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/380378029_Analysis_Nutrient_Content_of_Stem_Banana_Compost_as_Organic_Fertilizer
- Chuya, M. (2020). *EL COSTO BENEFICIO EN UN PROYECTO DE INVERSIÓN PARA DETERMINAR SU FACTIBILIDAD*. Obtenido de https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15464/1/E-11299_CHUYA%20CORDOVA%20MARIUXI%20ELIZABETH.pdf
- Upiachihua, C. (Febrero de 2021). *Biopot*. Obtenido de Bolsa de productos : <https://bolsadeproductos.com.ec/listing/abono-organico-de-alto-espectro/>
- NTE INEN 211:98 - Primera revisión 1998-1. (2018). Obtenido de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Documento_Base%20Legal%20NTE%20INEN%20211%20Fertilizantes%20o%20Abonos%20Tolerancias_1.pdf

ANEXOS

Recolección y eliminación de impurezas



Picado del tallo



Deshidratación por bandeja



Deshidratación solar



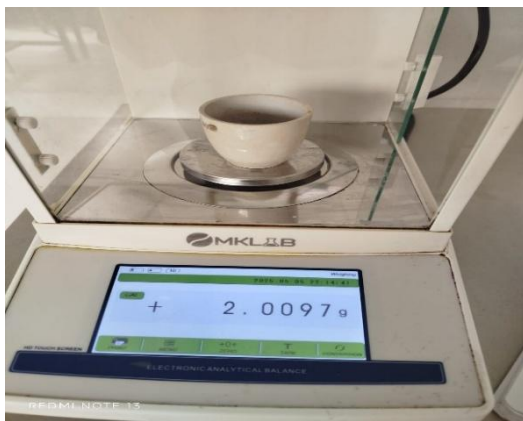
Tallo deshidratado



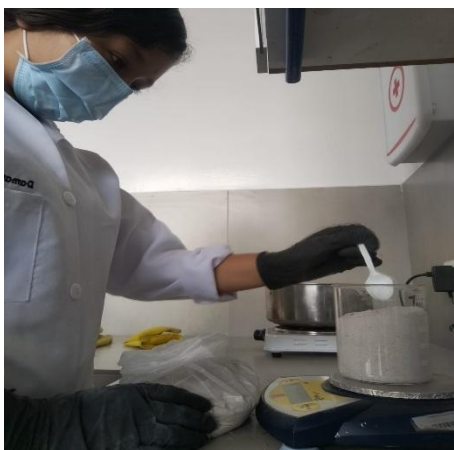
Tallo triturado



Análisis fisicoquímicos



Elaboración del fertilizante





Análisis del tallo por deshidratación de bandeja



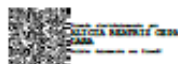
INFORME DE RESULTADOS ÁREA AMBIENTAL

INF.Nº: 2025-0282-1

SOLICITADO POR ¹ :	CORDOVA OVIEDO DAMARYS NAGELLY		
DIRECCION DEL CLIENTE ¹ :	HOSTAL MARILINA, UNACH VIA GUANO		
MUESTRA DE ¹ :	TALLO DE BANANO DESHIDRATADO		
DESCRIPCION ¹ :	TALLO DE BANANO DESHIDRATADO		
FECHA DE RECEPCION:	5/9/2025	HORA DE RECEPCION:	14:01
FECHA DE ANALISIS:	DEL 05/09/2025 AL 19/09/2025		
FECHA DE EMISION DEL INFORME:	19/09/2025		
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERISTICA:	CARACTERIST	ESTADO	SOLIDO
		CONTENIDO:	300 g
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.		

RESULTADOS							
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3	TOTAL	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
CALCIO	mg/kg	19	19,6	19,4	19	ABSORCIÓN ATÓMICA	-
CINCO TOTAL	mg/kg	<3	<3	<3	<3	ABSORCIÓN ATÓMICA	-
COBRE	mg/kg	<2	<2	<2	<2	ABSORCIÓN ATÓMICA	-
FOSFORO TOTAL	mg/kg	1010	1008	1008	1008	DIGESTIÓN ÁCIDA Y COLORIMÉTRICO MOLIBDATO-VANADATO	-
MAGNESIO TOTAL	mg/kg	<2	<2	<2	<2	ABSORCIÓN ATÓMICA	-
CN		36,9	37,5	37,0	37,1	MÉTODO DE WALKLEY	-
NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	mg/kg	3562	3550	3550	3554	TITULOMÉTRICO	-
POTASIO TOTAL	% (p/p)	11,35	11,35	11,30	11,4	ABSORCIÓN ATÓMICA	-

3: Datos proporcionados por el cliente y de su responsabilidad.



B.F. ALICIA CEPA
RESPONSABLE DEL ÁREA AMBIENTAL

Análisis del tallo por deshidratación de solar



INFORME DE RESULTADOS ÁREA AMBIENTAL

INF.Nº: 2025-0292-2

SOLICITADO POR:	CORDOVA OVIEDO DAMARYS NAGELLY		
DIRECCION DEL CLIENTE:	HOSTAL MARILINA, UNACHI VIA GUANO		
MUESTRA DE:	TALLO DE BANANO DESHIDRATADO		
DESCRIPCION:	TALLO DE BANANO DESHIDRATADO		
FECHA DE RECEPCION:	5/9/2025	HORA DE RECEPCION:	14H31
FECHA DE ANALISIS:	DEL 05/09/2025 AL 19/09/2025		
FECHA DE EMISION DEL INFORME:	19/9/2025		
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERISTICA:	CARACTERISTICA	ESTADO:	SOLIDO
		CONTENIDO:	300 g
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.		

RESULTADOS							
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3	TOTAL	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
CALCIO	mg/kg	25,9	27,3	26,6	27	ABSORCIÓN ATÓMICA	-
CINCO TOTAL	mg/kg	<2	<2	<2	<2	ABSORCIÓN ATÓMICA	-
COBRE	mg/kg	<1	<1	<1	<1	ABSORCIÓN ATÓMICA	-
FOSFORO TOTAL	mg/kg	905	910	915	910	DIGESTIÓN ÁCIDA Y COLORIMÉTRICO MOLIBDATO-VANADATO	-
MAGNESIO TOTAL	mg/kg	<1	<1	<1	<1	ABSORCIÓN ATÓMICA	-
CN		35,6	34,64	36,50	35,9	MÉTODO DE WALKLEY	-
NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	mg/kg	3250	3280	3240	3250	TITULOMÉTRICO	-
POTASIO TOTAL	% (p/p)	10,85	10,80	10,85	10,70	ABSORCIÓN ATÓMICA	-

3: Datos proporcionados por el cliente y de su responsabilidad.



B.F. ALICIA CEPA
RESPONSABLE DEL ÁREA AMBIENTAL

Análisis de las materias orgánicas



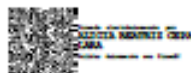
INFORME DE RESULTADOS ÁREA AMBIENTAL

INF.Nº: 2025-0300-1

SOLICITADO POR ¹ :	CORDOVA OVIEDO DAMARYS NAGELLY				
DIRECCION DEL CLIENTE ¹ :	HOSTAL MARILINA, UNACH VIA GUANO				
MUESTRA DE ¹ :	ESTIERCOL DE GANADO VACUNO				
DESCRIPCION ¹ :	ESTIERCOL DE GANADO VACUNO				
FECHA DE RECEPCION:	05/09/2025	HORA DE RECEPCION:	11:00		
FECHA DE ANALISIS:	DEL 05/09/2025 AL 05/09/2025				
FECHA DE EMISION DEL INFORME:	05/09/2025				
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA					
CARACTERISTICA:	CARACTERISTICA	ESTADO:	SOLIDO	CONTENIDO:	300 g
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.				

RESULTADOS							
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3	TOTAL	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
FOSFORO TOTAL	mg/kg	9700	9900	9900	9700	DIGESTIONACIDAY COLORIMETRICO MOLIBDATO-VANADATO	-
NITROGENO TOTAL KJELDAHL	mg/kg	15800	16300	16200	16100	TITULOMETRICO	-
POTASIO TOTAL	% (p/p)	1,07	1,09	1,04	1,06	ABSORCIÓN ATÓMICA	-

1: Datos proporcionados por el cliente y de su responsabilidad.



B.F. ALICIA CEPA
RESPONSABLE DEL AREA AMBIENTAL



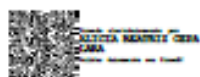
INFORME DE RESULTADOS
ÁREA AMBIENTAL

INF.Nº: 2025-0300-3

SOLICITADO POR:	CORDOVA OVIEDO DAMARYS NAGELLY		
DIRECCION DEL CUENTE:	HOSTAL MARILINA, UNACH VIA GUANO		
MUESTRA DE:	BORRA DE CAFE		
DESCRIPCION:	BORRA DE CAFE		
FECHA DE RECEPCION:	05/09/2025	HORA DE RECEPCION:	11:00
FECHA DE ANALISIS:	DEL 02/09/2025 AL 05/09/2025		
FECHA DE EMISION DEL INFORME:	05/09/2025		
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERISTICA:	CARACTERBY ESTADO:	SOLIDO	CONTENIDO:
			300 g
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.		

RESULTADOS							
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3	TOTAL	METODOS	INCERTIDUMBRE %
POSFORO TOTAL	mg/kg	1800	1800	1800	1800	DIGESTION ACIDA Y COLORIMETRICO MOLIBDATO-VANADATO	-
NITROGENO TOTAL KJELDAHL	mg/kg	75000	75300	75100	75000	TITULOMETRICO	-
POFASO TOTAL	%(p/p)	1,30	1,35	1,25	1,27	ABSORCION ATOMICA	-

3. Datos proporcionados por el cliente y de su responsabilidad.



B.F. ALICIA CEPA
RESPONSABLE DEL AREA AMBIENTAL



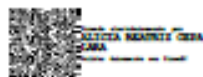
**INFORME DE RESULTADOS
ÁREA AMBIENTAL**

INF.Nº: 2025-0300-2

SOLICITADO POR ¹ :	CORDOVA OVIEDO DAMARYS NAGELLY		
DIRECCION DEL CLIENTE ¹ :	HOSTAL MARILINA, UNACH VIA GUANO		
MUESTRA DE ¹ :	CENIZA DE MADERA		
DESCRIPCION ¹ :	CENIZA DE MADERA		
FECHA DE RECEPCION:	05/09/2025	HORA DE RECEPCION:	11:00
FECHA DE ANALISIS:	DEL 02/09/2025 AL 05/09/2025		
FECHA DE EMISION DEL INFORME:	05/09/2025		
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERISTICA:	CARACTERISTICA	ESTADO:	SOLIDO
		CONTENIDO:	300 g
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.		

RESULTADOS							
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3	TOTAL	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
FOSFORO TOTAL	mg/kg	19000	19000	20000	20000	DIGESTIÓN ACIDIA Y COLORIMETRICO MOLIBDATO-VANADATO	-
NITROGENO TOTAL KJELDAHL	mg/kg	59000	57500	56400	57300	TITULOMETRICO	-
POTASIO TOTAL	% (pp)	6,33	6,40	6,35	6,36	ABSORCIÓN ATÓMICA	-

1: Datos proporcionados por el cliente y de su responsabilidad.



**B.F. ALICIA CEPA
RESPONSABLE DEL AREA AMBIENTAL**

Análisis de los tratamientos TB



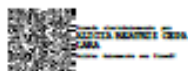
INFORME DE RESULTADOS ÁREA AMBIENTAL

INF.Nº: 2025-0300-5

SOLICITADO POR ¹ :	CORDOVA OVIEDO DAMARYS NAGELLY			
DIRECCION DEL CLIENTE ² :	HISTAL MARILLUNA, UNACHI VIA GUANO			
MUESTRA DE ³ :	FERTILIZANTE MUESTRA SOLIDA			
DESCRIPCION ⁴ :	FERTILIZANTE MUESTRA SOLIDA			
FECHA DE RECEPCION:	05/05/2025	HORA DE RECEPCION:	15:10	
FECHA DE ANALISIS:	DEL 05/05/2025 AL 10/05/2025			
FECHA DE EMISION DEL INFORME:	10/05/2025			
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA				
CARACTERISTICA:	CARACTERISTICA	ESTADO:	SOLIDO	CORTEJADO: 350g
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.			

RESULTADOS						
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3	TOTAL	METODOS
POSFORO TOTAL	mg/Kg	10100	10800	10200	10300	DIGESTIONACIADY COLORIMETRICO MOLIBDATO-VANADATO
NITROGENO TOTAL KJELDAHL	mg/Kg	44200	45400	46500	45366	TITULOMETRICO
POTASIO TOTAL	%(p/p)	2,56	2,56	2,56	2,56	ABSORCION ATOMICA

3: Datos proporcionados por el cliente y de su responsabilidad.



B.F. ALICIA CEPA
RESPONSABLE DEL AREA AMBIENTAL

T1



**INFORME DE RESULTADOS
ÁREA AMBIENTAL**

INF.Nº: 2025-0300-8

SOLICITADO POR ¹ :	CORDOVA OVIEDO DAMARYS NAGELLY		
DIRECCION DEL CLIENTE ² :	HOSTAL MARILINA, UNACHI VIA GUANO		
MUESTRA DE ³ :	MUESTRA SOLIDA FERTILIZANTE		
DESCRIPCION ⁴ :	MUESTRA SOLIDA FERTILIZANTE		
FECHA DE RECEPCION:	11/09/2025	HORA DE RECEPCION:	11:00
FECHA DE ANALISIS:	DEL 11/09/2025 AL 16/09/2025		
FECHA DE EMISION DEL INFORME:	10/09/2025		
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERISTICA:	CARACTERISTICA	ESTADO:	SOLIDO
		CONTENIDO:	250 g
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.		

RESULTADOS							
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3	TOTAL	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
FOSFORO TOTAL	mg/Kg	8370	8790	8880	8886	DIGESTIONACIÓY COLORIMETRICO MOLIBDATO- VANADATO	-
NITROGENO TOTAL KJELDAHL	mg/Kg	40000	41800	41500	41033	TITULOMETRICO	-
POTASIO TOTAL	%(p/p)	3,21	3,28	3,20	3,23	ABSORCIÓN ATÓMICA	-

2: Datos proporcionados por el cliente y de su responsabilidad.



B.F. ALICIA CEPA
RESPONSABLE DEL AREA AMBIENTAL

T2



**INFORME DE RESULTADOS
ÁREA AMBIENTAL**

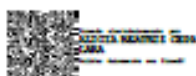
INF.Nº: 2025-0900-9

SOLICITADO POR ¹ :	CORDOVA OVIEDO DAMARYS NAGELLY		
DIRECCION DEL CLIENTE ² :	HOSTAL MARILINA, UNACHI VIA GUANO		
MUESTRA DE ³ :	MUESTRA SOLIDA FERTILIZANTE		
DESCRIPCION ⁴ :	MUESTRA SOLIDA FERTILIZANTE		
FECHA DE RECEPCION:	11/09/2025	HORA DE RECEPCION:	11:00
FECHA DE ANALISIS:	DEL 11/09/2025 AL 15/09/2025		
FECHA DE EMISION DEL INFORME:	10/09/2025		
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERISTICA:	CARACTERISTICA	ESTADO:	CONTENIDO:
		SOLIDO	250g
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.		

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3	TOTAL	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
POSFORO TOTAL	mg/kg	7950	7900	7850	7900	DIGESTION ACIDAY COLORIMETRICO MOLIBDATO-VANADATO	-
NITROGENO TOTAL KJELDAHL	mg/kg	32400	32100	33200	32566	TITULOMETRICO	-
POTASIO TOTAL	%(p/p)	5,23	5,25	5,30	5,26	ABSORCIÓN ATÓMICA	-

3: Datos proporcionados por el cliente y de su responsabilidad.



B.F. ALICIA CEPA
RESPONSABLE DEL AREA AMBIENTAL

T3



**INFORME DE RESULTADOS
ÁREA AMBIENTAL**

INF.Nº: 2025-0300-10

SOLICITADO POR ¹ :	CORDOVA OVIEDO DAMARYS NAGELLY		
DIRECCION DEL CLIENTE ² :	HOSTAL MARILUNA, UNACHI VIA GUANO		
MUESTRA DE ³ :	MUESTRA SOLIDA FERTILIZANTE		
DESCRIPCION ⁴ :	MUESTRA SOLIDA FERTILIZANTE		
FECHA DE RECEPCION:	11/09/2025	HORA DE RECEPCION:	11:00
FECHA DE ANALISIS:	DEL 11/09/2025 AL 15/09/2025		
FECHA DE EMISION DEL INFORME:	10/09/2025		
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERISTICA:	CARACTERIST	ESTADO:	SOLIDO
			CONTENIDO:
			250g
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.		

RESULTADOS						
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3	TOTAL	METODOS
POSFORO TOTAL	mg/Kg	4850	4700	4850	4733	DIGESTION Y COLORIMETRICO MOLIBDATO-VANADATO
NITROGENO TOTAL KJELDAHL	mg/Kg	18430	18370	18850	18716	TITULOMETRICO
POTASIO TOTAL	% (p/p)	7,75	7,82	7,84	7,81	ABSORCION ATOMICA

3: Datos proporcionados por el cliente y de su responsabilidad.



B.F. ALICIA CEPA
RESPONSABLE DEL AREA AMBIENTAL