



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**EXTENSIÓN EN EL CARMEN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

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

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGROPECUARIO

**“Tecnología Microbial Catalyst® en Plátano ‘Barraganete’ en Fase de  
Vivero”**

**AUTOR:** Oliver Bryan Sabando Loza

**TUTOR:** Ing. Leonardo Enrique Avellán Vásquez, Mg.

El Carmen, enero del 2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	CERTIFICADO DE TUTOR(A)	
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión de El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración bajo la autoría del estudiante **Sabando Loza Oliver Bryan** legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Agropecuaria período académico 2024(2) cumpliendo el total de horas, cuyo tema del proyecto es "**Tecnología Microbial Catalyst® en Plátano 'Barraganete' en Fase de Vivero**"

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

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

Lugar, El Carmen, diciembre del 2024

Lo certifico,

  
 Ing. Leonardo Enrique Avellán Vázquez, Mg.  
**Docente Tutor**  
 Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria



## DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, Sabando Loza Oliver Bryan con cédula de ciudadanía 131640124-7, estudiante de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy el autor de la tesis titulada "**Tecnología Microbial Catalyst® en Plátano 'Barraganete' en Fase de Vivero**", esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total de su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos y resultados que no son de mi autoría, están debidamente citados y referenciados.

Atentamente,



Oliver Bryan Sabando Loza

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

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TÍTULO:**

**“Tecnología Microbial Catalyst® en Plátano ‘Barraganete’ en Fase de  
Vivero”**

**AUTOR:** Sabando Loza Oliver Bryan

**TUTOR:** Ing. Leonardo Enrique Avellán Vásquez, Mg.

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

Presidente Tribunal: Ing. De la Cruz Marco, Mg



Miembro Tribunal: Ing. Vivas Cedeño Jorge, Mg



Miembro Tribunal: Ing. Cobaña Loor Nexar, Mg



## DEDICATORIA

«Solo el que intenta lo absurdo es capaz de conseguir lo que parecía imposible»

*‘Miguel de Unamuno’.*

A mis padres, por su amor incondicional y por enseñarme la importancia de la perseverancia y la educación. Su constante apoyo ha sido fundamental en cada paso de este camino.

A mis amigos, por ser mi refugio en momentos de dificultad y mis compañeros de celebración en tiempos de éxito. Su amistad y respaldo han sido una fuente constante de fortaleza y motivación.

Finalmente, dedico este trabajo a todos aquellos que creen en el valor del esfuerzo diario para alcanzar sus metas. Esta tesis es un testimonio del poder de la dedicación y el apoyo comunitario. Gracias a todos por ser parte de este viaje.

*‘Oliver Bryan Sabando Loza’*

## **AGRADECIMIENTO**

Al culminar este trabajo, quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas aquellas personas que, de una u otra manera, han sido fundamentales en este proceso.

A mi familia, en especial a mis padres, Oliver Sabando & Johana Loza, por su amor incondicional, su apoyo constante y por creer en mí, incluso en los momentos más difíciles. Sin su aliento y confianza, no hubiese sido posible superar los retos que encontré durante este camino.

A mis amigos y compañeros de estudio, quienes me brindaron su compañía, apoyo emocional y valiosos consejos en los momentos de incertidumbre. Vicky Herrera & Marjiore Espinoza, a ustedes, gracias por compartir tantas horas de trabajo, discusiones y risas, haciéndome sentir que no estaba solo en este viaje.

Finalmente, quiero dedicar un agradecimiento especial a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron a la realización de este trabajo. A todos ustedes, mi más sincero reconocimiento.

## ÍNDICE DE TABLA

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ EXTENSIÓN EN EL CARMEN .....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
ÍNDICE DE TABLA .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURA .....	XI
ÍNDICE DE ANEXO .....	XII
RESUMEN .....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	4
1 MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 Origen del plátano .....	4
1.2 Partes Fenológicas .....	5
1.2.1 Brotación y emergencia .....	6
1.2.2 Aparición de la primera hoja funcional hasta la aparición del primer hijuelo .....	7
1.2.3 Formación de hijuelos .....	7
1.2.4 Alargamiento inicial de entrenudos.....	8
1.2.5 Iniciación Floral.....	9
1.2.6 Desarrollo de la bellota.....	9
1.2.7 Floración.....	9
1.2.8 Iniciación del racimo .....	9
1.2.9 Llenado del racimo .....	10
1.2.10 Maduración.....	10
1.3 Técnicas de producción .....	11

1.3.1	Hijos y cormos.....	11
1.3.2	Viveros .....	11
1.4	Agentes de crecimiento .....	12
1.4.1	Citoquinina .....	12
CAPITULO II.....		14
ESTADO DEL ARTE .....		14
CAPÍTULO III .....		16
3	MATERIALES Y MÉTODOS .....	16
3.1	Localización de la unidad experimental .....	16
3.2	Caracterización agroecológica de la zona .....	16
3.3	Variables.....	17
3.4	Variables independientes .....	17
3.4.1	Métodos .....	17
3.4.2	Experimental.....	17
3.4.3	Enfoque analítico-sintético .....	17
3.4.4	Enfoque inductivo-deductivo .....	18
3.4.5	Método empírico .....	18
3.5	Variables dependientes.....	18
3.6	Tratamientos .....	19
3.7	Características de las Unidades Experimentales .....	19
3.8	Análisis Estadístico .....	19
3.9	Instrumentos de medición.....	20
3.9.1	Materiales y equipos de campo .....	20
3.9.2	Materiales de campo y muestreo .....	20
3.9.3	Manejo del ensayo .....	21
3.9.4	Toma de datos.....	22
CAPÍTULO IV .....		24
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1	Días a la brotación .....	24

4.2	Número de cormos .....	24
4.3	Porcentaje de mortalidad .....	25
4.4	Longitud de pseudotallo .....	26
4.5	Grosor de pseudotallo .....	26
4.6	Longitud de la hoja .....	27
4.7	Ancho de la hoja .....	28
4.8	Área de la hoja (cm <sup>2</sup> ) .....	28
4.9	Longitud de la raíz .....	29
4.10	Grosor de raíz .....	29
4.11	Peso de la raíz .....	30
4.12	Peso de cormo .....	31
4.13	Peso del pseudotallo .....	31
4.14	Peso de hojas .....	32
CAPÍTULO V .....		34
5	CONCLUSIÓN .....	34
CAPITULO VI .....		35
6	RECOMENDACIONES .....	35
7	BIBLIOGRAFÍA .....	XXXV
ANEXOS .....		XLV

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1.</b> A. Brotación. B. Emergencia. C. Plántula. D. Estado. E1. E. Estado E2. F. Estado E3. G. Estado E4. H. Estado E5. I. Desarrollo de hijuelos. J. Hijuelos y planta madre. ....	6
<b>Figura 2.</b> Ubicación del sector.....	16

## ÍNDICE DE ANEXO

<b>Anexo 1.</b> ADEVA de la variable días a la brotación .....	XLV
<b>Anexo 2.</b> ADEVA de la variable de número de cormos.....	XLV
<b>Anexo 3.</b> ADEVA de la variable de porcentaje de mortalidad .....	XLV
<b>Anexo 4.</b> ADEVA de la variable del grosor del pseudotallo.....	XXXV
<b>Anexo 5.</b> ADEVA de la variable de la longitud de la hoja .....	XXXV
<b>Anexo 6.</b> ADEVA de la variable del ancho de la hoja .....	XXXV
<b>Anexo 7.</b> ADEVA de la variable del área de la hoja.....	XXXV
<b>Anexo 8.</b> ADEVA de la variable de la longitud de la raíz .....	XXXVI
<b>Anexo 9.</b> ADEVA de la variable del grosor de la raíz .....	XXXVI
<b>Anexo 10.</b> ADEVA de la variable del peso de la raíz.....	XXXVI
<b>Anexo 11.</b> ADEVA de la variable del peso del cormo.....	XXXVI
<b>Anexo 12.</b> ADEVA de la variable del peso del pseudotallo .....	XXXVII
<b>Anexo 13.</b> ADEVA de la variable del peso del pseudotallo .....	XXXVII
<b>Anexo 14.</b> Manejo inicial del material de siembra .....	XXXVII
<b>Anexo 15.</b> Crecimiento de plántulas de plátano.....	XXXV
<b>Anexo 16.</b> Proceso de recolección de datos para el análisis del laboratorio .....	XXXV
<b>Anexo 17.</b> Resultados de análisis de laboratorio.....	XXXV

## RESUMEN

La presente investigación sobre la aplicación de la Tecnología Microbial Catalyst® en plántulas de plátano ‘Barraganete’ en la fase de vivero, realizado en El Carmen, Manabí, tuvo como objetivo evaluar el impacto de esta tecnología en el desarrollo radicular del cultivo y determinar el tiempo óptimo de inmersión para maximizar el área y vigor de las raíces. Se aplicaron 7 tratamientos con diferentes tiempos de inmersión (de inmediato a 10 horas) y un grupo control, analizando variables como porcentaje de mortalidad, biomasa de raíces, diámetro y peso del pseudotallo, altura de la planta, y área foliar.

Los resultados mostraron que el tratamiento de 6 horas de inmersión tuvo el menor porcentaje de mortalidad (7.05%), mientras que la inmersión de 10 horas promovió un mayor desarrollo radicular y biomasa. Aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas en muchas variables, la tecnología demostró ser prometedora al mejorar el crecimiento radicular y reducir la dependencia de insumos externos, contribuyendo a una mayor sostenibilidad y productividad del cultivo. Se determinó que el uso de Microbial Catalyst® es una alternativa efectiva para optimizar la producción de plántulas en vivero, con beneficios tanto económicos como ambientales.

**Palabras claves:** Plátano Barraganete, Tecnología Microbial Catalyst®, desarrollo radicular, fase de vivero.

## ABSTRACT

The present research on the application of Microbial Catalyst® Technology on 'Barraganete' plantain seedlings in the nursery stage, carried out in El Carmen, Manabí, had the objective of evaluating the impact of this technology on the root development of the crop and to determine the optimum immersion time to maximize the area and vigor of the roots. Seven treatments with different immersion times (from immediate to 10 hours) and a control group were applied, analyzing variables such as percentage mortality, root biomass, pseudostem diameter and weight, plant height, and leaf area.

The results showed that the 6-hour immersion treatment had the lowest percentage of mortality (7.05%), while the 10-hour immersion promoted greater root development and biomass. Although no statistically significant differences were observed in many variables, the technology showed promise in improving root growth and reducing dependence on external inputs, contributing to greater crop sustainability and productivity. It was determined that the use of Microbial Catalyst® is an effective alternative to optimize nursery seedling production, with both economic and environmental benefits.

**Keywords:** Barraganete banana, Microbial Catalyst® technology, root development, nursery stage.

## INTRODUCCIÓN

Silva-Alvarado et al, (2021), menciona que la cadena agroalimentaria incluye a todos los actores desde la producción primaria hasta la venta al consumidor final, los productos comercializados abarcan un gran rubro económico en el país. Fernández et al. (2021), señalan que el plátano (*Musa spp.*) es uno de los cultivos más importantes en la sociedad ecuatoriana, debido a que forma parte del alimento básico en la vida alimentaria de los pueblos, especialmente en las regiones costeras y amazónicas. Debido a que se encuentra en la mayoría de los sistemas de producción agrícola, proporciona empleos e ingresos a miles de ecuatorianos y representa un activo comercial importante (Silva-Alvarado et al., 2021).

Ecuador posee una variedad de productos agrícolas significativos, entre los cuales destaca el plátano en sus diversas formas. Gracias a su versatilidad para la transformación industrial y la preferencia de los consumidores, el plátano se presenta como una opción viable para desarrollar numerosas alternativas de mercado aún no exploradas (Fernández et al., 2021). La planta entera ofrece múltiples usos para la nueva matriz productiva; las hojas y los tallos, por ejemplo, son ricos en fibra y celulosa, lo que los convierte en valiosas materias primas para la industria (Paz & Pesantez, 2013).

La mayor área para cultivos de plátano se encuentra en el cantón el Carmen de la provincia de Manabí. La producción anual en Manabí representa aproximadamente el 45,10% respecto a la producción nacional de este cultivo y alrededor del 70% de la producción de la región Costa, lo que conlleva que esta fruta se poseione en los mercados de Estados Unidos y Europa por su alta calidad e inocuidad (Beltrón-Cedeño et al., 2018).

El aumento proyectado de la población mundial, junto con la creciente demanda de proteínas de origen animal, plantea un desafío global para el sector agrícola que consiste en aumentar la productividad y sustentabilidad de los cultivos. Por lo tanto, es esencial lograr un incremento anual del 2,4% en la producción agrícola, ya que las necesidades alimentarias se duplicarán en las próximas tres décadas (Avellán-Vásquez et al., 2021; Fixen, 2010).

Desde una perspectiva de sostenibilidad, esto implica una gestión agrícola más eficiente y un enfoque en el crecimiento vertical (aumento de producción y productividad) (Diaz-Zorita, 2023). Además, la competencia por el suelo entre sectores urbanos, industriales y agrícolas requiere una intensiva gestión del suelo, incluyendo la fertilización, para mejorar continuamente los rendimientos. Además, es esencial comprender los patrones de distribución

de las raíces, ya que desempeñan un papel crucial en la competencia por el espacio, la absorción de agua y nutrientes (Avellán-Vásquez et al., 2021).

La técnica de vivero en plátano es una alternativa viable y de bajos insumos que permite a los productores incrementar los niveles de multiplicación del material para la siembra (Opata, 2020). Con un correcto manejo del vivero en cuanto al riego y a la aplicación de fertilizante nitrogenado, se obtienen plantas vigorosas con características morfológicas adecuadas para ser empleadas en la renovación de las plantaciones (Mintah et al., 2017a).

La aplicación de biorreguladores implica mezclar en agua hongos y bacterias como *Paecilomyces lilacinus* y *Pasteuria penetrans*, agentes biológicos que demuestran eficacia en el control de fitonematodos. Esta práctica ayuda a reducir significativamente la capacidad de estos parásitos de infectar y dañar el sistema radical de las plantas, ofreciendo una solución sostenible y efectiva para el manejo de nematodos en cultivos agrícolas (Chaudhary y Kaul, 2011).

La aplicación de un catalizador microbiano en plátano barraganete durante la fase de vivero proporciona varios beneficios, tanto inmediatos como a largo plazo para obtener un mayor número de plantas elite para la producción platanera. Entre ellos se encuentran un crecimiento radicular aumentado, mayor disponibilidad de nutrientes, defensa contra patógenos, mayor tolerancia al estrés y un crecimiento más rápido y uniforme. Estos factores resultan en un cultivo más resistente y productivo, con una menor dependencia de insumos externos, lo cual es esencial para la sostenibilidad económica y ambiental en la producción de plátano barraganete.

#### **i. Planteamiento del problema**

En la producción de plátano Barraganete para exportación una de las principales causas que van en detrimento de la producción es el volcamiento de las plantas, este suceso se da por que tienen muy poca masa radical dando como resultado pérdidas; por otro lado, hay investigaciones que se han realizado utilizando promotores de crecimiento por separado, esto con el fin de incrementar la masa radical en el cultivar pero no se ha encontrado diferencias estadísticas, teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se quiere probar una tecnología alternativa (Tecnología Microbial Catalyst®) en el cultivo de plátano ‘Barraganete’ en fase de vivero con la finalidad de establecer si el producto incrementa o no la masa radical en el cultivar anteriormente citado y así poder minimizar el acame en las plantaciones de esta musácea.

¿El uso de (Tecnología Microbial Catalyst®) en plátano ‘Barraganete’ en fase de vivero aumenta la masa radical?

## **ii. Objetivo General**

Evaluar el efecto de la Tecnología Microbial Catalyst® en el desarrollo radical del plátano ‘Barraganete’ (*Musa paradisiaca* L) en fase de vivero.

## **iii. Objetivos Específicos**

- Analizar la eficacia de la Tecnología Microbial Catalyst® en el incremento del crecimiento radical del plátano ‘Barraganete’.
- Determinar el tiempo de inmersión de los hijuelos de plátano ‘Barraganete’ en la Tecnología Microbial Catalyst® para maximizar el área *radical*.

## **iv. Hipótesis**

**H<sub>a</sub>:** La aplicación de Tecnología Microbial Catalyst® en plátano Barraganete en fase de vivero aumenta significativamente la resistencia, crecimiento y desarrollo tanto en raíces como en las plantas.

**H<sub>o</sub>:** La aplicación de Tecnología Microbial Catalyst® en plátano Barraganete en fase de vivero no aumenta significativamente la resistencia, crecimiento y desarrollo tanto en raíces como en las plantas.

# CAPÍTULO I

## 1 MARCO TEÓRICO

### 1.1 Origen del plátano

El género *Musa* es de origen antiguo y alberga diversas especies que se emplean tanto en la alimentación humana como en el animal. La sección *Musa*, dentro de este género, incluye la mayoría de las variedades de bananos y plátanos comestibles. El consumo de banano como fruta fresca es excepcionalmente alto, superando incluso a otras frutas, excepto los cítricos industriales (Alcivar, 2015).

El plátano es una planta herbácea, perteneciente a la familia musáceas, que consta de un tallo subterráneo (cormo o rizoma) de cual brota un pseudotallo aéreo; el cual emite raíces y yemas laterales que forman los hijuelos (Canchignia Martínez et al., 2008). El plátano es monocotiledóneo de porte alto, originadas de cruces intra e interespecíficas entre *Musa acuminada* Colla (genoma A) y *Musa balbisiana* Colla (genoma B) que pertenecen a la familia *Musaceae*. Estas especies disponibles provienen de los genomas A y B, respectivamente (Nadal-Medina et al., 2009).

Borja (2016), señala que el plátano (*Musa sp*) es una de las primeras plantas que se sometió a domesticación. Su cultivo se remonta a hace aproximadamente 10.000 años, durante el período Neolítico. En la antigüedad, nuestros ancestros solían propagar el plátano a partir de los rizomas o retoños. Actualmente, existen numerosas variedades locales, y se han identificado hasta 500 variedades distintas de plátanos en todo el mundo.

El plátano (*Musa sp*) es ampliamente cultivado en todas las regiones tropicales del mundo, lo que le confiere una gran relevancia económica en numerosos países tropicales como África, Brasil, Colombia, China, Costa Rica, Ecuador, Filipinas, Guatemala, Honduras, India, Indonesia, Panamá, República Dominicana y Tailandia (Murillo et al., 2021). Según datos del Banco Central del Ecuador (BCE), el sector bananero contribuye con un 2% a l Producto Interno Bruto (PIB) y aproximadamente un 35% al PIB agropecuario, destacándose como una pieza esencial para la sostenibilidad de la economía ecuatoriana. Dadas estas circunstancias, se hace prioritario analizar las condiciones de producción del banano y sus diversas modalidades (Villanueva et al., 2020).

Biju (1997), estudió los cambios anatómicos en el punto de crecimiento del banano "Red banana" durante la transición de la fase vegetativa a la reproductiva. Concluyó que esta transformación ontogénica se compone principalmente de dos eventos: la iniciación floral y la diferenciación del "brote floral".

**Tabla 1.** *Designación y descripción de las etapas de crecimiento en plátano*

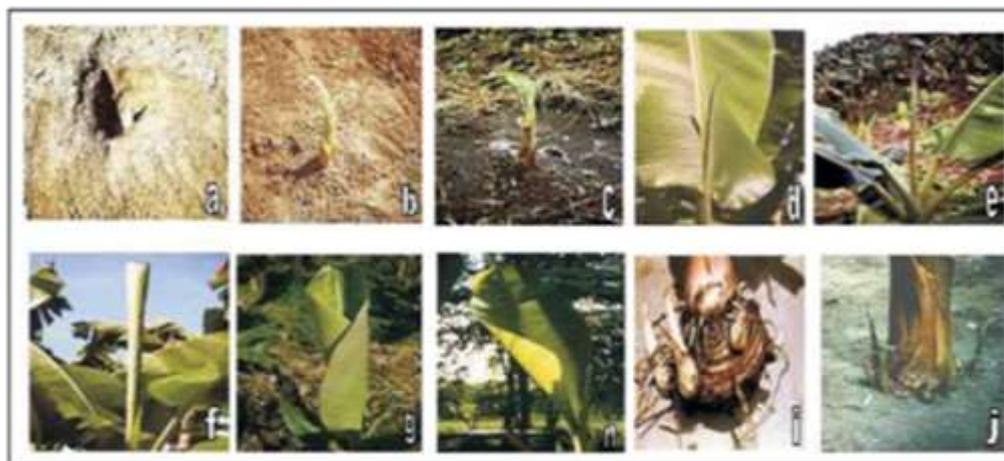
<b>Designación</b>	<b>Descripción</b>
Brotación y emergencia	Desde el momento de la siembra hasta la aparición de la primera hoja funcional.
Plántula	Desde la aparición de la primera hoja funcional hasta la aparición del primer hijuelo.
Formación de hijuelos	Desde la aparición del primer hijuelo hasta el inicio del alargamiento de entrenudos.
Alargamiento inicial de entrenudos	Desde el alargamiento de los entrenudos nueve o 10, hasta la iniciación de la bellota.
Iniciación Floral	Desde la iniciación de la bellota hasta que el primordio de ésta se observa a simple vista.
Desarrollo de la botella	Desde que el primordio de bellota se observa a simple vista hasta su emisión en la parte terminal del pseudotallo.
Floración	Desde la emisión de la bellota hasta la apertura de la primera bráctea.
Iniciación de racimo	Desde la apertura de la primera bráctea hasta que los primordios de todos los dedos se hacen visibles
Llenado de racimo	Desde que los primordios de dedos se hacen visibles hasta madurez fisiológica
Maduración	Desde madurez fisiológica hasta maduración completa

**Nota:** Tomado de Aristizábal-Loaiza & Jaramillo-Giraldo, (2010)

## **1.2 Partes Fenológicas**

A lo largo del ciclo de vida de las plantas, ya sean cultivadas o silvestres, ocurren eventos anatómicos, morfológicos y fisiológicos característicos, conocidos genéricamente como etapas de crecimiento. Conocer estas etapas es esencial no solo para entender su desarrollo, sino también para planificar el manejo agronómico de los cultivos (Aristizabal-Loaiza & Jaramillo-Giraldo, 2010).

El desarrollo es cualitativo y abarca procesos de diferenciación o cambios estructurales y fisiológicos, los cuales se componen de eventos sucesivos que varían según el estado de crecimiento de la planta (Fernández et al., 1985). Por esta razón, es imprescindible una descripción clara de estos eventos, no solo para el uso científico que hacen de esta información los fisiólogos vegetales, los fitomejoradores y los modeladores de cultivos (Groot et al., 1986). Además, esta información es muy útil para los asistentes técnicos y los agricultores, ya que las prácticas de manejo agronómico suelen estar vinculadas con el estado de desarrollo del cultivo (Bleiholder et al., 1991).



**Nota:** Tomado de Aristizábal-Loaiza & Jaramillo-Giraldo, (2010)

**Figura 1.** A. Brotación. B. Emergencia. C. Plántula. D. Estado E1. E. Estado E2. F. Estado E3. G. Estado E4. H. Estado E5. I. Desarrollo de hijuelos. J. Hijuelos y planta madre.

### 1.2.1 Brotación y emergencia

El brote se inicia debajo de la superficie del suelo como un puyón formado por las primeras hojas, que no son funcionales y están superpuestas. Al emerger, el puyón tiene un color blanquecino porque los primordios de las hojas aún no han sintetizado clorofila. Cuando emerge, el puyón tiene un tono blanquecino porque los primordios de las hojas aún no han producido clorofila (Belalcázar et al., 1991).

Durante la emergencia se producen dos eventos importantes: primero, la formación de raíces que surgen de los nudos del cormo, de tipo fibroso y con abundantes raíces secundarias, cuyo número varía con el tiempo (Aristizabal-Loaiza & Jaramillo-Giraldo, 2010).

Belalcázar (1991), determinó que a los 5, 10 y 15 días después de la siembra, el número de raíces es de 5, 15 y 24, respectivamente. El segundo evento notable es la formación de hojas no funcionales, que son rudimentarias, lanceoladas y carecen de una lámina foliar desarrollada.

Esta etapa finaliza cuando la planta produce su primera hoja funcional y, bajo las condiciones de Santágueda, tiene una duración promedio de entre 15 y 21 días (Belalcázar et al., 1991).

### 1.2.2 Aparición de la primera hoja funcional hasta la aparición del primer hijuelo

Comienza cuando la planta emite su primera hoja funcional. Esta etapa se distingue por el inicio del crecimiento activo de la planta, correspondiente a la fase inicial de su curva de crecimiento. Tiene una duración aproximada de 98 días y finaliza cuando aparece el primer hijuelo en la superficie del suelo. Durante este tiempo, el rizoma aumenta de tamaño, se incrementa el número de raíces y se desarrollan las primeras hojas funcionales (Craenen, 1998).

Cuando la hoja emerge, lo hace con la lámina foliar completamente enrollada, pareciendo un cigarro. Luego, comienza a desenrollarse de derecha a izquierda. Según Craenen, (1998), este proceso tiene seis etapas:

Estado	Categoría
<i>Estado 1</i>	La hoja cigarro tiene una longitud mínima de 10 cm, aparece en la punta de la planta y está rodeada o conectada por el pecíolo de la hoja anterior. No presenta actividad fotosintética debido a que los sistemas fotosintéticos y enzimático aún no han terminado de desarrollarse.
<i>Estado 2</i>	La hoja cigarro es larga, aunque permanece enrollada. Se separa del pecíolo de la hoja anterior y adopta una posición vertical, aunque aún lo alcanza su longitud total. La fotosíntesis sigue siendo inexistente, pero comienza la organización de los cloroplastos.
<i>Estado 3</i>	La hoja cigarro se desprende del pecíolo de la hoja anterior, alcanza su tamaño completo y su diámetro final aumenta. La espiral se deshace y la síntesis de clorofila comienza, aunque aún es insuficiente para realizar fotosíntesis eficiente.
<i>Estado 4</i>	El lado izquierdo de la hoja comienza a desplegarse, y la hoja adopta una forma de embudo angosto.
<i>Estado 5</i>	La parte superior de la hoja está completamente desarrollada, mientras que solo la base permanece enrollada; la hoja adopta la forma de un embudo o túnel amplio.
<i>Estado 6</i>	La hoja está totalmente abierta, la aparición del primer hijuelo determina la culminación de esta etapa.

### 1.2.3 Formación de hijuelos

Según Belalcázar et al, (1991), el cormo (o semilla vegetativa), que origina la plántula, inicialmente tiene una forma cilíndrica. Sin embargo, a los tres meses de la siembra comienza a adoptar una forma de cono truncado y desarrolla un segundo cormo, cuya base se sitúa entre

20 y 25 cm de profundidad bajo el nivel del suelo. La profundidad a la que se inicia la formación de este segundo cormo parece estar influenciada por la calidad de luz que recibe.

En este periodo, se produce un intenso desarrollo del sistema radicular, clave para la absorción de agua y nutrientes, el anclaje de la planta y la producción y almacenamiento de hormonas reguladoras de crecimiento. Previo al surgimiento de las raíces, el cormo sembrado asume algunas funciones vitales, actuando como órgano de resistencia y reserva, garantizando la supervivencia y desarrollo inicial de la planta (Blomme et al., 2001).

(Craenen, (1998), detalla que la formación del sistema radicular se inicia con la formación de raíces nodales y continúa con la emergencia de raíces adventicias. Este proceso es altamente dinámico, con una constante emisión de nuevas raíces en los hijuelos. La relación entre el crecimiento radicular y el desarrollo de los brotes es íntima. De acuerdo con (Belalcázar et al., 1991), el plátano presenta una prolífica producción de raíces, alcanzando un total de 350-400 raíces durante su ciclo vegetativo.

El desarrollo foliar continúa según el patrón establecido, con un aumento gradual en tamaño y longevidad de las hojas nuevas, hasta llegar a un punto culminante y luego decrecer Aristizabal-Loaiza & Jaramillo-Giraldo, (2010). La producción de hijuelos garantiza la sostenibilidad a largo plazo de la plantación. Estos brotes se forman en los nudos del cormo, rodeando la planta madre y dependiendo inicialmente de ella para su supervivencia. Los hijuelos presentan un color blancuzco antes de emerger, pero hacerlo adquieren colores verdes y rojizo (Belalcázar et al., 1991).

#### **1.2.4 Alargamiento inicial de entrenudos**

Esta fase marca el inicio de la formación del tallo floral, que se produce debido al alargamiento de los entrenudos, comenzando desde el noveno o décimo nudo. Este crecimiento da lugar a un tallo que, en su extremo, muestra primordio de hoja, Barker & Steward, (1962). En esta fase, la actividad metabólica en el ápice meristemático del cormo aumenta significativamente, los nuevos primordios se convierten en brácteas. También comienza la formación de las últimas hojas de la planta, el alargamiento de los entrenudos va de abajo hacia arriba, y al iniciar la diferenciación floral, aún deben emerger unas nueve o diez hojas (Alarcón et al., 2002).

Para Belalcázar (1991), la diferenciación floral ocurre cuando la planta ha producido un promedio de 17 hojas. De manera similar, Summerville (1944), en sus estudios con el plátano determinó que la transformación del meristemo vegetativo para diferenciar elementos florales se presenta cuando la planta ha desarrollado el 50% de su área foliar.

Aunque el meristemo del cormo toma una forma de domo internamente durante la diferenciación floral (BARKER & STEWARD, 1962), la planta no presenta signos externos que indiquen este cambio. Sin embargo, al igual que en este estudio, aún quedan entre 10 y 12 hojas por emerger, las cuales se forman de manera sucesiva antes de la aparición de la inflorescencia (Champion, 1961).

### **1.2.5 Iniciación Floral**

En esta fase ocurren varios procesos: se alargan los entrenudos, se detiene la producción de hojas, se desarrollan las brácteas y comienza la formación de la inflorescencia. Además, en esta etapa se define el número potencial de manos y dedos y racimo futuro, y ya están formados todas las hojas que la planta emitirá (Torres-Tamayo, 2020).

### **1.2.6 Desarrollo de la bellota**

En esta etapa destaca el crecimiento predominante de los primordios florales basales sobre los apicales. Al finalizar esta fase, la planta alcanza una estructura completa, compuesta por: el cormo; las vainas externas de las hojas que brotaron del cormo, con o sin la lámina foliar; las vainas internas de las hojas provenientes de los nudos del tallo floral, que lo rodean conservando la lámina foliar; la bráctea, una hoja modificada; y la inflorescencia. Además, las hojas que emergen del tallo floral son las responsables de nutrir y llenar el racimo (Aristizábal & Landinez, 1993).

### **1.2.7 Floración**

La bellota comienza su desarrollo en posición vertical, con brácteas predominantemente verdes. Aproximadamente en 7 días, adopta una posición horizontal y sus brácteas empiezan a tornarse de un color morado o púrpura característico. Pasados otros 7 días, toma una posición colgante (pendular), y las brácteas exhiben el color distintivo de la variedad. Una vez que la bellota se encuentra en posición pendular, se abre la primera bráctea basal, marcando el final de esta etapa (Aristizabal & Jaramillo, 2010).

### **1.2.8 Iniciación del racimo**

En esta etapa, las brácteas descubren la inflorescencia de forma basípeta (de la base al ápice), dejando visibles los primordios de dedos con un tono verde claro debido a la baja cantidad de clorofila. Este proceso comienza alrededor de 15 días después de la emergencia de la bellota y dura aproximadamente 7 días. Al finalizar, se exponen entre siete y nueve manos que formarán el racimo, siendo el momento adecuado para realizar el desmane y embolsado (Blomme et al., 2001).

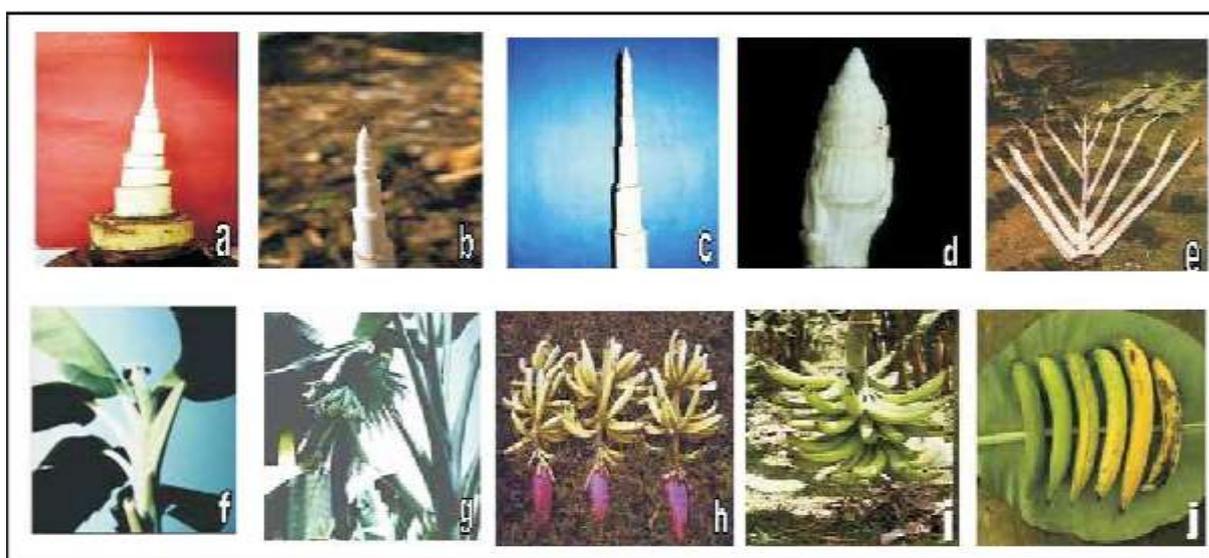
### 1.2.9 Llenado del racimo

Según Morales Osorno et al, (2018), entre los 20 y 60 días tras la floración, la cáscara acumula más materia seca que la pulpa, pero después de los 80 días esta relación se invierte. En las etapas iniciales, el fruto prioriza la formación de su envoltura, por lo que la cáscara concentra mayor materia seca y proteína bruta. Durante el llenado del racimo, la humedad en la cáscara disminuye, mientras que en la pulpa aumenta debido a la hidrólisis del almidón y al movimiento osmótico de agua desde la cáscara hacia la pulpa.

Esta etapa concluye cuando el racimo alcanza su tamaño máximo potencial, lo que provoca una reducción en la tasa de acumulación de materia seca a medida que su peso se aproxima al límite máximo. El final de esta fase marca el punto de madurez fisiológica, identificado por la desaparición o suavización de las aristas de los dedos y una coloración verde uniforme en ellos (Giraldo-Giraldo & Arcila-Pulgarín, 2000).

### 1.2.10 Maduración

Durante la maduración, los cloroplastos se transforman en cromoplastos ricos en carotenoides, mientras que también se acumulan antocianinas y compuestos aromáticos. En la pulpa, la sacarosa es el azúcar dominante durante las primeras etapas de crecimiento y desarrollo del racimo, así como al inicio de la maduración del fruto. Sin embargo, a partir de la madurez fisiológica del racimo, la sacarosa es reemplazada principalmente por glucosa y fructosa (Hubbard et al., 1990).



**Nota:** Tomado de Aristizábal-Loaiza & Jaramillo-Giraldo, (2010)

## **1.3 Técnicas de producción**

### **1.3.1 Hijos y cormos**

El uso de hijos y cormos de plátano como material de reproducción representa la opción más accesible para los productores. Sin embargo, dado que este material no siempre cumple con los estándares de calidad deseados, surgen inquietudes que podrían resolverse si se dispone, al menos, de un área bien gestionada para la obtención de hijos y cormos (Dzomeku, 2021).

En línea con lo mencionado, Ngo-Samnack, (2011) destaca que tradicionalmente se han extraído hijos y cormos de plantaciones con cierto tiempo de establecimiento para iniciar nuevas áreas de cultivo. No obstante, esta práctica presenta la desventaja de facilitar la transmisión de plagas, lo que afecta el vigor y la longevidad de las nuevas plantaciones. Por otro lado Ulloa, (2015), en su manual, recomienda utilizar colinos sanos y vigorosos que estén libres de plagas.

Staver & Lescot, (2015), señalan que existen diversos métodos de propagación, entre ellos el uso de hijos que brotan de las yemas de la planta madre. Estos se extraen cuidadosamente para no afectar las raíces y posteriormente se plantan para formar nuevas áreas de cultivo. Por su parte, Ríos & Montoya, (2012) describen los cormos como semillas grandes obtenidas de plantas madre, a las que se les elimina el pseudotallo. Aunque los cormos de mayor tamaño pueden dividirse, tienen la desventaja de generar plantas con menor vigor.

El plátano genera retoños vegetativos en la base del pseudotallo madre, conectados a ella por un sistema vascular robusto. Estos retoños pueden separarse y sembrarse individualmente, desarrollando rápidamente hojas y raíces, lo que facilita una propagación vegetativa eficiente. Los chupones constituyen la principal fuente de material de siembra y conservan las características de la planta madre (Heslop-Harrison & Schwarzacher, 2007).

### **1.3.2 Viveros**

La producción de plántulas de plátano en viveros es una técnica que permite cultivar cientos de plantas en un espacio reducido (Staver & Lescot, 2015). Se emplean bolsas de polietileno llenas de un sustrato, preferiblemente compuesto por suelo arenoso y rico en materia orgánica. En cada bolsa se siembra un propágulo, cubriéndolo con una fina capa de sustrato, y es necesario regarlo dos veces al día (Aguilar-Maradiaga et al., 2004).

En los viveros pueden utilizarse como propágulos los hijos, retoños y cormos pequeños. Si los cormos son grandes, es posible fraccionarlos, un método eficaz para incrementar la producción de material de siembra en el cultivo de plátano (Ewané & Boudjeko, 2020). Según

Lardizabal, (2007) indica que es importante seleccionar los cormos cuidadosamente para garantizar que tengan un tamaño o peso uniforme.

Galan et al., (2018) destacan diversas estrategias para la multiplicación del material de siembra. Entre ellas, proponen establecer una zona de vivero dedicada a maximizar la producción de hijos por unidad de área. Otra opción es permitir que en una plantación comercial se genere un excedente de hijos, los cuales pueden separarse cuando sean necesarios para nuevas siembras. Una tercera alternativa consiste en aprovechar los hijos y fragmentos de rizoma de una plantación que se planee dismantelar.

El uso de viveros en el cultivo de plátano es una opción práctica y de bajo costo que ayuda a los productores a aumentar la multiplicación del material de siembra (Opata, 2020). Un manejo adecuado del vivero, especialmente en términos de riego y aplicación de fertilizantes nitrogenados, permite obtener plantas vigorosas con características morfológicas ideales para renovar las plantaciones (Mintah et al., 2017).

#### **1.4 Agentes de crecimiento**

La falta de material de alta calidad es uno de los factores que limita el adecuado desarrollo de las plantaciones de plátano y banano. La propagación vegetativa se basa en la estimulación y multiplicación de brotes mediante la aplicación externa de reguladores del crecimiento (Canchignia-Martínez et al., 2008).

Opata, (2020) sugiere que para activar las yemas en el cormo se pueden aplicar hormonas utilizando los métodos de inmersión o infiltración. La inmersión, más utilizada por los pequeños productores, tiene la desventaja de requerir grandes cantidades de solución hormonal y más tiempo para que se produzca la absorción. La aplicación de soluciones hormonales puede combinarse con la adición de nutrientes (Sedghi et al., 2010).

##### **1.4.1 Citoquinina**

Jameson, (2016) señala que las citoquininas fueron identificadas en una investigación que tenía como objetivo descubrir la sustancia involucrada en la división celular. Estas se han encontrado en diversas partes de las plantas. Lennarz & Lane, (2013) afirman que están presentes en todos los tejidos vegetales y pueden tener efecto tanto en su área de producción como a distancias más lejanas. Además, no son exclusivas de las plantas, ya que algunas bacterias también pueden generarlas.

Alcantara-Cortes et al., (2019) explican que las citoquininas son compuestos derivados de la adenina. Estas sustancias están involucradas en el desarrollo de raíces y brotes axilares,

además de participar en la diferenciación celular durante el crecimiento meristemático de las raíces. También desempeñan un papel en la regulación de varios procesos fisiológicos en las plantas (Jafari et al., 2011).

Cedeño-García et al., (2016) informaron que las citoquininas estimulan la proliferación de brotes R1 y la formación de tejido calloso en plátano y banano, además de acortar el tiempo de brotación. También destacaron que el uso de biorreguladores sintéticos, como la 6-bencilaminopurina, mejora la técnica PIF, aumentando la producción de plántulas tanto en invernadero como en campo, siendo una herramienta clave para la propagación in vivo de musáceas.

Bermúdez-Carabaloso et al., (2019) identificaron un efecto positivo de las citoquininas en la brotación de yemas adventicias en musáceas. Según su estudio, la combinación de 6-BAP (2.0 mg/l) y thidiazuron (TDZ, 1.0 mg/l) durante la fase de multiplicación de yemas adventicias permitió obtener entre 1.5 y 8 yemas por explante hasta el cuarto subcultivo. Además, se alcanzó una regeneración del 92% de los explantes, con una altura mayor a 2.0 cm y sin evidencia de alteraciones fenotípicas.

## CAPITULO II

### ESTADO DEL ARTE

Las investigaciones relacionadas con el plátano y el desarrollo radicular mediante la aplicación de citoquininas no están ampliamente difundidas. No obstante, Albán-Cárdenas, (2014) llevó a cabo un estudio basado en la aplicación de citoquinina junto con un inductor carbónico para evaluar la producción de plátano de exportación de la variedad Gran Enana en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas. A continuación, se detalla el resumen del trabajo:

Se utilizó un diseño estadístico trifactorial con 12 tratamientos y 3 repeticiones, además de un testigo. El coeficiente de variación fue expresado en porcentaje y se realizó la prueba de Tukey al 5%. Los resultados mostraron que el tratamiento que generó el mayor número de hojas a los 30, 60, 90 y 120 días tras la primera aplicación fue Carboroot en dosis de 1 ml, aplicado al deshije, registrando el mayor número de hojas por planta en tratamientos de Estimulación orgánica. El comportamiento del plátano en términos del número de hojas, medido a los 60, 90 y 120 días después de la aplicación de Cytokin, estuvo influenciado en un 97.56%, 91.39%, 81.85% y 73.24%, respectivamente, por la dosis utilizada. Asimismo, el mayor diámetro de pseudotallo en plantas de la variedad Gran Enana, a los 60, 90 y 120 días posteriores a la aplicación del bioestimulante, se observa con Carboroot en una dosis de 1 ml al momento del deshije, alcanzando valores de 13, 93; 30,67; 48,00 y 53,6 cm, respectivamente. La tasa de retorno marginal indicó un retorno del 125%, lo que significa que, al cambiar del tratamiento T12 al T11, el productor bananero podría recuperar el dólar invertido y obtener un beneficio adicional de \$1.25 (Albán-Cárdenas, 2014).

Cedeño-García et al. (2016), evaluaron la respuesta de cormos de banano cv. Williams a la aplicación de 6-bencilaminopurina (6-BAP) y un bioestimulante basado en extracto de algas, en condiciones controladas. El estudio se llevó a cabo en la granja experimental "La Teodomira" de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador, entre noviembre de 2013 y abril de 2014. Los tratamientos incluyeron concentraciones de 6-BAP de 0, 20, 40 y 80 mg/l, y dosis de bioestimulante de 0, 20, 40 y 80 ml/cormo. La 6-BAP se aplicó directamente al cormo, mientras que el bioestimulante se usó en drench. El diseño experimental consistió en bloques completos al azar con un arreglo factorial A x B, replicado cuatro veces, con un total de 64 unidades experimentales. Se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0,0001$ ) para el factor 6-BAP, destacándose la concentración de 40 mg/l, que produjo la mayor tasa de multiplicación con 47,28 plántulas por cormo. No se encontraron diferencias significativas para el

bioestimulante ( $p \geq 0,9167$ ) ni para la interacción entre ambos factores ( $p \geq 0,3789$ ). Además, se observará formación de tejido calloso en los brotes de primera generación, mientras que dosis más altas (80 mg/l) de 6-BAP generaron un mayor porcentaje de plántulas anormales provenientes de tejido calloso (Cedeño-García et al., 2016).

Ngomuo et al., (2013) investigan los efectos de reguladores del crecimiento sobre el desarrollo de brotes de banano var. Yangambi en cultivos in vitro. Los explantes fueron tratados con diferentes concentraciones de BAP (0, 2, 4, 6 y 8 mg/l) y de IAA (0,34 mg/l). Los resultados revelaron que una concentración de 6 mg/l de BAP incrementó significativamente el número de brotes, mientras que 2 mg/l de IBA fue más efectivo para el enraizamiento.

De manera similar, Venkatachalam et al., (2007) evaluaron altas concentraciones de citoquininas, encontrando que 5 mg/l de BA o 4 mg/l de kinetina maximizaban la proliferación de brotes sin alterar la estabilidad genética, confirmada mediante análisis RAPD e ISSR.

Finalmente, Arinaitwe et al., (2000) analizaron el efecto de diferentes citoquininas en cultivares de plátano (Kibuzi, Bwara y Ndiziwemiti) utilizando varias concentraciones equimolares de BAP, TDZ, ZN, 2-iP y KN. Los resultados indicaron que el tipo de citoquinina, su concentración y el cultivar influyeron significativamente en la proliferación de brotes. TDZ se destacó como una opción más eficiente y económica en comparación con las citoquininas basadas en adenina.

## CAPÍTULO III

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización de la unidad experimental

El presente trabajo se realizó en el sector Cohete, cantón El Carmen, Manabí, y tuvo como objetivo evaluar el efecto de promotores de crecimiento en plántulas de plátano barraganete (*Musa paradisiaca* AAB) en fase de vivero, analizando su desarrollo y adaptación para mejorar la productividad del cultivo.

**Figura 2.** Ubicación del sector



**Nota:** Tomado de *Google Maps*.

#### 3.2 Caracterización agroecológica de la zona

<b>Características</b>	<b>Climatológicas (Instituto Nacional de Meteorología)</b>
<b>Temperatura</b>	29°C
<b>Humedad</b>	80%
<b>Fertilidad del suelo</b>	Alta 0,85%; mediana 93,67%; baja 0,23%

**Tabla 2.** Características agroecológicas de la localidad

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86%
Heliofanía (Horas luz año <sup>-1</sup> )	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017)

### 3.3 Variables

#### 3.4 Variables independientes

- Tecnología Microbial Catalyst® en *Musa paradisiaca* variedad de ‘Barraganete’.

##### 3.4.1 Métodos

##### 3.4.2 Experimental

La investigación fue de tipo experimental y tuvo como objetivo evaluar el efecto de la Tecnología Microbial Catalyst® en plántulas de *Musa paradisiaca* variedad ‘Barraganete’ en fase de vivero. Se trabajó con un diseño completamente aleatorizado, que incluyó diferentes tratamientos con variaciones en la concentración del producto, además de un grupo control. Cada plántula representó una unidad experimental, con al menos tres repeticiones por tratamiento. Se midieron variables como los días a la brotación, el porcentaje de mortalidad, la biomasa fresca y seca de raíz, el diámetro del pseudotallo, la altura de la planta, la tasa de emisión y el área foliares. Los datos recolectados fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) y, de ser necesario, se aplicaron pruebas de comparación de medias. El experimento se realizó en un vivero con condiciones controladas, donde se garantizó un riego uniforme y el manejo adecuado.

##### 3.4.3 Enfoque analítico-sintético

En esta investigación se empleó un enfoque analítico-sintético, indispensable para recopilar, analizar y sintetizar información clave obtenida de estudios e investigaciones previas. Este enfoque permitió consolidar los datos disponibles en una base científica sólida, brindando

una comprensión profunda del tema y estableciendo un marco teórico firme que sustenta el desarrollo del estudio.

#### **3.4.4 Enfoque inductivo-deductivo**

La investigación combinó los enfoques inductivo y deductivo para integrar conocimientos derivados de trabajos previos con nuevas observaciones. Este enfoque dual favoreció la formulación de hipótesis que, al ser verificadas con los resultados obtenidos, permitió extraer conclusiones claras y fundamentadas a partir de los hallazgos empíricos.

#### **3.4.5 Método empírico**

##### **a. Recopilación de datos**

La obtención de datos cualitativos y cuantitativos resultó fundamental para evaluar las variables dependientes del estudio. Esta etapa proporcionó información esencial para realizar los análisis estadísticos y validar las hipótesis planteadas, contribuyendo significativamente al cumplimiento de los objetivos de la investigación.

##### **b. Experimentación**

El experimento se desarrolló conforme a los procedimientos establecidos en el plan de trabajo de campo, centrado en analizar el efecto del magnesio foliar sobre el contenido de clorofila en el cultivo de Curare Enano. Las actividades incluyen el manejo técnico del cultivo y la aplicación precisa de las dosis de magnesio y otros nutrientes según el diseño experimental, garantizando la confiabilidad y validez de los resultados obtenidos.

#### **3.5 Variables dependientes.**

- Días a la brotación
- % de mortalidad
- % de biomasa en fresco y seca de raíz
- Diámetro de pseudotallo
- Altura de la planta
- Tasa de emisión foliar
- Área foliar (cm<sup>2</sup>)

### 3.6 Tratamientos

Se planteó un Diseño de Bloques Completos al Azar para el estudio. Se contó con un total de 7 tratamientos y 3 repeticiones.

### 3.7 Características de las Unidades Experimentales

La unidad experimental estuvo constituida por parcelas delimitadas en un área total de 105 m<sup>2</sup>. Se establecieron 21 parcelas, cada una con 14 plantas. De estas, se evaluaron 8 plantas por parcela seleccionadas de forma aleatoria. El diseño experimental contó con 3 repeticiones para garantizar la confiabilidad de los resultados. En total, la población del ensayo estuvo conformada por 294 plantas.

**Tabla 3.** *Características de la unidad experimental*

<b>Características de las unidades experimentales</b>	
Superficie del ensayo	105 m <sup>2</sup>
Numero de parcelas	21
Plantas por parcela	14 plantas
Plantas a evaluar	8 plantas
Repeticiones	3
Población del ensayo	294 plantas

### 3.8 Análisis Estadístico

Se empleará un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) para analizar detalladamente los efectos de distintos niveles de nitrógeno en el cultivo de plátano. Este diseño incluirá siete tratamientos con tres repeticiones cada uno.

Los tratamientos se basarán en variados niveles de aplicación de Tecnología Microbial Catalyst. Para las comparaciones estadísticas entre tratamientos, se utilizará la prueba de Tukey, bajo un nivel de significancia del 5%. El análisis estadístico se realizará mediante el programa RStudio, versión 2020, garantizando un procesamiento de datos coherente y eficiente.

**Tabla 4.** *Fuentes de variación*

<b>FV</b>			<b>GI</b>
Tratamientos	(T-1)	7-1	6
Bloque	(b-1)	3-1	2
Error	(T-1) (R-1)	(7-1) (3-1)	12
Total	(TxR-1)	7x3-1	20

### **3.9 Instrumentos de medición**

#### **3.9.1 Materiales y equipos de campo**

- ❖ 12 sacas de aserrín de Balsa
- ❖ 6 sacos de yute
- ❖ 294 fundas de vivero negras de 15 x 20
- ❖ 294 cormos de plátano ‘Barraganete’
- ❖ Generate®
- ❖ Tanques de plástico de 200 litros
- ❖ Baldes de plástico de 10 litros
- ❖ Calibrador vernier
- ❖ Cinta métrica
- ❖ Machete
- ❖ Gramera

#### **3.9.2 Materiales de campo y muestreo**

- ❖ Libreta de campo
- ❖ Esferos
- ❖ Cámara

### **3.9.3 Manejo del ensayo**

#### **3.9.3.1 Preparación de sustrato**

Para realizar el trasplante de cormos en el vivero, se utilizó aserrín de Balsa (*Ochroma pyramidale*) al 100% como sustrato en las fundas de vivero negras, con una medida de 15 x 20 pulgadas. Cada funda albergó un corno que fue previamente limpiado. El uso exclusivo de aserrín no solo proporcionó un medio ideal para el desarrollo inicial del corno debido a su capacidad para retener humedad y facilitar la aireación del suelo, sino que también permitió una liberación más rápida de las raíces al momento de evaluar las áreas radicales. Este método aseguró un entorno óptimo para el crecimiento saludable de los cormos en sus etapas tempranas, promoviendo un sistema radical fuerte y una adaptación exitosa al trasplante.

#### **3.9.3.2 Preparación de los hijuelos**

Se seleccionaron hijuelos sanos del tamaño del puño de una mano, con un peso aproximado de 350 a 450 g. Posteriormente, se limpió la parte del tejido del corno que se encontraba dañada y se verificó que no existieran manchas o indicios de larvas de picudo negro. Además, se clasificaron los hijuelos por tamaño y se colocaron 14 hijuelos para cada tratamiento y, por ende, para cada repetición.

#### **3.9.3.3 Aplicación de Tecnología Microbial Catalyst® mediante las inmersiones**

En este proceso se ocupó los tanques de 200 Litros el cual se llenaron de agua 100 Litros a cada uno, se procedió a aplicar 250 cc de Tecnología Microbial Catalyst® en cada uno de ellos y se realizaron inmersiones con 7 tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7).

En el tratamiento inicial de inmersión inmediata, los cormos (dentro de los sacos de yute) se sumergieron en una solución preparada durante un minuto. Posteriormente, se procedió a sembrarlos en fundas que contenían sustrato previamente elaborado. Dentro de estas fundas, se colocó el hijuelo, llenando la mitad con aserrín. Una vez sembrado, se rellenó la otra mitad con aserrín de Balsa (*Ochroma pyramidale*).

Este procedimiento se aplicó en los demás tratamientos.

En el tratamiento 2, la inmersión fue por un período de 2 horas.

En el tratamiento 3, la inmersión fue por un período de 4 horas.

En el tratamiento 4, la inmersión fue por un período de 6 horas.

En el tratamiento 5, la inmersión fue por un período de 8 horas.

En el tratamiento 6, la inmersión fue por un período de 10 horas.

En el tratamiento 7, no se realizó inmersión.

### **3.9.4 Toma de datos**

#### **3.9.4.1 Porcentaje de mortalidad**

Se aplicó la siguiente fórmula para calcular el porcentaje de mortalidad de los cormos:

$$PG = [(N^\circ \text{ cormos muertos}) / (N^\circ \text{ de cormos sembrados})] \times 100$$

#### **3.9.4.2 Porcentaje de biomasa en fresco y seca**

Se aplicará la siguiente fórmula para calcular el porcentaje de biomasa en fresco y seco de la planta:

$$\% BF = \left( \frac{\text{Peso fresco (g)}}{\text{Peso total (g)}} \right) \times 100 \qquad \% BS = \left( \frac{\text{Peso seco (g)}}{\text{Peso total (g)}} \right) \times 100$$

Mediante un estudio sobre el rendimiento de biomasa del pasto Saboya, Gómez et al, (2021) mencionan que recolectaron cuatro muestras por cada corte de igualación. Estas fueron sometidas a un proceso de secado durante 48 horas a una temperatura de 80 ° C. Posteriormente, se pesaron las muestras, y este peso fue comparado con el rendimiento de materia fresca para calcular el porcentaje correspondiente de materia seca.

#### **3.9.4.3 Diámetro de pseudotallo**

Se realizó una medición semanal de la circunferencia del pseudotallo utilizando un calibrador Vernier. Los resultados se registraron en milímetros (mm).

#### **3.9.4.4 Altura de la planta**

Se realizó una medición semanal de la altura de la planta utilizando una cinta métrica. Los resultados se registraron en centímetros (cm).

#### **3.9.4.5 Tasa de emisión foliar**

El Ritmo de Emisión Foliar Actual (RFEFa) se calculó dividiendo la sumatoria de los Ritmos de Emisión Foliar individuales (REF) entre el número de días entre dos evaluaciones (N). Esta variable se interpretó como el número de hojas emitidas cada 7 días. De acuerdo con Vargas-Calvo et al, (2014) la fórmula para calcular la tasa de emisión foliar (TEF), se define como el número de hojas emitidas en un periodo de tiempo.

$$\text{TEF} = \frac{5 \text{ hojas}}{10 \text{ días}} = 0.5 \text{ hojas/día}$$

#### **3.9.4.6 Longitud radical (cm)**

Para calcular la longitud radical se seleccionó dos plantas por tratamiento, luego con la cámara del móvil sobre una hoja milimetrada, se capturó la imagen de las raíces y, mediante el procesador de imágenes ImageJR se calculó las longitudes.

## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mediante el uso de Tecnología Microbial Catalyst® en Plátano 'Barraganete' en fase de vivero con base a 7 tratamientos y 3 repeticiones fueron los siguientes:

#### 4.1 Días a la brotación

Se observa que no existen diferencias estadísticas significativas con un p valor de 0.9593 con un coeficiente de variación de 33.78%. Sin embargo, se puede observar que el tratamiento T6 inmersión 10 horas obtuvo en la media más alta de 4.67 días a la brotación (Tabla 5).

**Tabla 5.** *Día de brotación del cultivar Plátano 'Barraganete' en fase de vivero*

<b>Tratamientos</b>	<b>Días a la brotación</b>	<b>Error estándar</b>	
T6 (Inmersión 10h)	4.67	1.14	a
T5 (Inmersión 8h)	4.00	1.14	a
T4 (Inmersión 6h)	3.67	1.14	a
T1 (Inmersión inmediata)	3.67	1.14	a
T7 (Testigo)	3.33	1.14	a
T3 (Inmersión 4h)	3.33	1.14	a
T2 (Inmersión 2h)	3.00	1.14	a
<b>P valor</b>		0.9593	
<b>CV (%)</b>		33.78	

Por otra parte Tremont et al, (2006) investigaron la inmersión con vermicompost líquido de secciones de cormos del clon Dominico-Harton, detallaron que a la tercera semana después de la siembra, se observó que más del 50% de las secciones mostraron brotación de las yemas sobre la superficie del sustrato, tales resultados son inferiores a los obtenidos del presente estudio.

#### 4.2 Número de cormos

Se observa que no existen diferencias estadísticas significativas con un p valor de 0.1525 con un coeficiente de variación de 45.39%. Sin embargo, se puede observar que el tratamiento T6 inmersión 10 horas obtuvo en la media más alta de 3.00 mayor número de cormos (Tabla 6).

**Tabla 6.** *Número de cormos del cultivar Plátano 'Barraganete' en fase de vivero*

<b>Tratamiento</b>	<b>Número de cormos</b>	<b>Error estándar</b>		
T6 (Inmersión 10h)	3.00	0.47		a
T4 (Inmersión 6h)	2.33	0.47		a
T7 (Testigo)	1.67	0.47		a
T3 (Inmersión 4h)	1.67	0.47		a
T1 (Inmersión inmediata)	1.67	0.47		a
T5 (Inmersión 8h)	1.33	0.47		a
T2 (Inmersión 2h)	1.00	0.47		a
<b>P valor</b>		0.1525		
<b>CV %</b>		45.39		

### 4.3 Porcentaje de mortalidad

Se observa que si existen diferencias estadísticas significativas con un p valor de 0.0023 con un coeficiente de variación de 29.14%. Sin embargo, se puede observar que el tratamiento T4 inmersión 6 horas obtuvo en la media más baja de 7.05% de mortalidad, mientras que el tratamiento T1 inmersión inmediata obtuvo en la media más alta de 37.19% de mortalidad (Tabla 7).

**Tabla 7.** % de mortalidad del cultivar Plátano 'Barraganete' en fase de vivero

<b>Tratamiento</b>	<b>% de mortalidad</b>	<b>Error estándar</b>		
T4 (Inmersión 6h)	7.05	4.01		c
T3 (Inmersión 4h)	16.67	4.01	b	c
T6 (Inmersión 10h)	21.62	4.01	a b	c
T5 (Inmersión 8h)	21.62	4.01	a b	c
T7 (Testigo)	27.05	4.01	a b	
T2 (Inmersión 2h)	35.71	4.01	a b	
T1 (Inmersión inmediata)	37.19	4.01	a	
<b>P valor</b>		0.0023		
<b>CV %</b>		29.14		

Con el uso promotores de crecimiento radial, Delgado Alcívar, (2022) en el estudio realizado evaluó el efecto de diferentes dosis de citoquinina en la supervivencia de plántulas de plátano Barraganete. A pesar de probar distintas dosis, no se encontraron diferencias significativas en la tasa de supervivencia, lo que sugiere que la citoquinina, en las condiciones del experimento, no influyó en este aspecto. Sin embargo, es importante destacar que se obtuvo

una alta tasa de supervivencia en general, superando el 90% en todos los tratamientos, lo cual es un resultado positivo para el establecimiento del vivero.

#### 4.4 Longitud de pseudotallo

Se observa que si existen diferencias estadísticas significativas con un p valor de 0.0088 con un coeficiente de variación de 8.69%. Sin embargo, se puede observar que el tratamiento T4 inmersión 6 horas obtuvo en la media más baja de 20.33 cm en la longitud del pseudotallo, mientras que el tratamiento T7 testigo obtuvo en la media más alta de 28.33 cm en la longitud del pseudotallo (Tabla 8).

**Tabla 8.** Longitud del pseudotallo del cultivar Plátano 'Barraganete' en fase de vivero

Tratamiento	L. pseudotallo (cm)	Error estándar		
T7 (Testigo)	28.33	1.17	a	
T2 (Inmersión 2h)	24.83	1.17	a	b
T5 (Inmersión 8h)	22.73	1.17	a	b
T6 (Inmersión 10h)	22.33	1.17		b
T3 (Inmersión 4h)	22.17	1.17		b
T1 (Inmersión inmediata)	22.00	1.17		b
T4 (Inmersión 6h)	20.33	1.17		b
<b>P valor</b>		0.0088		
<b>CV %</b>		8.69		

#### 4.5 Grosor de pseudotallo

Se observa que si existen diferencias estadísticas significativas con un p valor de 0.0224 con un coeficiente de variación de 8.52%. Sin embargo, se puede observar que el tratamiento T1 inmersión inmediata obtuvo en la media más baja de 18.67 mm en el grosor del pseudotallo, mientras que el tratamiento T7 testigo obtuvo en la media más alta de 25.00 mm en el grosor del pseudotallo (Tabla 9).

Estos resultados contrastan con los reportados por Ewane et al, (2019), resaltando la relevancia de fomentar el desarrollo de las plantas y demostrando que el uso de estimulantes puede favorecer el engrosamiento de los tallos en plántulas de plátano.

De manera similar, Schiller-Fontalvo, (2018) afirma que al evaluar la respuesta en el desarrollo del pseudotallo, se observa que todos los tratamientos con la hormona mostraron aumentos en el diámetro del pseudotallo, logrando este resultado con la dosis más baja de 0,05 mg L<sup>-1</sup>.

**Tabla 9.** Grosor del pseudotallo del cultivar Plátano 'Barraganete' en fase de vivero

Tratamiento	G. pseudotallo (mm)	Error estándar		
T7 (Testigo)	25.00	1.09	a	
T3 (Inmersión 4h)	23.73	1.09	a	b
T6 (Inmersión 10h)	23.33	1.09	a	b
T5 (Inmersión 8h)	22.53	1.09	a	b
T2 (Inmersión 2h)	21.93	1.09	a	b
T4 (Inmersión 6h)	20.33	1.09	a	b
T1 (Inmersión inmediata)	18.67	1.09		b
<b>P valor</b>		0.0224		
<b>CV %</b>		8.52		

#### 4.6 Longitud de la hoja

Se observa que si existen diferencias estadísticas significativas con un p valor de 0.0285 con un coeficiente de variación de 15.96%. Sin embargo, se puede observar que el tratamiento T5 inmersión 8 horas obtuvo en la media más baja de 19.40 cm en la longitud de la hoja, mientras que el tratamiento T7 testigo obtuvo en la media más alta de 33.33 cm en la longitud de la hoja (Tabla 10).

**Tabla 10.** Grosor del pseudotallo del cultivar Plátano 'Barraganete' en fase de vivero

Tratamiento	Longitud hoja (cm)	Error estándar		
T7 (Testigo)	33.33	2.31	a	
T2 (Inmersión 2h)	26.77	2.31	a	b
T3 (Inmersión 4h)	25.67	2.31	a	b
T1 (Inmersión inmediata)	24.00	2.31	a	b
T6 (Inmersión 10h)	23.83	2.31	a	b
T4 (Inmersión 6h)	22.23	2.31	a	b
T5 (Inmersión 8h)	19.40	2.31		b
<b>P valor</b>		0.0285		
<b>CV %</b>		15.96		

Así mismo, Schiller Fontalvo, (2018) al aplicar citoquininas para el crecimiento y diferenciación floral en Banano, demuestra que no se encontraron diferencias relevantes en esta variable al comparar los distintos tratamientos y tipos de suelo. En la finca La Paz 1, la dosis de 0,25 mg.L<sup>-1</sup> mostró los mejores resultados, con un promedio de 58,5 cm. En la finca El Polo, la dosis óptima fue de 0,45 mg.L<sup>-1</sup>, alcanzando un valor de 63,1 cm.

#### 4.7 Ancho de la hoja

Se observa que no existen diferencias estadísticas significativas con un p valor de 0.265 con un coeficiente de variación de 18.06%. Sin embargo, se puede observar que el tratamiento T7 testigo obtuvo en la media más alta de 16.20 cm en el ancho de la hoja (Tabla 11).

**Tabla 11.** Ancho de la hoja del cultivar Plátano 'Barraganete' en fase de vivero

Tratamiento	Ancho de hoja (cm)	Error eficiente	
T7 (Testigo)	16.20	1.42	a
T2 (Inmersión 2h)	15.07	1.42	a
T6 (Inmersión 10h)	14.10	1.42	a
T3 (Inmersión 4h)	13.50	1.42	a
T1 (Inmersión inmediata)	13.17	1.42	a
T4 (Inmersión 6h)	12.40	1.42	a
T5 (Inmersión 8h)	10.93	1.42	a
<b>P valor</b>		0.265	
<b>CV %</b>		18.06	

En comparación con la aplicación de *trans* Zeatina Ribosidó sobre el crecimiento y la diferenciación floral en banano, Schiller Fontalvo, (2018), en el análisis del ancho foliar mostró que la finca La Paz 1 alcanzó el mayor valor de 0,25 mg·L<sup>-1</sup>, con un promedio de 28,3 cm, mientras que la finca El Polo tuvo el promedio más alto del experimento, con 29,9 cm.

#### 4.8 Área de la hoja (cm<sup>2</sup>)

**Tabla 12.** Área de la hoja (cm<sup>2</sup>) del cultivar Plátano 'Barraganete' en fase de vivero

Tratamiento	Área de la hoja (cm <sup>2</sup> )	Error eficiente	
T7 (Testigo)	369.45	58.13	a
T2 (Inmersión 2h)	307.07	58.13	a
T3 (Inmersión 4h)	267.88	58.13	a
T6 (Inmersión 10h)	252.76	58.13	a
T1 (Inmersión inmediata)	241.25	58.13	a
T4 (Inmersión 6h)	208.14	58.13	a
T5 (Inmersión 8h)	160.41	58.13	a
<b>P valor</b>		0.3114	
<b>CV %</b>		39	

Se observa que no existen diferencias estadísticas significativas con un p valor de 0.3114 con un coeficiente de variación de 39%. Sin embargo, se puede observar que el tratamiento T7 testigo obtuvo en la media más alta de 369.45 cm<sup>2</sup> del área de la hoja (Tabla 12).

Estos resultados difieren de los obtenidos por García et al, (2021), quienes destacan que los bioestimulantes pueden provocar respuestas morfoanatómicas, bioquímicas y fisiológicas. De manera similar, Schiller-Fontalvo, (2018) observó que la aplicación de citoquinina a una dosis de 0,5 mg L<sup>-1</sup> influyó en el desarrollo y crecimiento del cultivo. Por su parte, Alban-Cardenas, (2014) concluyó que la citoquinina aumentó tanto el ancho como el largo de las hojas, incrementando así el área foliar de las plantas.

#### 4.9 Longitud de la raíz

Se observa que no existen diferencias estadísticas significativas con un p valor de 0.4808 con un coeficiente de variación de 36.31%. Sin embargo, se puede observar que el tratamiento T5 inmersión 8 horas obtuvo en la media más alta de 32.43 cm en longitud de la raíz (Tabla 13).

**Tabla 13.** Longitud de raíz del cultivar Plátano 'Barraganete' en fase de vivero

Tratamiento	Longitud de raíz (cm)	Error estándar	
T5 (Inmersión 8h)	32.43	5.1	a
T2 (Inmersión 2h)	27.67	5.1	a
T7 (Testigo)	26.93	5.1	a
T4 (Inmersión 6h)	23.63	5.1	a
T6 (Inmersión 10h)	22.33	5.1	a
T3 (Inmersión 4h)	19.10	5.1	a
T1 (Inmersión inmediata)	18.23	5.1	a
<b>P valor</b>		0.4808	
<b>CV %</b>		36.31	

Para Delgado-Alcívar, (2022) en el análisis de la longitud de raíces mostró que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ni entre las repeticiones. El coeficiente de variación fue del 26,23 %, indicando una variabilidad moderada en los datos, sin efectos destacados de los tratamientos en esta variable.

#### 4.10 Grosor de raíz

Se observa que no existen diferencias estadísticas significativas con un p valor de 0.338 con un coeficiente de variación de 42.73%. Sin embargo, se puede observar que el tratamiento T5 inmersión 8 horas obtuvo en la media más alta de 3.33 mm en el grosor de la raíz (Tabla 14).

**Tabla 14.** Grosor de raíz del cultivar Plátano 'Barraganete' en fase de vivero

<b>Tratamiento</b>	<b>Grosor de raíz (mm)</b>	<b>Error eficiente</b>	
T5 (Inmersión 8h)	3.33	0.61	a
T3 (Inmersión 4h)	3.00	0.61	a
T6 (Inmersión 10h)	2.67	0.61	a
T1 (Inmersión inmediata)	2.67	0.61	a
T4 (Inmersión 6h)	2.47	0.61	a
T7 (Testigo)	2.07	0.61	a
T2 (Inmersión 2h)	1.20	0.61	a
<b>P valor</b>		0.338	
<b>CV %</b>		42.73	

Alcívar-Vite et al, (2023) indican que, en el análisis del grosor de raíces de plátanos, las variedades, dosis de citoquinina y su interacción no mostraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). En Dominico Hartón, los valores variaron entre 0,40 cm y 0,61 cm, y en Barraganete entre 0,33 cm y 0,58 cm, según la dosis y etapa de desarrollo. Los datos sugieren que la citoquinina no afectó el grosor de las raíces, siendo los promedios consistentes en las etapas (Hoja 20, Hoja 30, Belloteo y Cosecha) para ambas variedades.

#### 4.11 Peso de la raíz

Se observa que no existen diferencias estadísticas significativas con un p valor de 0.2146 con un coeficiente de variación de 32.28%. Sin embargo, se puede observar que el tratamiento T6 inmersión 10 horas obtuvo en la media más alta de 23.67 gr en el peso de la raíz (Tabla 15).

**Tabla 15.** Peso de raíz del cultivar Plátano 'Barraganete' en fase de vivero

<b>Tratamiento</b>	<b>Peso de raíz (gr)</b>	<b>Error eficiente</b>	
T6 (Inmersión 10h)	23.67	3.22	a
T2 (Inmersión 2h)	21.00	3.22	a
T5 (Inmersión 8h)	19.00	3.22	a
T4 (Inmersión 6h)	16.67	3.22	a
T7 (Testigo)	15.00	3.22	a
T1 (Inmersión inmediata)	13.33	3.22	a
T3 (Inmersión 4h)	12.33	3.22	a
<b>P valor</b>		0.2146	
<b>CV %</b>		32.28	

Corro, (2015) al aplicar bioestimulantes por medio de inyección en el cultivo de banano, el análisis mostró alta significancia estadística (99%) para los bioestimulantes y formas de aplicación, con interacciones significativas al 5%. Cytokin obtuvo el mayor peso de raíz (82,22 g), superando a Kelpak (79,08 g) y Admf (76,73 g). Inyección fue la mejor forma de aplicación (79,88 g), destacando Cytokin Inyección como el tratamiento más efectivo con 81,95 g.

#### 4.12 Peso de cormo

Se observa que no existen diferencias estadísticas significativas con un p valor de 0.5121 con un coeficiente de variación de 15.86%. Sin embargo, se puede observar que el tratamiento T4 inmersión 6 horas obtuvo en la media más alta de 600.00 gr de peso del cormo (Tabla 16).

**Tabla 16.** *Peso de cormo del cultivar Plátano 'Barraganete' en fase de vivero*

<b>Tratamiento</b>	<b>Peso de cormo (gr)</b>	<b>Error eficiente</b>	
T4 (Inmersión 6h)	600.00	47.22	a
T7 (Testigo)	536.00	47.22	a
T2 (Inmersión 2h)	524.33	47.22	a
T1 (Inmersión inmediata)	508.33	47.22	a
T5 (Inmersión 8h)	504.33	47.22	a
T6 (Inmersión 10h)	474.33	47.22	a
T3 (Inmersión 4h)	462.27	47.22	a
<b>P valor</b>		0.5121	
<b>CV %</b>		15.86	

A diferencia de Corro, (2015), quien aplicó bioestimulantes por medio de inyección en el cultivo de banano, en los análisis mostró alta significancia estadística para los bioestimulantes y formas de aplicación. Cytokin fue el más efectivo, con un peso promedio de 64,70 lbs, superando a Kelpak (61,30 lbs) y Admf (59,61 lbs). Inyección destacó como la mejor forma de aplicación (61,63 lbs). Cytokin Inyección alcanzó el mayor rendimiento con 42,991.26 kg/ha, superando a Cytokin Drench (42,010.62 kg/ha) y Testigo (33,779.78 kg/ha).

#### 4.13 Peso del pseudotallo

Se observa que no existen diferencias estadísticas significativas con un p valor de 0.7903 con un coeficiente de variación de 31.14%. Sin embargo, se puede observar que el tratamiento T2 inmersión 2 horas obtuvo en la media más alta de 72.67 gr de peso del pseudotallo (Tabla 17).

**Tabla 17.** *Peso de cormo del cultivar Plátano 'Barraganete' en fase de vivero*

<b>Tratamiento</b>	<b>Peso pseudotallo (gr)</b>	<b>Error eficiente</b>	
T2 (Inmersión 2h)	72.67	10.93	a
T7 (Testigo)	66.67	10.93	a
T1 (Inmersión inmediata)	63.33	10.93	a
T3 (Inmersión 4h)	62.00	10.93	a
T4 (Inmersión 6h)	58.00	10.93	a
T5 (Inmersión 8h)	52.33	10.93	a
T6 (Inmersión 10h)	50.67	10.93	a
<b>P valor</b>		0.7903	
<b>CV %</b>		31.14	

El uso de citoquininas, Alcívar-Vite et al (2023), mencionan que en el tratamiento de plátano Barraganete con 1,25 cm<sup>3</sup>/L de citoquinina alcanzó el mayor peso de pseudotallo (87,11 kg), destacándose frente a los demás tratamientos. En contraste, el Dominico Hartón con 0 cm<sup>3</sup>/L presentó el menor peso (58,32 kg). Los resultados reflejan que el uso de citoquinina genera mejores respuestas cuando las dosis son bajas y ajustadas, ya que las plantas absorben menos cuando las dosis son altas.

#### 4.14 Peso de hojas

Se observa que si existen diferencias estadísticas significativas con un p valor de 0.02 con un coeficiente de variación de 18.57%. Sin embargo, se puede observar que el tratamiento T1 inmersión inmediata obtuvo en la media más baja de 10.67 gr en el peso de hojas, mientras que el tratamiento T6 inmersión 10 horas obtuvo en la media más alta de 20 gr en el peso de hojas (Tabla 18).

**Tabla 18.** *Peso de hojas del cultivar Plátano 'Barraganete' en fase de vivero*

<b>Tratamiento</b>	<b>Peso de hojas (gr)</b>	<b>Error eficiente</b>	
T6 (Inmersión 10h)	20	1.72	a
T3 (Inmersión 4h)	18.67	1.72	a b
T7 (Testigo)	18	1.72	a b
T2 (Inmersión 2h)	17.33	1.72	a b
T5 (Inmersión 8h)	14.67	1.72	a b
T4 (Inmersión 6h)	12.67	1.72	a b
T1 (Inmersión inmediata)	10.67	1.72	b
<b>P valor</b>		0.02	
<b>CV %</b>		18.57	

El análisis mostró diferencias significativas en el peso de las hojas de plátano al momento de la cosecha, influenciado por las variedades y las dosis de citoquinina aplicadas en la etapa de Bellota. La variedad Dominico Hartón con el tratamiento T4 y Barraganete con T8 destacaron con los mayores pesos foliares en las etapas avanzadas del cultivo. En las etapas iniciales (Hoja 20 y 30), no se observaron diferencias significativas. Esto resalta el potencial de la citoquinina para mejorar el peso foliar en etapas clave del cultivo, según la variedad (Alcívar-Vite et al., 2023).

## CAPÍTULO V

### 5 CONCLUSIÓN

La tecnología Microbial Catalyst® no muestra un efecto estadísticamente significativo en la mayoría de las variables medidas: El estudio no mostró diferencias estadísticamente significativas en los días de brotación, número de cormos, la mayoría de los parámetros biométricos (altura de la planta, diámetro del pseudotallo, longitud de la hoja, ancho de la hoja, área de la hoja) y desarrollo de raíces (longitud de la raíz, grosor de la raíz y peso de la raíz) en diferentes tiempos de inmersión de la tecnología Microbial Catalyst®. La única diferencia significativa se observó en las tasas de mortalidad, donde un tratamiento de 6 horas de inmersión mostró la tasa de mortalidad más baja.

El tratamiento T6 (inmersión de 10 horas) mostró los mejores resultados en ciertos aspectos: Aunque no se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la mayoría de las áreas, el tratamiento T6 (inmersión de 10 horas en Microbial Catalyst) consistentemente mostró valores más altos en los días de brotación, número de cormos y peso de la raíz. Esto sugiere que tiempos de inmersión más largos podrían proporcionar una ligera ventaja, aunque se necesita más investigación para verificar esto.

Los resultados sugieren que se necesita una mayor investigación para determinar el método de aplicación y la concentración óptimos de la tecnología Microbial Catalyst® para las plantas de plátano Barraganete a fin de mejorar significativamente su crecimiento y reducir la mortalidad.

## CAPITULO VI

### 6 RECOMENDACIONES

Replicar este estudio con un tamaño de muestra más grande para aumentar el poder estadístico y tener en cuenta la posible variabilidad en las condiciones ambientales. Esto permitiría una determinación más precisa de la efectividad de la tecnología Microbial Catalyst®. Los resultados insinúan posibles beneficios de tiempos de inmersión más largos. Es necesario investigar una gama más amplia de tiempos de inmersión y concentraciones de la tecnología Microbial Catalyst® para determinar las condiciones óptimas para este cultivo.

Considerar la exploración de métodos alternativos de aplicación aparte de la inmersión, como la aplicación foliar, para ver si arrojan mejores resultados. Es importante realizar un análisis exhaustivo de la composición del suelo y los niveles de nutrientes en el sitio experimental. Esto proporcionaría más información sobre los factores que influyen en el crecimiento de las plantas y los efectos de la tecnología Microbial Catalyst®.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Maradiaga, M., Reyes Castro, G., & Acuña Pérez, M. (2004). *Métodos alternativos de propagación de semilla agámica de plátano (Musa sp.)*.

Alarcón, J. J., Castaño Zapata, J., & Aristizábal Loaiza, M. (2002). *Reconocimiento de enfermedades virales en plátano y banano en la granja Montelindo, municipio de Palestina (Caldas)[Recognition of viral diseases in plantain and banana at the Montelindo farm, municipality of Palestina (Caldas)]*. 63, 1-2.

Albán Cárdenas, E. E. (2014). *Evaluación de la eficacia de citoquinina (Cytokin) y un inductor carbónico (Carboroot) en tres dosis y en dos épocas en el rendimiento de banano de exportación, en una plantación en producción variedad gran enana, cantón Quininde de la provincia de Esmeraldas* [bachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/3297>

Alban-Cardenas, E.-E. (2014). *Evaluacion De La Eficacia De Citoquinina (Cytokin) Y Un Inductor Carbónico (Carboroot) En Tres Dosis Y En Dos Épocas En El Rendimiento De Banano De Exportación, En Una Plantación En Producción Variedad Gran Enana, Cantón Quininde De La Provincia De Esmeraldas* [Escuela Superior Politécnica De Chimborazo].

<http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/3297/1/13T0778%20.pdf#page=97>.

65

Alcantara-Cortes, J. S., Acero Godoy, J., Alcántara Cortés, J. D., & Sánchez Mora, R. M. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), 109-129.

Alcivar, F. (2015). *ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL BANANO* [UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA].

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44494637/ARTICULO\\_BANANO\\_PDF\\_EVO](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44494637/ARTICULO_BANANO_PDF_EVO)

LUCION\_DE\_PLANTAS\_CULTIVADAS-libre.pdf?1459998393=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D2015\_I\_UNIVERSIDAD\_NACIONAL\_DE\_COLOMBIA.pdf&Expires=1717802694&Signature=cyCsuUAY2CzvJkNft4G5C-2KJ9zzhQh2MNNQFg4Og4PV4HZx4ARNUQFj3kgYfkkRabwCg5yxSjWpOISoAJ12fxD5XfU8Z0f-kzYYiu1R7me5MZNR5EvVtL6Z02TSEsnNh9Vuc7ltkGfJM2jmGdsgVc6eVzwzYIqvFbxtz55XaSM5sxbXqsqwjMRDa6QEM6HFGmDvnCnxK46-XRcnv1M~AaPVrMKLaA~uUtiiY6hvzBLO7IxWjHZ90YCbKG7DYRlnZsSBnXnRvP~e9KSzxIZdMxo9Mapk7x5kkHHQi2tbn8kP4nguFOOxB8IdIpTmL8xRRob~nl5qDToSnmzSLxMR8Q\_\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Alcívar-Vite, S., Avellán-Vásquez, L., Pazmiño Anzules, A., & Zambrano Cedeño, R. (2023).

Citoquininas en el crecimiento de cultivares de plátano Musa AAB en el primer ciclo de producción. *La Técnica Revista de las Agrociencias ISSN 2477-8982*, 13(1).

<https://doi.org/10.33936/latecnica.v13i1.5785>

Arinaitwe, G., Rubaihayo, P., & Magambo, M. (2000). Proliferation rate effects of cytokinins on banana (*Musa* spp.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 86(1), 13-21.

Aristizábal, L., & Landinez, C. (1993). Contribución de las hojas al llenado en racimo en plátano (*Musa* AAB cv Dominico hartón enano). *Revista universidad de Caldas*, 13(1-3), 77-90.

Aristizabal Loaiza, M., & Jaramillo Giraldo, C. (2010). Identificación y descripción de las etapas de crecimiento del plátano Dominico Hartón (*Musa* AaA). *Agronomía*, 18, 29-40.

Avellán-Vásquez, L. E., Estévez-Chica, S. T., Vaca-Sotelo, D. A., Zambrano-Mendoza, M. E., Cedeño-Loor, T. A., & Sánchez-Urdaneta, A. B. (2021). Root distribution

- according to phenology in plantain cultivars (Musa AAB), Ecuador. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 43(2), e-703. <https://doi.org/10.1590/0100-29452021703>
- BARKER, W. G., & STEWARD, F. C. (1962). Growth and Development of the Banana Plant: I. The Growing Regions of the Vegetative Shoot. *Annals of Botany*, 26(3), 389-411. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a083802>
- Barker, W., & Steward, F. (1962). Growth and development of the banana plant: I. The growing regions of the vegetative shoot. *Annals of Botany*, 26(3), 389-411.
- Belalcázar, C., Baena, A., & Valencia, M. (1991). *Caracterización del ciclo vegetativo. Memorias del Seminario de actualización sobre la investigación en el cultivo del plátano, Manizales, Litografía Cafetera*. 93-104.
- Beltrón-Cedeño, Sánchez-Briones, & Ortiz-Torres. (2018). El fortalecimiento de la comercialización del plátano mediante formas asociativas. Caso de estudio El Cantón El Carmen de la provincia de Manabí. *Caribeña de Ciencias Sociales*. <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/08/comercializacion-platano-ecuador.html>
- Bermúdez-Caraballosa, I., Rodríguez Urquiza, M., Reyes Vega, M., & Jiménez Padrón, A. (2019). Efecto del uso combinado de dos citoquininas en la multiplicación y regeneración de yemas adventicias de banano cv. 'Gros Michel' (Musa AAA). *Bioteología Vegetal*, 19(2), 139-146.
- Biju, S., Kurien, S., & Mohanakumaran, N. (1997). *Cambios en el punto de crecimiento del cultivar 'Red banana' durante diferentes fases fisiológicas*. 19-21.
- Bleiholder, H., Kirfel, H., Langeluddeke, P., & Stauss, R. (1991). Codificação unificada dos estádios fenológicos de culturas e ervas daninhas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 26(9), Article 9.

Blomme, G., Swennen, R., Tenkouano, A., Ortiz, R., & Vuylsteke, D. (2001, junio).

*Estimación del desarrollo de las raíces a partir de los caracteres de los brotes en banano y plátano (Musa spp.).* 10(1), 15-17.

Borja. (2016, septiembre 8). *Origen e historia del plátano.*

[www.mundodeportivo.com/uncomo](http://www.mundodeportivo.com/uncomo).

<https://www.mundodeportivo.com/uncomo/comida/articulo/origen-e-historia-del-platano-44066.html>

Canchignia Martínez, H. F., Espinoza Roca, M. D., Benavides Velasquez, G. R., Saucedo

Aguiar, S. G., Carranza Patiño, M. S., & Cevallos Falquez, O. F. (2008). Propagación Vegetativa de Plátano y Banano con la Aplicación de Benzilaminopurina (6-BAP) y Ácido Indolacético (AIA). *Revista Ciencia y Tecnología*, 1(1), 11-15.

Cedeño-García, G., Soplín-Villacorta, H., Helfgott-Lerner, S., Cedeño-García, G., &

Sotomayor-Herrera, I. (2016a). Aplicación de biorreguladores para la macro-propagación del banano cv. Williams en cámara térmica. *Agronomía Mesoamericana*, 397-408.

Cedeño-García, G., Soplín-Villacorta, H., Helfgott-Lerner, S., Cedeño-García, G., &

Sotomayor-Herrera, I. (2016b). Aplicación de biorreguladores para la macro-propagación del banano cv. Williams en cámara térmica. *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 397. <https://doi.org/10.15517/am.v27i2.24390>

Champion, J. (1961). Indications préliminaires sur la croissance du bananier Poyo. *Fruits*,

16(4), Article 4.

Chaudhary, K., & Kaul, R. (2011). *Compatibilidad de Pasteuria penetrans con el parásito*

*fúngico Paecilomyces lilacinus contra el nematodo agallador del chile ( Capsicum annuum L.).* 1(1), 36-42.

- Corro, E. L. M. (2015). *Eficiencia de la aplicación de bioestimulantes por medio de inyección, al drench de la planta y nivel foliar en el cultivo de banano (Musa sp.) Valencia, Provincia de los Ríos.*  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ce135b13-141b-40c6-8009-099f84e31959/content#page=5.25>
- Craenen, K. (1998). *Black Sigatoka Disease of Banana and Plantain: A Reference Manual.* IITA. [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=s-BUX3wsWDMC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Craenen,+K.+\(1998\).+Technical+manual+on+black+Sigatoka+disease+of+banana+and+plantain.+Nigeria:+IITA.+&ots=HjjPm4fwAO&sig=N\\_\\_wuyyXVgXUw4RPjM4NYNBxW1I&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Craenen%2C%20K.%20\(1998\).%20Technical%20manual%20on%20black%20Sigatoka%20disease%20of%20banana%20and%20plantain.%20Nigeria%3A%20IITA.&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=s-BUX3wsWDMC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Craenen,+K.+(1998).+Technical+manual+on+black+Sigatoka+disease+of+banana+and+plantain.+Nigeria:+IITA.+&ots=HjjPm4fwAO&sig=N__wuyyXVgXUw4RPjM4NYNBxW1I&redir_esc=y#v=onepage&q=Craenen%2C%20K.%20(1998).%20Technical%20manual%20on%20black%20Sigatoka%20disease%20of%20banana%20and%20plantain.%20Nigeria%3A%20IITA.&f=false)
- Delgado Alcívar, J. J. (2022). *Promotores de crecimiento radical en el cultivo de plátano (musa aab cv.) 'barraganete' en fase de vivero.* [Thesis].  
<https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/5170>
- Diaz-Zorita, M. (2023). *Actualización sobre el manejo responsable de nutrientes en los sistemas agro-productivos de la Argentina* (Simposio 1; Fertilidad 2023 Al Gran Suelo Argentino !Salud!, p. 6). [https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2023/06/5\\_Actualizacion-sobre-el-manejo-responsable-de-nutrientes-en-los-sistemas-agro-productivos-de-la-Argentina.pdf](https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2023/06/5_Actualizacion-sobre-el-manejo-responsable-de-nutrientes-en-los-sistemas-agro-productivos-de-la-Argentina.pdf)
- Dzomeku, B. M. (2021). *Eco-physiological studies on False Horn plantain.*
- Ewané, C. A., & Boudjeko, T. (2020). Modelling the response of the PIF plantain seedlings to *Tithonia diversifolia* and clam shells treatments in the nursery. *bioRxiv*, 2020-05.

- Ewane, C. A., Ndongu, F., Ngoula, K., Tayo, P. M. T., Opiyo, S. O., & Boudjeko, T. (2019). Potential Biostimulant Effect of Clam Shells on Growth Promotion of Plantain PIF Seedlings (var. Big Ebanga & Batard) and Relation to Black Sigatoka Disease Susceptibility. *American Journal of Plant Sciences*, 10(10), Article 10.  
<https://doi.org/10.4236/ajps.2019.1010125>
- Fernández, F., Gepts, P., & López, M. (1985). *ETAPAS DE DESARROLLO EN LA PLANTA DE FRIJOL*. 18.
- Fernández, F., Pico, J., & Avellán, B. (2021). *Guía Para La Producción Y Manejo Integrado Del Cultivo De Plátano*. 28.
- Fixen, P. E. (2010). Eficiencia De Uso De Nutrientes En El Contexto De Agricultura Sostenible. *Informaciones Agronómicas*, 76, 23.
- Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., Hernandez, J. B. P., Sandoval, J., & Rocha, H. S. (2018). Propagación del banano: Técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileira de fruticultura*, 40, e-574.
- García, G. A. C., Cedeño, S. del R. V., Cedeño, B. A. A., Chávez, J. E. C., & Álava, G. A. L. (2021). Bioestimulante en el crecimiento y calidad de plántulas de plátano en fase de vivero. *Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103*, 12(2), Article 2.  
[https://doi.org/10.51260/revista\\_espamciencia.v12i2.274](https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v12i2.274)
- Giraldo Giraldo, G. A., & Arcila Pulgarín, M. I. (2000). *Postcosecha y agroindustria del plátano en el eje cafetero de Colombia*. Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA.  
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/17940>
- Gómez, J. C., Galarza, G. V., Pérez, J. T., & Salazar, C. I. M. (2021). Rendimiento de biomasa del pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) con relación a dos frecuencias de

corte. *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, 6(2), 55-63.

<https://doi.org/10.33262/rmc.v6i2.1251>

Google Maps. (s. f.). Google Maps. Recuperado 8 de diciembre de 2024, de

<https://www.google.com.ec/maps/@-0.2483805,->

[79.4816267,8570m/data=!3m1!1e3?hl=es&entry=tту&g\\_ep=EgoyMDI0MTIwNC4wI KXMDS0ASAFQAw%3D%3D](https://www.google.com.ec/maps/@-0.2483805,-79.4816267,8570m/data=!3m1!1e3?hl=es&entry=tту&g_ep=EgoyMDI0MTIwNC4wI KXMDS0ASAFQAw%3D%3D)

Groot, J. J. R., Kropff, M. J., Vossen, F. J. H., Spitters, C. J. T., & Rabbinge, R. (1986). A

decimal code for the development stages of maize and its relation to accumulated heat units. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 34(1), Article 1.

<https://doi.org/10.18174/njas.v34i1.16817>

Heslop-Harrison, J. S., & Schwarzacher, T. (2007). Domestication, genomics and the future

for banana. *Annals of botany*, 100(5), 1073-1084.

Hubbard, N. L., Pharr, D. M., & Huber, S. C. (1990). Role of sucrose phosphate synthase in

sucrose biosynthesis in ripening bananas and its relationship to the respiratory climacteric. *Plant physiology*, 94(1), 201-208.

Jafari, N., Othman, R. Y., & Khalid, N. (2011). Effect of benzylaminopurine (BAP) pulsing

on in vitro shoot multiplication of *Musa acuminata* (banana) cv. Berangan. *African Journal of Biotechnology*, 10(13), 2446-2450.

Jameson, P. E., Dhandapani, P., Novak, O., & Song, J. (2016). Cytokinins and expression of

SWEET, SUT, CWINV and AAP genes increase as pea seeds germinate. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(12), 2013.

Lardizabal, R. (2007). *Manual de producción de plátano de alta intensidad*. Cortes,

Honduras: FHIA.

Lennarz, W. J., & Lane, M. D. (2013). *Encyclopedia of biological chemistry*. Academic Press.

<https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=ykUu06JQrjcC&oi=fnd&pg=PR1>

&dq=Schm%C3%BClling,+T.+(2013).+Cytokinin.+Encyclopedia+of+Biological+Ch  
emistry,+627%E2%80%933631.+&ots=eItUvMUgQ2&sig=PMxNss0GtiXqntDINRSU  
Rq7Orps&redir\_esc=y#v=onepage&q=Schm%C3%BClling%2C%20T.%20(2013).%  
20Cytokinin.%20Encyclopedia%20of%20Biological%20Chemistry%2C%20627%E2  
%80%933631.&f=false

Mintah, L., Ofosu-Budu, G., & Osei-Bonsu, N. (2017a). *Effect of Nitrogen Fertilizer*

*Application and Soil Moisture Regimes on Growth, Biomass Partitioning and Water*

*Use Efficiency of Two Plantain Genotypes at the Nursery Stage. 4, 6.*

Mintah, L., Ofosu-Budu, G., & Osei-Bonsu, N. (2017b). *Effect of Nitrogen Fertilizer*

*Application and Soil Moisture Regimes on Growth, Biomass Partitioning and Water*

*Use Efficiency of Two Plantain Genotypes at the Nursery Stage. International Journal*

*of Research in Agricultural Sciences, 4(6), 330-335.*

Morales Osorno, H., Belalcázar Carvajal, S., & Cayón, G. (2018). *Efecto de la época de*

*cosecha sobre la composición físico-química de los frutos en cuatro clones*

*comerciales de musáceas.*

Murillo, A. G. Á., Bermeo, M. del R. R., & Bolaño, R. J. T. (2021). *Estudio socioeconómico*

*de los productores de banano orgánico, Cantón Milagro, Ecuador. Revista Tecnológica*

*- ESPOL, 33(3), Article 3. <https://doi.org/10.37815/rte.v33n3.869>*

Nadal-Medina, R., Manzo-Sánchez, G., Orozco-Romero, J., Orozco-Santos, M., & Guzmán-

González, S. (2009). *Diversidad genética de bananos y plátanos (Musa spp.)*

*determinada mediante marcadores RAPD. Revista fitotecnia mexicana, 32(1), 01-07.*

Ngomuo, M., Mneney, E., & Ndakidemi, P. (2013). *The effects of auxins and cytokinin on*

*growth and development of (Musa sp.) var. “Yangambi” explants in tissue culture.*

*American Journal of Plant Sciences, 4(11), 2174.*

Ngo-Samnick, E. L. (2011). *Improved plantain production. CTA.*

- Opata, J. (2020). *Innovative propagation techniques in banana and plantain*.  
<https://hohpublica.uni-hohenheim.de/handle/123456789/6609>
- Paz, R., & Pesantez, Z. (2013). *Potencialidad Del Plátano Verde En La Nueva Matriz Productiva Del Ecuador*. 2(2). file:///C:/Users/bryan/Downloads/47-Texto%20del%20art%C3%ADculo-187-1-10-20160223.pdf
- Ríos, D., & Montoya, N. (2012). Manual para el cultivo de banano en la zona cafetera. *Universidad Católica de Oriente*.
- Schiller Fontalvo, L. G. (2018a). *Efecto de la aplicación de trans zeatina ribosidó sobre el crecimiento y la diferenciación floral en banano (Musa sp.) variedad williams*.  
[https://scholar.google.com/scholar\\_url?url=https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69106&hl=es&sa=T&oi=gsr-r&ct=res&cd=0&d=9231895778074108884&ei=a\\_RhZ\\_i1F8q8y9YP4vOwgQU&scisig=AFWwaebJJiXp29Dx3aV6dO92FvtR](https://scholar.google.com/scholar_url?url=https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69106&hl=es&sa=T&oi=gsr-r&ct=res&cd=0&d=9231895778074108884&ei=a_RhZ_i1F8q8y9YP4vOwgQU&scisig=AFWwaebJJiXp29Dx3aV6dO92FvtR)
- Schiller Fontalvo, L. G. (2018b). *Efecto De La Aplicación De Trans Zeatina Ribosidó Sobre El Crecimiento Y La Diferenciación Floral En Banano (Musa Sp.) Variedad Williams* [Tesis de Investigación, Universidad Nacional de Colombia].  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/69106/LuisG.SchillerFontalvo.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=7.20>
- Sedghi, M., Nemat, A., & Esmailpour, B. (2010). Effect of seed priming on germination and seedling growth of two medicinal plants under salinity. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 22(2), 130.
- Silva Alvarado, P. M., Sablón Cossío, N., & Bravo Giler, M. A. (2021). Estudio de la cadena agroalimentaria del plátano en la provincia de Manabí. *ECA Sinergia*, 12(3), 155.  
[https://doi.org/10.33936/eca\\_sinergia.v12i3.3430](https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v12i3.3430)

- Staver, C., & Lescot, T. (2015). *La propagación de material de siembra de calidad para mejorar la salud y productividad del cultivo: Prácticas clave para las musáceas: Guía ilustrada.*
- Summerville, W. A. T. (1944). Studies on nutrition as qualified by development in *Musa cavendishii* Lambert. *Queensland Journal of Agricultural Science*, 1(1), Article 1.
- Torres Tamayo, E. de la C. (2020). *Influencia de la aplicación del Rhizobium en el frijol común (P haseolus vulgaris L.) cv. D elicias 364 en el Municipio Manatí.*
- Tremont, O., Mogollón, J. P., & Martínez, G. (2006). *Inmersión y riego con vermicompost líquido de secciones de cormos del clon Dominico-Harton (Musa AAB).* 77.  
<https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6412/Inmersion%20y%20riego%20con%20vermicompost%20liquido%20de%20secciones%20de%20cormos%20del%20clon%20Dominico%20Harton%20Musa%20AAB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ulloa, S. (2015). *Manual para el cultivo de plátano de exportación.*  
<https://doi.org/10.13140/2.1.1337.4243>
- Venkatachalam, L., Sreedhar, R., & Bhagyalakshmi, N. (2007). Micropropagation in banana using high levels of cytokinins does not involve any genetic changes as revealed by RAPD and ISSR markers. *Plant Growth Regulation*, 51, 193-205.
- Villanueva, V. A., Correa, C. D. A., & Bonisoli, L. (2020). Introducción de marca de banano orgánico en el mercado ecuatoriano. *INNOVA Research Journal*, 5(1), Article 1.  
<https://doi.org/10.33890/innova.v5.n1.2020.1150>

## ANEXOS

### Anexo 1. ADEVA de la variable días a la brotación

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		24	8	3	0.77	0.6348
Tratamiento		5.33	6	0.89	0.23	0.9593
Repetición		18.67	2	9.33	2.4	0.1328
Error		46.67	12	3.89		
Total		70.67	20			

### Anexo 2. ADEVA de la variable de número de cormos

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		9.14	8	1.14	1.69	0.1978
Tratamiento		7.9	6	1.32	1.95	0.1525
Repetición		1.24	2	0.62	0.92	0.4258
Error		8.1	12	0.67		
Total		17.24	20			

### Anexo 3. ADEVA de la variable de porcentaje de mortalidad

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		2049.72	8	256.22	5.31	0.0051
Tratamiento		2018.43	6	336.41	6.97	0.0023
Repetición		31.29	2	15.64	0.32	0.7293
Error		579.09	12	48.26		
Total		2628.81	20			

**Anexo 4.** ADEVA de la variable del grosor del pseudotallo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	122.72	8	15.34	4.28	0.0121
Tratamiento	82.87	6	13.81	3.85	0.0224
Repetición	39.85	2	19.92	5.56	0.0196
Error	43.01	12	3.58		
Total	165.73	20			

**Anexo 5.** ADEVA de la variable de la longitud de la hoja

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	343.67	8	42.96	2.69	0.0594
Tratamiento	343.13	6	57.19	3.58	0.0285
Repetición	0.53	2	0.27	0.02	0.9835
Error	191.44	12	15.95		
Total	535.11	20			

**Anexo 6.** ADEVA de la variable del ancho de la hoja

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	80.58	8	10.07	1.66	0.2055
Tratamiento	53.72	6	8.95	1.48	0.265
Repetición	26.86	2	13.43	2.22	0.1514
Error	72.62	12	6.05		
Total	153.2	20			

**Anexo 7.** ADEVA de la variable del área de la hoja

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	101100.44	8	12637.56	1.25	0.3524
Tratamiento	81731.09	6	13621.85	1.34	0.3114
Repetición	19369.35	2	9684.68	0.96	0.4121
Error	121632.91	12	10136.08		
Total	222733.35	20			

**Anexo 8.** ADEVA de la variable de la longitud de la raíz

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	598.19	8	74.77	0.96	0.5085
Tratamiento	457.71	6	76.28	0.98	0.4808
Repetición	140.49	2	70.24	0.9	0.4324
Error	936.79	12	78.07		
Total	1534.99	20			

**Anexo 9.** ADEVA de la variable del grosor de la raíz

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18.11	8	2.26	2.01	0.1337
Tratamiento	8.63	6	1.44	1.28	0.338
Repetición	9.47	2	4.74	4.2	0.0415
Error	13.54	12	1.13		
Total	31.65	20			

**Anexo 10.** ADEVA de la variable del peso de la raíz

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	350.76	8	43.85	1.41	0.2858
Tratamiento	309.62	6	51.6	1.66	0.2146
Repetición	41.14	2	20.57	0.66	0.5342
Error	373.52	12	31.13		
Total	724.29	20			

**Anexo 11.** ADEVA de la variable del peso del cormo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	38568.53	8	4821.07	0.72	0.6718
Tratamiento	37028.68	6	6171.45	0.92	0.5121
Repetición	1539.85	2	769.93	0.12	0.8922
Error	80270.04	12	6689.17		
Total	118838.57	20			

**Anexo 12.** ADEVA de la variable del peso del pseudotallo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1381.71	8	172.71	0.48	0.847
Tratamiento	1095.9	6	182.65	0.51	0.7903
Repetición	285.81	2	142.9	0.4	0.6799
Error	4303.52	12	358.63		
Total	5685.24	20			

**Anexo 13.** ADEVA de la variable del peso del pseudotallo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	288.1	8	36.01	4.08	0.0145
Tratamiento	210.67	6	35.11	3.98	0.02
Repetición	77.43	2	38.71	4.39	0.0372
Error	105.9	12	8.83		
Total	394	20			

**Anexo 14.** Manejo inicial del material de siembra





**Anexo 15.** Crecimiento de plántulas de plátano







**Anexo 16.** Proceso de recolección de datos para el análisis del laboratorio





Anexo 17. Resultados de análisis de laboratorio.



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. LEONARDO AVELLAN	Numero de muestra:	7139
Propiedad:		Fecha de ingreso:	2/8/2024
Identificación:	T1 / inmersión inmediata	Fecha de impresión:	19/8/2024
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	21/8/2024
Edad :	6 - 7 SEMANAS	No. Laboratorio Desde:	0 001 Hasta:

raíces

VALORES	MATERIA SECA (%)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,56	0,19	4,48	0,69	0,22	0,09

VALORES	ppm					Materia seca
	Cu	B	Fe	Zn	Mn	%
Tiene	27,00	19,08	158,00	88,00	43,00	5,28

Dra. Luz María Martínez  
LABORATORISTA  
AGROLAB



Calle Río Chambim N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Arzujo margen izquierdo)  
Teléfono:  
2752-607

M&J

**RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. LEONARDO AVELLAN	Numero de muestra:	7140
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	2/8/2024
Identificación:	T2 / 2 horas de inmersión	Fecha de impresión:	19/8/2024
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	21/8/2024
Edad :	6 - 7 SEMANAS	No. Laboratorio:	Desde: 0 001 Hasta:

**raices**

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,68	0,21	4,52	0,69	0,21	0,09

ppm						Materia seca %
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	
Tiene	29,00	18,70	190,00	74,00	44,00	5,49



Dra. Luz María Martínez  
LABORATORISTA  
AGROLAB



**RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. LEONARDO AVELLAN	Numero de muestra:	7141
Propiedad:		Fecha de ingreso:	2/8/2024
Identificación:	T3 / 4 horas de inmersión	Fecha de impresión:	19/8/2024
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	21/8/2024
Edad :	6 - 7 SEMANAS	No. Laboratorio Desde:	0 001 Hasta:

**raíces**

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,76	0,23	4,60	0,69	0,21	0,09

ppm						Materia seca
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	%
Tiene	28,00	15,26	198,00	71,00	40,00	5,44



Dra. Luz María Martínez  
LABORATORISTA  
AGROLAB



**RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. LEONARDO AVELLAN	Numero de muestra:	7142
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	2/8/2024
Identificación:	T4 / 6 horas de inmersión	Fecha de impresión:	19/8/2024
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	21/8/2024
Edad :	6 - 7 SEMANAS	No. Laboratorio Desde:	0 001 Hasta:

**raíces**

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,78	0,23	5,01	0,69	0,22	0,08

ppm						Materia seca
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	%
Tiene	26,00	15,65	223,00	71,00	43,00	5,53

*Dra. Luz María Martínez*

Dra. Luz María Martínez  
LABORATORISTA  
AGROLAB



**RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. LEONARDO AVELLAN	Numero de muestra:	7143
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	2/8/2024
Identificación:	T5 / 8 horas de inmersión	Fecha de impresión:	19/8/2024
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	21/8/2024
Edad :	8 - 7 SEMANAS	No. Laboratorio	Desde: 0 001   Hasta:

raíces

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,80	0,24	5,22	0,73	0,22	0,08

ppm						Materia seca
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	%
Tiene	27,00	16,79	223,00	70,00	44,00	5,68



Dra. Luz María Martínez  
LABORATORISTA  
AGROLAB



Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Arzujo margen izquierdo)

Teléfono:  
2752-607

M&J

**RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. LEONARDO AVELLAN	Numero de muestra:	7144
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	2/8/2024
Identificación:	T6 / 10 horas de inmersión	Fecha de impresión:	19/8/2024
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	21/8/2024
Edad :	6 - 7 SEMANAS	No. Laboratorio	Desde: 0 001   Hasta:

**raíces**

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,82	0,24	5,28	0,73	0,21	0,08

ppm						Materia seca
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	%
Tiene	27,00	16,70	242,00	68,00	42,00	5,23



Dra. Luz María Martínez  
LABORATORISTA  
AGROLAB



Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadros de la Clínica Araujo margen izquierdo)

Teléfono:  
2752-607

M&J

**RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR**

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. LEONARDO AVELLAN	Numero de muestra:	7145
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	2/8/2024
Identificación:	T7 / Testigo	Fecha de impresión:	19/8/2024
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	21/8/2024
Edad :	6 - 7 SEMANAS	No. Laboratorio:	Desde: 0 001   Hasta:

**raíces**

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,50	0,18	4,36	0,54	0,19	0,07

ppm						Materia seca
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	%
Tiene	12,00	12,59	117,00	43,00	37,00	5,01



Dra. Luz María Martínez  
LABORATORISTA  
AGROLAB



# Informe final Sabando Bryan Compilatio

**10%**  
Textos  
sospechosos

**7%** Similitudes

0% similitudes entre  
citas  
0% entre las fuentes  
mencionadas

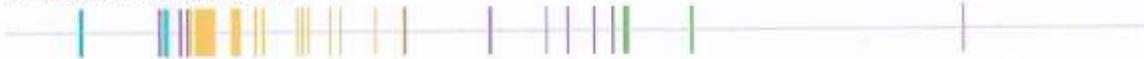
**4%** Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: Informe final Sabando Bryan Compilatio.docx  
ID del documento: 2ed8e27e00bc2f11fe460569d2751a49b9d1ab11  
Tamaño del documento original: 3 MB  
Autores: []

Depositante: LEONARDO AVELLAN  
Fecha de depósito: 20/12/2024  
Tipo de carga: interface  
Fecha de fin de análisis: 20/12/2024

Número de palabras: 9893  
Número de caracteres: 63.340

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	es.slideshare.net   <a href="https://es.slideshare.net/slideshare/stapas-crecimiento-plantas/31467945">https://es.slideshare.net/slideshare/stapas-crecimiento-plantas/31467945</a> 5 fuentes similares	4%		0 Palabras idénticas: 4% (387 palabras)
2	Tesis Janiri Mendoza HMA.docx   Tesis Janiri Mendoza HMA - 46704 El documento proviene de mi grupo	< 1%		0 Palabras idénticas: < 1% (64 palabras)
3	Documento de otro usuario - 451177 El documento proviene de otro grupo 4 fuentes similares	< 1%		0 Palabras idénticas: < 1% (52 palabras)
4	tesis plantas meristemáticas.docx   tesis plantas meristemáticas - 440412 El documento proviene de mi grupo	< 1%		0 Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)

## Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	pdfs.semanticscholar.org <a href="https://pdfs.semanticscholar.org/5c0e/5e33aba076c9a9619943a35c915aca8341a.pdf">https://pdfs.semanticscholar.org/5c0e/5e33aba076c9a9619943a35c915aca8341a.pdf</a>	< 1%		0 Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
2	Tesis Michael Tierras.docx   Tesis Michael Tierras - 435448 El documento proviene de mi grupo	< 1%		0 Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
3	repositorio.uileam.edu.ec <a href="http://repositorio.uileam.edu.ec/bitstream/123456789/14171/1/ALFAM-AGRO-0260.pdf">http://repositorio.uileam.edu.ec/bitstream/123456789/14171/1/ALFAM-AGRO-0260.pdf</a>	< 1%		0 Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
4	repositorio.uileam.edu.ec <a href="http://repositorio.uileam.edu.ec/bitstream/123456789/1460/1/ALFAM-AGRO-0126.pdf">http://repositorio.uileam.edu.ec/bitstream/123456789/1460/1/ALFAM-AGRO-0126.pdf</a>	< 1%		0 Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
5	repositorio.unas.edu.pe <a href="https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14252/1238707_2017.pdf?sequence=1">https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14252/1238707_2017.pdf?sequence=1</a>	< 1%		0 Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)

**Fuentes ignoradas** Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	es.slideshare.net   CURVAS DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE BAN... <a href="https://es.slideshare.net/slideshare/curvas-de-absorcion-de-nutrientes-en-el-cultivo-de-banano/2...">https://es.slideshare.net/slideshare/curvas-de-absorcion-de-nutrientes-en-el-cultivo-de-banano/2...</a>	2%		0 Palabras idénticas: 2% (190 palabras)
2	repositorio.uileam.edu.ec <a href="http://repositorio.uileam.edu.ec/bitstream/123456789/1709/1/ALFAM-AGRO-0262.PDF">http://repositorio.uileam.edu.ec/bitstream/123456789/1709/1/ALFAM-AGRO-0262.PDF</a>	2%		0 Palabras idénticas: 2% (170 palabras)
3	Informe final Vicky Herrera compilatio.docx   Informe final Vicky Herrera ... - 444470 El documento proviene de mi biblioteca de referencias	2%		0 Palabras idénticas: 2% (148 palabras)

# Informe final Sabando Bryan Compilatio

**10%**  
Textos  
sospechosos

**7%** Similitudes

En similitudes entre  
documentos  
No se usaron Similitudes  
de idioma mixto

**4%** Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: Informe final Sabando Bryan Compilatio.docx  
ID del documento: 2a18e27e00bc2f11fe460569d2751a49b9d1ab11  
Tamaño del documento original: 3 MB  
Autores: []

Depositante: LEONARDO AVELLAN  
Fecha de depósito: 20/12/2024  
Tipo de carga: Interface  
Fecha de fin de análisis: 20/12/2024

Número de palabras: 9893  
Número de caracteres: 63.340

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="#">https://www.repositorio.cebsa.int/bitstream/handle/10665/4362788</a> 5 fuentes similares	4%		2 Fuentes similares + 1% (2) palabras
2	<a href="#">https://repositorio.cebsa.int/bitstream/handle/10665/4362788</a> El documento proviene de mi grupo	< 1%		2 Fuentes similares + 1% (2) palabras
3	<a href="#">https://repositorio.cebsa.int/bitstream/handle/10665/4362788</a> El documento proviene de otro grupo	< 1%		2 Fuentes similares + 1% (2) palabras
4	<a href="#">https://repositorio.cebsa.int/bitstream/handle/10665/4362788</a> El documento proviene de mi grupo	< 1%		2 Fuentes similares + 1% (2) palabras

## Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="#">pubs.ascelibrary.org</a> <a href="#">https://pubs.ascelibrary.org/doi/full/10.1061/(ASCE)1080-4062(2007)12:4(406)</a>	< 1%		2 Fuentes similares + 1% (2) palabras
2	<a href="#">https://repositorio.cebsa.int/bitstream/handle/10665/4362788</a> El documento proviene de mi grupo	< 1%		2 Fuentes similares + 1% (2) palabras
3	<a href="#">repositorio.almam.edu.ec</a> <a href="#">https://repositorio.almam.edu.ec/bitstream/123456789/123456789/123456789</a>	< 1%		2 Fuentes similares + 1% (2) palabras
4	<a href="#">repositorio.almam.edu.ec</a> <a href="#">https://repositorio.almam.edu.ec/bitstream/123456789/123456789/123456789</a>	< 1%		2 Fuentes similares + 1% (2) palabras
5	<a href="#">repositorio.unes.edu.pe</a> <a href="#">https://repositorio.unes.edu.pe/bitstream/handle/123456789/123456789/123456789</a>	< 1%		2 Fuentes similares + 1% (2) palabras

Fuentes ignoradas: Estas fuentes han sido ignoradas del cálculo de similitud por el propietario del documento.

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="#">es.scribd.com</a>   CURVAS DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN EL CÚMULO DE SIV... <a href="#">https://es.scribd.com/document/4362788/123456789/123456789</a>	2%		2 Fuentes similares + 1% (2) palabras
2	<a href="#">repositorio.almam.edu.ec</a> <a href="#">https://repositorio.almam.edu.ec/bitstream/123456789/123456789/123456789</a>	2%		2 Fuentes similares + 1% (2) palabras
3	<a href="#">Informe final Vicky Herrera compilatio.docx</a>   Informe final Vicky Herrera... El documento proviene de mi biblioteca de referencias	2%		2 Fuentes similares + 1% (2) palabras

