



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO DE PLÁNTULAS DE
BANANO (*Musa spp.*) VAR. WILLIAMS CON PROPAGACIÓN A PARTIR DE
YEMAS ADVENTICIAS UTILIZANDO DOS SUSTRATOS Y DOS
BIORREGULADORES DE CRECIMIENTO”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero/a
Agrónomo.

AUTORES:

Flores Merizalde Frixon Ricardo

Lalangui Roman Yusley Estefania

TUTOR:


Ing. Macias Pettao Ramon Klever MSc.

**LA MANÁ-ECUADOR
MARZO-2022**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Flores Merizalde Frixon Ricardo con C.C. 1206505800 y Lalangui Roman Yusley Estefania con C.C. 1208644458, declaramos ser autores del presente Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO DE PLÁNTULAS DE BANANO (*Musa spp.*) VAR. WILLIAMS CON PROPAGACIÓN A PARTIR DE YEMAS ADVENTICIAS UTILIZANDO DOS SUSTRATOS Y DOS BIORREGULADORES DE CRECIMIENTO”, siendo el Ing. Macias Pettao Ramon Klever MSc. tutor del presente trabajo; y eximamos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles acciones de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.


Frixon Ricardo Flores Merizalde
C.I: 1206505800


Yusley Estefania Lalangui Roman
C.I: 1208644458

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO DE PLÁNTULAS DE BANANO (*Musa spp.*) VAR. WILLIAMS CON PROPAGACIÓN A PARTIR DE YEMAS ADVENTICIAS UTILIZANDO DOS SUSTRATOS Y DOS BIORREGULADORES DE CRECIMIENTO” de Flores Merizalde Frixon Ricardo y Lalangui Roman Yusley Estefania, de la carrera de Agronomía considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Extensión La Maná de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 9 de marzo del 2022


Ing. Macias Pettao Ramon Klever MSc.
C.I: 0910743285
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y de Recursos Naturales, por cuanto los postulantes: Flores Merizalde Frixon Ricardo y Lalangui Roman Yusley Estefania, con el título de Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO DE PLÁNTULAS DE BANANO (*Musa spp.*) VAR. WILLIAMS CON PROPAGACIÓN A PARTIR DE YEMAS ADVENTICIAS UTILIZANDO DOS SUSTRATOS Y DOS BIORREGULADORES DE CRECIMIENTO”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 28 de marzo del 2022

Para constancia firman:


Ing. Zambrano Cuadro Natalia Geoconda MSc.
C.I: 1206241422
PRESIDENTA


Escaneo electrónico por:
JONATHAN BISMAR
LOPEZ BOSQUEZ
Ing. López Bósquez Jonathan MSc.
C.I: 1205419292
LECTOR 1 MIEMBRO


Ing. Espinosa Cunyah Kleber Augusto MSc
C.I: 0502612740
LECTOR 2 SECRETARIO

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios y La Virgen del Cisne por darme vida, por guiarme a través de la vida, por el apoyo y la fortaleza en estos momentos de dificultad y debilidad.

Gracias a mis padres: Ricardo Flores y Gina Merizalde, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradecimientos a mis Tíos: Augusto; Jorge; Juan por enseñarme y encaminarme al mundo agronómico para sus diversas prácticas y experiencias vividas en el campo profesional.

Agradezco a nuestros docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, de manera especial, al Ing. Ramon Macias Pettao tutor de nuestra Tesis de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

Frixon Ricardo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen del cisne por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mis padres: Cesar Lalangui y Marilu Roman que con su demostración ejemplar me ha enseñado a no extenuarse ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mi hermano Andrés Lalangui y mis abuelos Leopoldo Lalangui, Lolita Sarango, por su apoyo incondicional.

A mis docentes y en especial al MSc. Ing. Macias Pettao Ramon Klever, director de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Yusley Estefania

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a mi Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para salir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban.

A mis padres por su apoyo, A mis abuelitos Isabel Victores; Piedad Mera y Santos Flores que ha hecho el papel de padre desde mis inicios, gracias por sus consejos y ayuda en los momentos difíciles.

A mis hermanos Erick; Domenica y Rosmery Flores por estar siempre presente Y ser el apoyo incondicional a ellos mis esperanzas, mis alegrías y la culminación de este trabajo y lo que representa en mi vida siendo los resultados del esfuerzo de muchas personas.

Algunos han puesto a disposición medios, conocimientos, tiempo y esfuerzo, otros me han brindado ánimo y en ocasiones hasta una mano tendida para ayudarme a levantarme como es Damarys Alava y mis amigas Yusley Lalanguí; Rosalba Zurita; Jeniffer Morales; Aracelly Romero.

Frixon Ricardo

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi padre y abuelos por ser las personas que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, a mis hermanos quienes han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en una profesional.

A mis padres quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mi mejor amigo, que gracias al equipo que formamos logramos llegar hasta el final del camino y que, hasta el momento, seguimos siendo amigos: Ricardo Flores Merizalde.

A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Yusley Estefania

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TEMA: “EVALUACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO DE PLÁNTULAS DE BANANO (*Musa spp.*) VAR. WILLIAMS CON PROPAGACIÓN A PARTIR DE YEMAS ADVENTICIAS UTILIZANDO DOS SUSTRATOS Y DOS BIORREGULADORES DE CRECIMIENTO”

Autores:

Flores Merizalde Frixon Ricardo

Lalangi Roman Yusley Estefania

RESUMEN

La presente investigación se realizó en sector Chipe Hamburgo 2, de la parroquia El Triunfo, perteneciente al cantón La Maná, para cumplir los siguientes objetivos: Analizar las variables de crecimiento y desarrollo agronómico de las plántulas de banano multiplicadas a partir de yemas adventicias, establecer el mejor sustrato y biorregulador en la producción de plántulas de banano en condiciones de almacigo y determinar el efecto de los sustratos en combinación con los biorreguladores en el desarrollo de las plántulas de banano. Se utilizó un diseño completamente al azar utilizando con arreglo factorial constituido por 2 tipos de sustrato y 2 biorreguladores de crecimiento, dando como resultado 4 tratamientos más un testigo absoluto, cada tratamiento estuvo constituido por 4 repeticiones. Se analizaron las siguientes variables: días a la emisión de yemas, altura de planta, diámetro del pseudotallo, Número de hojas, coeficiente de esbeltez, número de raíces y longitud de raíces. Los resultados con menor días a la emisión de yemas se obtuvo con T2 (sustrato cascarilla de arroz + citoquinina) con 6.50 días a partir de la siembra de yemas, en la mayor altura de planta T2 (sustrato cascarilla de arroz + citoquinina) obtuvo los mejores resultados en los 30, 45 y 60 días con datos de 21.79, 31.57 y 35.22 cm respectivamente, para el diámetro de pseudotallo T2 (sustrato cascarilla de arroz + citoquinina) obtuvo los valores más altos con 3,74, 4.23 y 6.30 cm en todas las edades evaluadas, en cuanto al número de hojas T2 (sustrato cascarilla de arroz + citoquinina) mostró mayor número de hojas en todas las edades registradas con resultados de 4.25, 6.25 y 6.75 hojas por planta, el coeficiente de esbeltez con valores aceptables se presentó en T2 (sustrato cascarilla de arroz + citoquinina) con índice de 5.27, mientras en la variable número de raíces T3 (sustrato cascarilla de arroz + citoquinina) se presenta como el mejor tratamiento con 23.63 raíces. Finalmente en la longitud de raíces T2 (sustrato cascarilla de arroz + citoquinina) presentó raíces de mayor longitud con 27.88 cm

Palabras clave: banano, plántulas, sustratos, biorreguladores.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Chipe Hamburgo 2 sector, of the El Triunfo parish, belonging to the La Maná canton, with the following objectives: Analyze the variables of growth and agronomic development of banana seedlings multiplied from adventitious buds, establish the best substrate and biostimulant in the production of banana seedlings under nursery conditions and to determine the effect of the substrates in combination with biostimulants on the development of banana seedlings. A Completely Random Design was used using a factorial arrangement formed by 2 types of substrates and 2 growth bioregulators, resulting in 4 treatments with an absolute control, each treatment consisted of 4 repetitions. The following variables were analyzed: days to bud emission, plant height, pseudostem diameter, number of leaves, slenderness coefficient, number of roots and root length. The results with fewer days to the emission of buds were obtained with T2 (rice husk substrate + cytokinin) with 6.50 days from the sowing of buds, at the highest plant height T2 (rice husk substrate + cytokinin) obtained the best results at 30, 45 and 60 days with data of 21.79, 31.57 and 35.22 cm respectively, for the diameter of pseudostem T2 (rice husk substrate+ cytokinin) obtained the highest values with 3.74, 4.23 and 6.30 cm in all the ages evaluated, in the number of leaves T2 (substrate rice husk + cytokinin) showed more number of leaves in the registered ages with results of 4.25, 6.25 and 6.75 leaves per plant, the slenderness coefficient with acceptable values was presented in T2 (rice husk substrate + cytokinin) with an index of 5.27, while in the variable number of roots T3 (rice husk substrate + cytokinin) is presented as the best treatment with 23.63 root. Finally, in the length of roots T2 (substrate rice husk + cytokinin) was the one that presented the longest roots with 27.88 cm

Keywords: banana, seedlings, substrates, bioregulators

ÍNDICE

Contenido	Pág.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS.....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
8.1. El cultivo de banano	8
8.1.1. Generalidades del cultivo de banano	8
8.1.2. Taxonomía.....	8
8.2. Descripción botánica	8
8.3. Características morfológicas.....	9
8.3.1. Pseudotallo	9
8.3.2. Hojas.....	9
8.3.3. Inflorescencia.....	9
8.3.4. Fruto	10
8.3.5. Raíz.....	10
8.4. Requerimientos climatológicos	10
8.4.1. Latitud y altitud	10
8.4.2. Temperatura.....	11
8.4.3. Suelos	11

8.5. Variedades	11
8.5.1. Variedad FHIA-17	11
8.5.2. Variedad Gros Michel	12
8.5.3. Variedad Lacatán	12
8.5.4. Subgrupo o serie Cavendish	12
8.5.4.1. Sub variedad Cavendish Valery	12
8.5.4.2. Sub variedad Robusta	13
8.5.4.3. Sub variedad Williams.....	13
8.6. Métodos de propagación en banano	14
8.6.1. Método de Hamilton o falsa decapitación	14
8.6.2. Macro propagación in situ.	14
8.6.3. Inducción de cebollines en campo.....	15
8.6.4. Propagación por yemas.....	15
8.7. Sustrato	15
8.8. Biorreguladores de crecimiento.....	20
8.8.1. Citoquininas.....	21
8.8.1.1. Funciones.....	22
8.8.1.2. Dosis de aplicación.....	22
8.8.2. Ácidos fúlvicos	22
8.8.2.1. Dosis de aplicación.....	23
8.9. Investigaciones realizadas	24
9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	25
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	26
10.1. Ubicación y duración del ensayo.....	26
10.2. Tipo de investigación	26
10.3. Condiciones agrometeorológicas.....	27
10.4. Materiales y equipos	27
10.5. Diseño experimental	29
10.6. Factores en estudio	29
10.7. Tratamientos	30
10.8. Análisis de varianza.....	30
10.9. Variables evaluadas	30
10.10. Manejo de la investigación	32

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
11.1. Efecto simple	34
11.1.1. Efecto simple por sustratos	34
11.1.2. Efecto simple por biorreguladores de crecimiento	37
11.2. Interacciones sustratos/biorreguladores de crecimiento	41
11.3. Análisis por tratamientos	47
12. IMPACTOS	52
13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	53
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
15. BIBLIOGRAFÍA	55
16. ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y tareas en relación a los objetivos planteados.....	7
Tabla 2. Clasificación taxonómica del banano.....	8
Tabla 3. Condiciones agrometeorológicas del sector de ensayo.	27
Tabla 4. Características de banano var. Williams.	27
Tabla 5. Propiedades físico químico del ácido fúlvico.....	28
Tabla 6. Características físicas químicas de la citoquinina.	28
Tabla 7. Otros materiales y equipos usados en la investigación.	29
Tabla 8. Factores en estudio.	29
Tabla 9. Tratamientos en estudio.....	30
Tabla 10. Esquema de análisis de varianza	30
Tabla 11. Efecto simple de los días a la emergencia por sustratos.....	34
Tabla 12. Efecto simple de altura de planta por sustratos.	35
Tabla 13. Efecto simple de diámetro del pseudotallo por sustratos.	35
Tabla 14. Efecto simple de número de hojas por sustratos.	36
Tabla 15. Efecto simple de coeficiente de esbeltez por sustratos.....	36
Tabla 16. Efecto simple de número de raíces por sustratos.....	37
Tabla 17. Efecto simple de longitud de raíz por sustratos.....	37
Tabla 18. Efecto simple de los días a la emergencia por biorreguladores de crecimiento.....	38
Tabla 19. Efecto simple de altura de planta por biorreguladores de crecimiento.	38
Tabla 20. Efecto simple de diámetro de pseudotallo por biorreguladores de crecimiento.....	39
Tabla 21. Efecto simple de número de hojas por biorreguladores de crecimiento.....	39
Tabla 22. Efecto simple de coeficiente de esbeltez por biorreguladores de crecimiento.....	40
Tabla 23. Efecto simple de número de raíces por biorreguladores de crecimiento.....	40
Tabla 24. Efecto simple de longitud de raíz por biorreguladores de crecimiento.	41

Tabla 25. Días a la emisión de yemas en la evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento.	47
Tabla 26. Altura de planta en la evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento.....	48
Tabla 27. Diámetro del pseudotallo la evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento.	49
Tabla 28. Número de hojas en la evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento.....	49
Tabla 29. Coeficiente de esbeltez en la evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento.	50
Tabla 30. Número de raíces en la evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento.....	51
Tabla 31. Longitud de raíz en la evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento.....	51
Tabla 32. Presupuesto de la investigación.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacción de los días a la emergencia de yemas de banano.	41
Figura 2. Interacción de la altura de planta en diferentes edades en los sustratos con aplicaciones de biorreguladores de crecimiento.....	42
Figura 3. Interacción del diámetro de pseudotallo en diferentes edades en los sustratos con aplicaciones de biorreguladores de crecimiento.	43
Figura 4. Interacción del número de hojas en diferentes edades en los sustratos con aplicaciones de biorreguladores de crecimiento.....	44
Figura 5. Interacción del coeficiente de esbeltez en los sustratos con aplicaciones de biorreguladores de crecimiento.	45
Figura 6. Interacción del número de raíces en los sustratos con aplicaciones de biorreguladores de crecimiento.....	46
Figura 7. Interacción de la longitud de raíz en los sustratos con aplicaciones de biorreguladores de crecimiento.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesación de derechos	59
Anexo 2. Certificado reporte de Urkund	62
Anexo 3. Aval de traducción del idioma ingles.....	63
Anexo 4. Hoja de vida del docente tutor	64
Anexo 5. Hoja de vida de los estudiantes investigadores.....	65
Anexo 6. Evidencias fotográficas	67
Anexo 7. Esquema de tratamientos	70

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: “Evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano (*Musa spp.*) Var. Williams con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento”

Fecha de inicio:	Octubre del 2021
Fecha de finalización:	Marzo del 2022
Lugar de ejecución:	Recinto Chipe Hamburgo 2, parroquia El Triunfo, cantón La Maná
Unidad Académica que auspicia:	Facultad De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Carrera que auspicia:	Ingeniería Agronómica
Proyecto de investigación vinculado:	Al sector agrícola
Equipo de Trabajo:	-Flores Merizalde Frixon Ricardo -Lalangui Roman Yusley Estefania -Ing. Macias Pettao Ramon Klever MSc. (Tutor)
Área de Conocimiento:	Agricultura
Línea de investigación:	Desarrollo y seguridad alimentaria
Sub líneas de investigación de la Carrera:	Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

De acuerdo a estimaciones del INEC, (2020) la producción bananera en el Ecuador es una de las principales fuentes de ingresos para la economía del país, sobre todo en la zona de La Maná, donde se concentran grandes extensiones de banano, generando empleo para las personas que dependen económicamente del trabajo en las bananeras. Es necesario mencionar que dicha producción depende de factores, como la propagación del cultivo, donde los métodos de multiplicación tienen un papel importante, debido a que esta actividad condiciona la producción, es decir, de esto dependerá el nivel de producción por hectáreas del cultivo, al mismo tiempo mediante la propagación por yemas adventicias se logra seleccionar el material vegetativo que mejores condiciones presente para la producción bananera. Por otro lado, es conocido que la producción y calidad de la plantación está determinada por los métodos de propagación que se utilicen, además de la nutrición y selección de un sustrato adecuado para la propagación de plántulas de banano tiene protagonismo, debido a que de estos dos factores depende el éxito para asegurar una buena plantación en el campo.

El presente proyecto se llevó a cabo en el sector Chipe Hamburgo 2, perteneciente a la parroquia El Triunfo del canto La Maná, con el objetivo de evaluar el desarrollo vegetativo del cultivo de banano, mediante la reproducción asexual a partir de las yemas adventicias presentes en los cormos del banano. Se utilizó la cascarilla de arroz como materia prima principal para la elaboración de los sustratos, y como materia prima secundaria arena y tierra de sembrado, los cuales al combinar entre si dieron como resultado dos sustratos elaborados, en combinación con dos biorreguladores de crecimiento se obtuvieron 4 tratamientos. El Diseño experimental utilizado fue el Diseño De Bloques Al Azar, con arreglo factorial de $2 \times 2 + 1$, 2 sustratos, 2 biorreguladores de crecimiento y un testigo absoluto. Se evaluaron variables de desarrollo morfométrico de la planta como: días a la emergencia de yemas, altura de planta, diámetro de pseudotallo, número de hojas, coeficiente de esbeltez, número de raíces y longitud de raíces.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En Ecuador la producción bananera ocupa grandes extensiones de terreno, generando fuentes de empleo para todos los que dependen del sector bananero, este cultivo está altamente concentrado en las zonas de Guayas, Los Ríos y parte del subtrópico de Cotopaxi, sin embargo su producción implica altos costos de producción, sobre todo en la fase inicial del cultivo, por lo que la propagación convencional con siembras de cormos en muchos casos no funciona. Por

ello muchos productores optan por adquirir plántulas de banano, que están listas para el trasplante y a diferencia de la propagación tradicional estas plántulas pueden adaptarse prácticamente a condiciones climatológicas adversas, así como a la topografía de cualquier terreno, por lo que actualmente la mayoría de los productores bananeros están motivados a continuar con nuevos métodos de propagación de plantas.

Debido a la necesidad de obtener una mayor productividad en los cultivos resulta imprescindible la utilización de complementos nutritivos que enriquezcan el suelo; una alternativa sostenible y natural para hacerlo es tratar de mantener una planta con excelentes condiciones desde el inicio, mediante la propagación con sustratos que garanticen el correcto desarrollo de la plántula, de igual manera la aplicación de sustancias biorreguladoras de crecimiento permiten que el suelo recupere sus nutrientes, además se recupera la capa arable del suelo, evitando daños por agentes abióticos, como vientos que pueden causar erosiones, aumentando la disponibilidad de agua. Con el método de la técnica del enraizamiento utilizando sustratos y biorreguladores en yemas de banano se buscará disminuir los costos de inversión por la compra de cepas.

Para complementar los beneficios de los sustratos es necesario combinar con aplicaciones de bioestimulantes, dentro de esto los biorreguladores de crecimiento incrementan la capacidad de la planta para adaptarse a un determinado sustrato. La propagación de plantas de banano a partir de yemas tiene mucho beneficios, como controlar agentes patógenos desde el inicio de la plantación, selección de material vegetativo con buenas características tanto vegetativas como de producción, además la producción de plántulas tiene muy buenos beneficios económicos, resultado de la comercialización de plántulas de banano, debido a la alta demanda de material vegetativo, sobre todo de variedades altamente productivas y resistentes a plagas y enfermedades como la variedad Williams.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios directos:

Los beneficiarios directos son los 400 estudiantes del área de ingeniería agronómica, mediante la ejecución del proyecto se establecen precedentes para investigaciones en banano, específicamente en condiciones de almacigo, además con el manejo de citoquininas y ácidos

fúlvicos se promueve el manejo con productos como los biorreguladores de crecimiento libres de químicos ni contaminantes.

Beneficiarios indirectos:

Indirectamente se benefician los docentes investigadores, productores bananeros y personas que se dedican a la producción de plántulas de banano, con el presente proyecto se da a conocer los sustratos adecuados para obtener plantas de buen vigor y combinar la fertilización con aplicaciones de biorreguladores de crecimiento.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A nivel mundial la producción bananera es una de las actividades que mayores fuentes de ingreso representa, además de ser un producto con alta demanda, el banano se encuentra en los primeros lugares dentro de los alimentos consumidos en el mundo. Sánchez *et al.*, (2018) sostiene que este cultivo se encuentra extendido en la mayoría de los países tropicales y subtropicales, sin embargo los métodos de propagación se mantienen como tradicionalmente se lo venía realizando, estos métodos de propagación son los que en muchas ocasiones merman la producción por efecto de plagas, enfermedades o características no deseadas del material de propagación.

Según datos obtenidos por la CFN, (2020) a nivel nacional la producción de banano alcanza las 180.336 hectáreas, con superficies distribuidas en las zonas de El Oro, Guayas, Los Ríos (92%) y en otras provincias (8%), del total de superficie producida se cosechan alrededor de 36.21 Tm/ha lo que representa el 67.82% de las exportaciones agrícolas del país. Sin embargo la producción está decayendo en los últimos años por factores como los altos costos de producción, sumado a las pérdidas por manejo tradicional en cuanto a la propagación y fertilización.

Ecuador ha sido líder en el sector bananero internacional durante más de cuatro décadas. La industria bananera, que abarca todo el proceso de producción, comercialización y exportación constituye, es la mayor fuente de empleo de la población que depende directa o indirectamente de esta industria y ha desarrollado una industria vinculada verticalmente. Durante mucho tiempo se han utilizado productos químicos como método para que las plantas de determinado sustrato mejores sus cualidades vegetativas; el abuso en la utilización de este tipo de productos ha provocado un deterioro paulatino de sus propiedades físicas, químicas y biológicas de las

plantas, por esta razón el uso de productos orgánicos se da como una excelente alternativa para evitar contaminaciones por productos sintéticos (Carrillo, 2014).

En encuestas del INEC, (2020), el cultivo de banano se muestra como uno de las principales fuentes generadoras de empleo en las zonas donde se desarrolla este cultivo, sin embargo los métodos de propagación se mantienen como tradicionalmente se llevan a cabo, mediante la siembra por hijuelos, que en casos no presentan las condiciones vegetativas apropiada, incluso se dan casos de proliferación de enfermedades por utilizar material vegetativo contaminado perdiéndose grandes extensiones de terreno, sin contar en los altos costos de producción que frecuentemente se pierden por las siembras de manera tradicional. .

La selección del material de propagación es el primer paso para iniciar la siembra comercial de estos cultivos, y la mayor parte de los productores bananeros de las zonas productoras de banano en general usan material vegetativo de la variedad Williams que proviene de la selección de hijos, Esta forma tradicional de propagación se caracteriza por ser lo más práctico y fácil de hacer en el campo, con bajos costos por el material vegetativo, siendo una ventaja para los productores. Sin embargo, las condiciones en las cuales se encuentran los sistemas de producción, caracterizados por presentar problemas de fertilización, estrés hídrico, ausencia de control de plagas y enfermedades, y demás factores que depende la cantidad y calidad del material vegetativo. La obtención del material vegetativo mediante practicas convencionales está en dependencia de las capacidades de plantas madre para emitir hijuelos, así como de las condiciones ambientales, manejo del cultivo, y demás factores que delimitan la cantidad y el tiempo que transcurra hasta la producción de los hijuelos. Por cuanto, se considera como un proceso muy lento que reduce considerablemente el tiempo de producción, por este motivo se plantea el uso de yemas adventicias como un medio de propagación efectivo, más aún utilizando sustratos específicos y complementando con aplicaciones de biorreguladores de crecimiento, que estimulen la brotación, acortando el periodo de producción de las yemas.

En los últimos años la aplicación de bioestimulantes el en cultivo de banano ha sido utilizada con buenos resultados, en gran parte de las zonas bananeras se está dejando de trabajar con productos químicos para integrar el uso de biorreguladores de crecimiento debido a las ventajas de los productos sobre la fertilización tradicional edáfica. El uso de bioestimulantes en la planta de banano incrementa el desarrollo vegetativo de las plantas, mejorando la absorción de nutrientes, lo que representa mayor productividad por hectárea del cultivo, reduciendo los costos de fertilización en comparación con los fertilizantes tradicionales (Mendoza.E, 2015).

6. OBJETIVOS

General

Evaluar el desarrollo vegetativo de plántulas de banano (*Musa spp.*) Var. Williams con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento en el sector Chipe Hamburgo 2.

Específicos

- Analizar las variables de crecimiento y desarrollo agronómico de las plántulas de banano multiplicadas a partir de yemas adventicias.
- Establecer el mejor sustrato y biorregulador en la producción de plántulas de banano en condiciones de almacigo.
- Determinar el efecto de los sustratos en combinación con los biorreguladores en el desarrollo de las plántulas de banano.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y tareas en relación a los objetivos planteados.

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADO	VERIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> Analizar las variables de crecimiento y desarrollo agronómico de las plántulas de banano multiplicadas a partir de yemas adventicias. 	<ul style="list-style-type: none"> Registro de datos experimentales. Recopilación de datos de las variables en estudio 	<ul style="list-style-type: none"> Conocimiento de los índices de crecimiento de las plántulas. Datos de desarrollo vegetativo de plantas evaluadas. <p>*Días a la emisión de yemas. *Diámetro de pseudotallo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Datos de campo. Variables evaluadas. <p>*Altura de planta. *Número de hojas *Coeficiente de esbeltez</p> <ul style="list-style-type: none"> Análisis estadístico de las variables evaluadas
<ul style="list-style-type: none"> Establecer el mejor sustrato y biorregulador en la producción de plántulas de banano en condiciones de almacigo. 	<ul style="list-style-type: none"> Incorporación de los sustratos en las fundas para la siembra de yemas. Aplicación de los biorreguladores de crecimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Interpretación de las interacciones entre los sustratos y los biorreguladores 	<ul style="list-style-type: none"> Datos experimentales de campo. Análisis estadístico.
<ul style="list-style-type: none"> Determinar el efecto de los sustratos en combinación con los biorreguladores en el desarrollo de las plántulas de banano. 	<ul style="list-style-type: none"> Registro de datos de campo. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación de biorreguladores en cada sustrato. Datos experimentales <p>*Número de raíces *Longitud de raíces</p>	<ul style="list-style-type: none"> Análisis estadístico. Datos de campo

Elaborado por: Flores & Lalangui(2022).

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. El cultivo de banano

8.1.1. Generalidades del cultivo de banano

El banano, científicamente conocido como *Musa spp*, contiene altos niveles de vitaminas A, B6 y C. Sus propiedades nutricionales son especialmente el alto contenido de potasio, es rico en vitaminas (A, B6 y C) y minerales (Ca, P), pero es más conocido por su altísimo contenido de potasio (K) lo que hace que el consumo de esta fruta es una forma muy popular en países de todo el mundo (Carrillo, 2014). El banano Cavendish no exportable representa, en Ecuador, aproximadamente el 30% de la producción anual en los últimos cinco años. Este tipo de banano se utiliza principalmente para la alimentación animal y en menor proporción a la elaboración de puré de banano de exportación (Capa, Alaña, & Benitez, 2016).

8.1.2. Taxonomía

Según investigaciones realizadas por (Correa, 2015), establece la taxonomía del banano de la siguiente manera:

Tabla 2. Clasificación taxonómica del banano.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Genero	Musa
Nombre científico	<i>Musa spp.</i>

Elaborado por: Flores & Lalangui(2022).

Fuente: (Correa, 2015).

8.2. Descripción botánica

La planta de banano es de tallo tipo herbáceo el mismo que este compuesto por pseudotallos aéreos que se originan de los cormos carnosos, desarrollados por numerosas yemas laterales o "hijos". La producción de banano y plátano a nivel mundial tanto en regiones tropicales y sub tropicales, son fuentes transcendentales en la alimentación de la región, convirtiéndose en origen primordial de la alimentación por poseer carbohidratos, vitaminas y minerales; ya que son una base fundamental e importante dentro de la economía, seguridad alimentaria y a la vez ayuda a generar empleo. Se estima que en el Ecuador un 50% del territorio nacional se encuentra

con plantación de banano el mismo se lo realiza en diferentes sistemas de producción (Umaña, 2016).

8.3. Características morfológicas

Dentro de las características morfológicas Capa *et al.*, (2016) describe a la planta como de tipo arbusto gigante, de aproximadamente una altura de 3.5-7.5m, siendo una de las herbácea perenne de mayor tamaño, conformado por rizomas cortos y sus tallos se encuentran bien definidos, siendo este el resultado de una combinación de vainas foliares, terminando en una corona de hojas. Su sistema radicular es superficial, tiene sus hojas dispuestas en forma de espiral, con un limbo elíptico alargado ligeramente decurrente hacia el peciolo, un poco ondulado y glabro, son de gran tamaño llegando a alcanzar los 2-4 m de largo y hasta los 50 cm de ancho, cuenta con un peciolo que puede llegar a medir de 1 m o más de longitud.

8.3.1. Pseudotallo

En cuanto al pseudotallo Parra *et al.*, (2019), menciona que es un falso tallo de tipo rizoma grande y almidonado que crece hacia el ápice; se desarrollan después de que las plantas florecen y dan frutos. A la vez que cada hijuelo del rizoma va llegando a la madurez, la yema terminal va evolucionando en una inflorescencia, debido a que es empujada hacia arriba a partir de la elongación del pseudotallo. El pseudotallo consta de diferentes láminas foliares que se cruzan entre sí formando una estructura alterna de donde emiten las hojas.

8.3.2. Hojas

Presenta hojas grandes, con un peciolo central y una lámina foliar adyacente desde la nervadura central de la misma, las hojas tienen una distribución helicoidal (filotaxia espiral) y la base de las hojas rodea el tallo (o cormo) dando lugar a pseudotallo. La inflorescencia es terminal y crece por el centro del pseudotallo hasta alcanzar la superficie. Hojas caducas de aproximadamente 3 metros de longitud, con nervaduras paralelas al peciolo (Soto, 2008).

8.3.3. Inflorescencia

Las flores son de color amarillo, irregulares y tienen seis estambres, uno de los cuales es estéril, reducido a estambre en forma de pétalo. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero. Toda la inflorescencia constituye el régimen de la platanera. Cada grupo de flores reunidas en cada

bráctea para formar un conjunto de frutos llamado mano, que contiene de 3 a 20 frutos. Cuando el racimo llega a su edad fisiológica de cosecha la flor forma una especie de estructura independiente que llega a sobresalir por la parte final del mismo (Umaña, 2016).

8.3.4. Fruto

Garrido *et al.*, (2011) describen que en algunas variedades constan de racimos de máximo más de 4 manos, excepto en las variedades muy fructíferas, que pueden contar con 12-14. Durante el desarrollo del fruto, estos racimos se curvan geotrópicamente, dependiendo del peso de este último, provocando la flexión del haz. Esta reacción determina la forma del racimo. El banano es una fruta polimórfica, pudiendo contener de 5-20 manos, cada racimo tiene 2-20 frutos; siendo de color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los frutos comestibles son vegetativos, lo que significa que desarrollan una pulpa de fruta comestible sin polinización. Estudios recientes tratan de obtener material vegetativo a partir del fruto del banano para mantener intactas las posibilidades de una planta con características deseadas, como son resistentes a plagas, enfermedades y condiciones agroclimáticas.

8.3.5. Raíz

Las raíces del banano emergen a partir de la parte superior del cormo, llegando a alcanzar hasta 4 metros de largo en las raíces superiores extendiéndose horizontalmente, en cuanto a las raíces inferiores llegan a una longitud de 1.30 metros ramificándose en raíces secundarias donde se encuentran los pelos absorbentes. En edades tempranas las raíces son blancas, cilíndricas que con el crecimiento de la planta se van cutinizando hasta llegar a un estado suberizado, este cambio de apariencia se da a partir de la parición o emergencia de la bellota (Aspiazu, 2014).

8.4. Requerimientos climatológicos

8.4.1. Latitud y altitud

De acuerdo a Umaña, (2016) el banano se desarrolla mejor en latitudes de 15° al norte y sur de la línea ecuatorial, pero se lo puede encontrar con buena producción hasta los 30°. Para la altitud no debe exceder de los 2000 m.s.n.m. por lo que la mayoría de plantaciones están ubicadas hasta los 600 m.s.n.m. El banano se desarrolla de mejor manera en latitudes cercanas a la línea equinoccial, las plantas son de mayor contextura, se incrementa el número de hojas, y desarrollan mejores condiciones morfológicas, lo que las vuelve más robustas y resistentes a

patógenos que son vectores de plagas y enfermedades. Cabe aclarar que la altitud retrasa con un mes aproximadamente por cada 100 metros de altitud adicional.

8.4.2. Temperatura

La temperatura es importante para la producción del banano, por ello Capa *et al.*, (2016) afirma que el rango de temperatura adecuado para la producción bananera esta entre los 25-30 °C, con mejores rendimientos, en temperaturas menores a 18 °C empieza a detenerse el crecimiento volviendo improductivas a las plantas. La temperatura tiene especial relevancia en banano, es el factor condicional para el engrosamiento de los frutos, mientras se obtenga una temperatura adecuada más rápido será el ciclo productivo del banano.

8.4.3. Suelos

Ayala y Serrano, (2011) sostienen que el banano prefiere suelos con alto contenido de materia orgánica, franco limosos o limosos, en caso de no tener una textura y estructura favorable se acostumbra a usar enmiendas orgánicas para incrementar macro elementos como el potasio y la mejor concentración de microelementos necesarios para el crecimiento del banano, al ser un cultivo de altos requerimientos nutricionales requiere de suelos con buena fertilidad o a su vez realizar un plan de fertilización acorde a la extracción de elementos.

8.5. Variedades

La musáceas son uno de los más altos géneros en el mundo, lo que incluye miles de variedades dispersas por todo el mundo. Según López y Espinoza, (2000) hay más de 500 variedades de banano, pero es el subgrupo Cavendish es el más cultivado; dentro de este subgrupo los clones de Valery, Gran Enano y Williams, se destacan por sus características e importancia en el comercio mundial, su adaptabilidad a los climas, su resistencia a los fuertes vientos y su alta productividad, sin embargo la selección de una especie varietal está en función del tipo de suelo, incidencia de patógenos y hasta del cultivo que anteriormente fue plantado.

8.5.1. Variedad FHIA-17

Para Piña *et al.*, (2016) la variedad FHIA-17 es de la especie acuminata siendo un híbrido tetraploide (AAAA), derivado del cultivar Highgate, al ser una mutación de Gros Michel los frutos tienen su sabor, en promedio la planta alcanza una altura de 2,8 m, su pseudotallo es de

19,1 cm, durante su ciclo de vida llega a producir 40 hojas. El ciclo productivo de esta variedad es de 313 a 340 días desde el momento de la siembra y 462 días hasta la cosecha. Cuando llega a la floración la planta cuenta con 11 hojas funcional. Presenta alta tolerancia a sigatoka negra (*Micosphaerella fijiensis*), enfermedad de marchitez por Fusarium (*Fusarium oxysporum f. sp, cubense*) y altamente tolerable al ataque del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*). Sin embargo los métodos de propagación de esta variedad aún se manejan tradicionalmente, lo que baja sus rendimientos. Esta variedad es utilizada en la mayoría de los casos como planta ornamental, debido a su tamaño y disposición de hojas.

8.5.2. Variedad Gros Michel

Esta variedad según Valerio *et al.*, (2012), presenta una piel de color amarillo verdoso, destaca por su resistencia en cuanto al manejo y transporte, así como por su facilidad de mantenimiento. En la década de los 70 a 90 fue una variedad robusta de la más cultivada en el litoral ecuatoriano debido a su adaptabilidad a condiciones de estrés climatológico y toleración a enfermedades características del banano. El ataque de enfermedades como el mal de Panamá causaron las pérdidas de este cultivo, por lo que se introdujeron variedades mejoradas en la producción bananera, aun se puede observar ciertas plantaciones de esta variedad, aunque su producción ya no se dé con fines de exportación.

8.5.3. Variedad Lacatán

Las plantas de esta variedad a criterio de Aldana *et al.*, (2020) tiene mucha similitud a la variedad Gros Michel, pero esta variedad consta de mayor resistencia. Se cultiva ampliamente en el Caribe y Sudamérica, su fruto es de forma aplastado por el extremo que no está unido a la "mano". Actualmente, existen programas de mejoramiento buscando crear híbridos que sean más resistentes a plagas y enfermedades, así como menos exigentes en las condiciones de cultivo, con el fin de obtener variedades, así como menos exigentes en las condiciones de cultivo, con el fin de obtener variedades con rendimientos más elevados durante el almacenamiento e incluso mejorar su sabor y excelente valor nutricional.

8.5.4. Subgrupo o serie Cavendish

8.5.4.1. Sub variedad Cavendish Valery

Capa *et al.*, (2016) explican que se trata de una variedad introducida desde las islas Canarias, de la cual se derivan dos sub variedades, pequeña y gran enana. Es de origen chino, la piel

exterior es amarilla, la pulpa es suave y firme, y el sabor es muy dulce y fragante. La planta es de textura fuerte, vigorosa, de altura media, las hojas suelen estar inclinadas hacia arriba, proporcionando buena ventilación y luminosidad subfoliar. Con racimos cónicos de excelente calidad, lo que representa el máximo aprovechamiento de todas sus manos. Racimo con un gran número de manos, con número de racimos por año un poco menor a Williams. Variedad rústica con una resistencia a las enfermedades ligeramente superior, lo que permite una mayor mejora genética con alta humedad en climas húmedos. La variedad Cavendish se cultivó como una alternativa al Gross Michell, siendo resistente al mal de Panamá.

8.5.4.2. Sub variedad Robusta

La variedad robusta según Rosales *et al.*, (2020) se ubican en parte de Guinea Ecuatorial, donde existen las condiciones que se desarrolle el cultivo. A nivel de exportación, la producción se da especialmente en Costa de Marfil y parte oeste del continente africano, donde se la conoce también como 'Poyo', esta variedad se desarrolló a partir de la 'Cavendish'. La adaptación en el continente americano, sobre todo en regiones del Caribe dieron como resultado plantas con frutos más corto, de sabor muy dulce, es menos conocida que variedades comerciales, sin embargo, por su reducido tamaño y sabor se lo cultiva para consumo propio o como planta ornamental.

8.5.4.3. Sub variedad Williams

Es un genotipo de alto rendimiento y calidad en el fruto que produce, además, se caracteriza por ser una planta semi enana de pseudotallos vigorosos y un sistema radicular amplio y más resistente al viento. Se adaptan bien a condiciones desfavorables de clima, suelo y agua, pero es altamente susceptible a los nemátodos y a la sigatoka. La variedad Williams por sus características del cultivo, muestra altos rendimientos y la calidad del fruto que produce, además, su fisonomía presenta a este cultivar con alta robustez, lo que la vuelve resistente al volcamiento de plantas, sobre todo en lugares donde predominen los vientos (Correa, 2015).

La sub variedad Williams para Ancasi *et al.*, (2016) necesita condiciones climáticas favorables para su crecimiento, tolera duramente las heladas severas y climas áridos. La primera condición será un verano largo y caluroso con una gran cantidad de días soleados. Incluso al plantar, debe tenerse en cuenta que la sombra severa no puede afectar negativamente el rendimiento y el

crecimiento. Aunque la planta no tolerante a la sequía, y requiere un riego abundante, excederse puede afectar negativamente su crecimiento.

8.6. Métodos de propagación en banano

La planta de banano se propaga tradicionalmente en forma asexual o vegetativa. Gracias a este método tiene la ventaja de que se puede disponer de ella en todo momento. Se puede decir que cualquier tubérculo con un punto de crecimiento indiferenciado se puede utilizar como medio de cultivo. Tradicionalmente los cormos o semillas se obtienen de plantaciones comerciales destinadas a la producción reduce significativamente la productividad. La productividad de banano (*Musa spp.*) se ha aumentado en todo el mundo y requiere de muchos insumos, por lo que es necesario introducir cultivares productivos y resistentes a las enfermedades (Umaña, 2016). Sin embargo, para Ancasi *et al.*, (2016) sí los productores necesitan abastecerse de cormos provenientes de sus propias plantaciones comerciales, es recomendable seleccionar plantas madres que exhiban características específicas de acuerdo con su genotipo, especialmente un racimo bien conformado y de buen tamaño, buen porte y que estén libres de daños de plagas y enfermedades. Esto sumado a los costos que genera la obtención del material vegetativo, donde muchas veces la inversión no justifica la producción.

8.6.1. Método de Hamilton o falsa decapitación

Este método según Hoyos y Jaramillo (2020) consiste en introducir un tubo de metal o un trozo de madera al interior del pseudotallo a una altura de 20 cm del nivel del suelo, con el fin de quitar el punto de crecimiento e interrumpir el predominio apical y activar la brotación de yemas laterales, también se puede utilizar un sacabocado para obtener el mismo efecto con menor daño a las plantas, la desventaja es que se deja una herida abierta que causa ataque de insectos vectores de enfermedades.

8.6.2. Macro propagación in situ.

Esta es una técnica sumamente drástica la cual consiste en la decapitación y la separación de la dominancia apical en condiciones de campo, esto depende si se usa o no como sustancia biorreguladora, la ventaja de la macro propagación es que se puede aprovechar las plantas presentes en el sitio, en lugar de erradicarlas por completo, por otro lado se obtienen un menor tiempo hasta que las plantas se adapten al sitio definitivo, sin contar con factores como clima, agua y demás que afectan el desarrollo fisiológico de las plantas. La desventaja de la macro

propagación in situ está relacionada a las densidades que al manejar en condiciones de campo son complicadas de establecer, por lo que la sobrepoblación es inminente (Cedeño, 2015).

8.6.3. Inducción de cebollines en campo.

La inducción de cebollines de acuerdo a Aldana *et al.*, (2020) con el uso de esta técnica se logra aprovechar cormos de 200 a 400 g de peso con un gran potencial para producir plantas y racimos de calidad. Para la obtención de hojas de cebollines, se seleccionan plantas madres con buenas propiedades higiénicas y calidad de racimo, se procede a decapitar y eliminar la dominancia apical en algunos casos donde las plantas aún no han ocurrido la diferenciación floral. En ocasiones las plantas se han cosechado el racimo, el cual se debe cortar en forma de bisel toda la unidad biológica a pocos centímetros por encima del suelo, para después proceder a cubrir los rizomas con tierra y materia orgánica y posteriormente aplicar fertilizantes, generalmente a base de nitrógeno para estimular la rápida brotación de yemas.

8.6.4. Propagación por yemas.

En tanto a la propagación por yemas Rosero *et al.*, (2016) define a este método implica la eliminación de la dominancia apical, por lo que se considera la técnica más simple y fácil adoptar para los productores para la producción masiva de cormos. Con la ruptura de la dominancia apical se puede producir un promedio de 5 a 10 cormos por punto de plantación. En cuanto al potencial de producción por yemas en las musáceas es relativamente alto, equivalentes a la emisión foliar de la planta durante el ciclo de producción. No obstante entre 5 a 10 yemas por corno son aprovechables, lo que representa un 75% del potencial productivo total en la planta. En este tipo de propagación se trata de mantener de manera más efectiva el vigor de las yemas. Por ello se desarrollan diversos métodos para complementar la reproducción por yemas, que son aplicados en las musáceas, esto para estimular la emisión de yemas para desarrollar su crecimiento.

8.7. Sustrato

Un sustrato es cualquier material preparado para la siembra o germinación de una determinada planta o semilla, generalmente consiste en un material sólido, de consistencia porosa con el fin de que retengan agua, mantener aireación de este medio de cultivo o asimilar los nutrientes que se les aplique. Las materias primas utilizadas determinarán el tipo y la consistencia del sustrato, por ejemplo, están los sustratos compactos como la turba o los que son a base de abonos

orgánicos como el humus o el compost y también los de consistencia porosa como la fibra de coco o cascarilla de arroz. Asimismo, es importante saber qué sustrato elegir para una determinada planta o semilla, ya que cada planta tiene requerimientos diferentes a las demás. (Vicencio & Perez, 2020). Para seleccionar el tipo de sustrato a utilizar Quesada, (2015) afirma que es necesario conocer sus propiedades físicas, ya que los sustratos son mal seleccionados con propiedades físicas como textura inadecuada, alta porosidad, excesiva compactación, estructura diferente a la estructura requerida del medio de cultivo no será buenos resultados. Por lo tanto, el tamaño de las partículas juega un papel muy importante en el proceso de germinación, al igual que la capacidad de retención de líquidos está relacionado acorde a la especie a germinar.

En tanto Ramos *et al.*, (2016) menciona que las plantas en almácigos necesitan condiciones diferentes para germinar y desarrollarse en comparación con otras plantas en campo definitivo, en el caso de las plantas perennes que son destinadas a cultivos extensivos es necesario considerar aspectos como la porosidad, componentes y textura de los sustratos, ya que algunas plantas absorben más oxígeno, agua y nutrientes que otras. En este sentido, Pastor, (2019), afirma que la calidad del sustrato cumple una función primordial, debe tener un alto contenidos de nutrientes, para que crezca correctamente, al mismo tiempo el sustrato debe retener suficiente cantidad de agua para que la planta cumpla con su ciclo de transpiración con una mayor aireación del sistema radicular, por lo que la asimilación de nutrientes puede hacerse de manera más rápida.

8.7.1. Características de un sustrato

Sánchez *et al.*, (2018) recalca la importancia del sustrato que se utilice, es decir debe reunir las condiciones idóneas para el crecimiento normal de las plantas, dentro de los sustratos están aquellos que se usan cascarilla de arroz como materia prima, debido a su bajo o nulo costo y a los beneficios como retención de humedad sin mostrar proliferación de hongos o patógenos que puedan causar daño en las plántulas. Se ha demostrado la eficiencia de utilizar cascarilla de arroz como sustrato, en combinación con materiales como arena o tierra son un complemento perfecto para la germinación de plántulas.

Así mismo de acuerdo a Motato *et al.*, (2016) un buen sustrato se definirá como una mezcla equilibrada de diferentes tipos de materia prima, de esto dependerá el desarrollo de las plántulas sobre todo en los primeros días del cultivo, esto siempre variará en torno a la especie que se

necesite germinar. Como ejemplo se puede decir que para germinar semillas de hortalizas es muy común el uso de fibra de coco, debido a su densidad permite la fácil circulación de aire, al mismo tiempo retiene humedad que es esencial para el desarrollo de las hortalizas en su primera fase, sin contar con el alto contenido de micronutrientes presentes en la fibra de coco. Mientras para la siembra de frutales se utiliza la turba o algún tipo de abono como el humus, estos tienen una menor porosidad, retienen más humedad en comparación con otros sustratos, no se riegan continuamente por lo que los niveles de humedad se mantienen de manera constante.

En el caso del cultivo de banano Martínez *et al.*, (2021) afirman que en los últimos años se ha popularizado el método de propagación a partir de yemas, debido al bajo costo de producción que implica la reproducción en almacigo, otro factor a considerar es a través de la propagación por yemas, por lo que es posible elegir las plantas con mejores características reproductivas y vegetativas, sin presencia de enfermedades. Al mismo Pineda y Sánchez, (2012) sostienen que el tiempo para la propagación mediante yemas es necesario escoger un sustrato adecuado que cumpla con los altos requerimientos nutricionales de este cultivo y a al mismo tiempo que asegure un correcto desarrollo hasta el trasplante. La ventaja de la propagación por yemas es la selección de material vegetativo con características deseadas para su producción.

8.7.2. Tipos de sustrato

8.7.2.1. Sustrato a base de arena

Daza y Salguero, (2015) por su parte sostienen que las arenas tienen una retención de agua moderada y se compactan con el tiempo, aunque son muy duraderas. Debido al tamaño de grano ideal, de entre 0.5 y 2mm, en muchos casos se suele combinar con tierra, cascarilla de arroz o aserrín, para preparar obtener un sustrato con buenas propiedades para el desarrollo de las plántulas. Las combinaciones de arena más aserrín da excelentes resultados, especialmente a la hora de germinar tejidos vegetales vivos, ya que su porosidad evita la acumulación de líquidos y humedad, por ello es importante escoger el material vegetativo de donde proviene el sustrato, para obtener plántulas de buen vigor y altamente productivas.

8.7.2.2. Sustrato turba

En tanto a la turba Garzón *et al.*, (2015) describe que se trata de un producto de la descomposición natural vegetal a lo largo de mucho tiempo, las turbas se clasifican en negras y rubias. Las mejores son las oscuras, debido a la cantidad de materia orgánica que tienen, así

como la excelente aireación, retención de líquidos, por ello se acostumbra a mezclar ambos tipos de sustrato. El principal problema de realizar un sustrato con turba es el alto costo de la materia prima, volviéndola poco accesibles a los viveristas. La turba se caracteriza por su contenido nutricional, excelente aireación, una buena inercia química y estructura estable; aunque en retención de agua es baja en comparación con otros sustratos, este sustrato es poco homogéneo, lo que dificulta el manejo, sobre todo cuándo se llena en fundas, además el costo del sustrato es alto, por su compleja elaboración.

8.7.2.3. Sustrato de fibra de coco

La fibra de coco es uno de los sustratos más utilizados para semilleros, especialmente cuando se combina con turba y se le aporta materia orgánica. Este sustrato es de una textura muy ligera y es de mucha importancia lavarla de sales antes de utilizarla. La fibra de coco se caracteriza por tener una gran capacidad de retención de agua siendo esto de hasta 3 o 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6,3-6,5) y su densidad aparente de 200 kg/m³. Su porosidad es bastante buena sin embargo no se recomienda germinar a partir de tejidos vegetales (Gonzalez & Prieto, 2018).

8.7.2.4. Sustrato a base de cascarilla de arroz

Según Castro *et al.*, (2019) la calidad de las plantas producidas en el vivero depende de la correcta selección de los sustratos para la preparación de medios de crecimiento. La mezcla apropiada de la cascarilla de arroz con tierra o arena tiene propiedades físicas y químicas apropiadas para el crecimiento de plántulas, por la gran cantidad de micronutrientes, y la excelente retención de agua de la cascarilla de arroz. El medio de crecimiento es uno de los factores que influye directamente en la calidad y costo de producción de las plantas en vivero, por lo que es necesario buscar la manera de reducir este costo y asegurar la calidad de las plantas. Estos nuevos sustratos ofrecen resultados superiores a los basados en tierra, siempre que se conozcan, entiendan sus propiedades y necesidades, esto ha favorecido el aprovechamiento de materiales muy diversos, los cuales anteriormente eran considerados como material no utilizable y se desechaba sin contar con sus propiedades para la germinación de plántulas.

Quintero *et al.*, (2012) establecen que la cascarilla de arroz es una mezcla de astillas y polvo grueso que queda después del corte de las maderas. Se puede utilizar de diversas formas y así

sacar el máximo partido a la jardinería. Cuando prepare el almácigo el aserrín servirá para retener humedad, pero antes se debe remojar en el agua por lo menos cuatro horas, cambiando el líquido algunas veces con el objetivo de eliminar restos de sustancias químicas que pueden dañar las plántulas. La cascarilla de arroz favorece los regímenes hídricos y contribuye a un mayor aporte de nutrientes que el que se puede obtener de otros fertilizantes nitrogenados. Su costo es relativamente bajo e incluso se suele regalar o botar a la basura.

Para Acosta y Peñaloza, (2018) la cascarilla de arroz como sustrato se puede mezclar con compost y humus de lombriz; las proporciones pueden ser de 1:1 1 kg de aserrín para 1 kg de abono, así mismo puede combinar con tierra de sembrado o cualquier otro tipo de materia prima. La cascarilla de arroz tiene algunas desventajas como la descomposición rápida, por lo que no es una opción a largo plazo para los huertos, también tiene una masa seca muy baja, puede ser arrastrada por los vientos fuertes y la lluvia, por lo que la calidad depende de la especie arbórea, tamaño de la partícula y tiempo de descomposición entre otras variables. Sin embargo, el bajo contenido de nitrógeno y una desfavorable relación carbono/nitrógeno obliga a un suministro elevado de este elemento.

Por otro lado Sierra, (2009) menciona los beneficios de la cascarilla de arroz, que se puede utilizar como cobertura sobre el suelo para evitar un secado más rápido, es comúnmente usado en varios parques y jardines, la ventaja de la cascarilla de arroz es que retiene gran parte de la humedad después de un riego y evita que la tierra que está debajo de este pierda humedad por los rayos del sol y el viento, por eso se puede reducir la frecuencia de riego, se puede utilizar en capas de 3 – 5 cm. de espesor que rodeen el tallo o tallos de las plantas sobre todo el suelo de la parcela, pero siempre evitando que se mezcle con la tierra.

8.7.2.5. Tierra utilizada como sustrato

En cuanto a Acosta y Peñaloza, (2018) indagan que en muchos casos la tierra es utilizada como sustrato para la propagación de semillas o material vegetativo, sobre todo la tierra que reúne ciertas características como alto contenido de materia orgánica, que su origen sea de cultivos fértiles sin presencia de plagas o enfermedades. Es que es en la tierra fértil o de sembrado donde se origina el intercambio catiónico, cuya consecuencia es de lograr una tierra con más contenido de micronutrientes, volviéndola más fértil y de mejor calidad para las plantas. Hay que tener en cuenta que no todo tipo de tierra es apta para la germinación de las plantas, para ello debe estar libre de patógenos que afecten al material vegetativo que vaya a germinar, así como su textura

y estructura debe ser acorde a la semilla que se siembre, la humedad es un factor importante, por ello la tierra utilizada para sustrato debe retener la mayor cantidad de agua para evitar los riegos frecuentes que produzcan la proliferación de hongos en el sustrato.

Es por esto que para utilizar la tierra de sembrado como sustrato Ortega *et al.*, (2020) explican que se debe desinfectar mínimo 72 horas antes de la siembra, la desinfección puede ser de manera química, convencional o por manejos técnicos. Para la desinfección química se utiliza fungicidas e insecticidas como oxido cúprico o cipermetrina, la dosis depende del volumen de tierra o de la cantidad de sustrato a elaborar, pero se recomienda emplear dosis proporcionales, es decir por cada kilo de tierra espolvorear 10 gramos de fungicida. Otro método de desinfección es el que se usa convencionalmente con la aplicación de agua hervida directamente en el suelo, sin embargo esta técnica tiene sus desventajas, debido a que la mayoría de insectos benéficos se pierden por las altas temperaturas, la mejor técnica es la solarización que consiste en cubrir la tierra con láminas de polietileno generando calor y eliminando a los patógenos presentes en el suelo.

8.8. Biorreguladores de crecimiento

En la definición de biorreguladores de crecimiento Ancasi *et al.*, (2016) establecen que un biorregulador de crecimiento es una combinación equilibrada de auxinas de enraizamiento, vitaminas, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y fósforo elemental, que produce una acción intensa y rápida en función de generar actividad y elasticidad a un alto nivel de actividad e iniciación de raíces y haces vasculares. Para la multiplicación de plantas mediante la técnica acelerada es necesaria la utilización de estimulantes para incrementar los rebrotes de los cormelos y para eso es mejor el ácido húmico el cual sirve tanto para el rebrote como para el enraizamiento, ya que estimula el desarrollo de yemas y partes apicales de las plantas.

Es así que Reina y Cabrera, (2017) mencionan que el uso de biorreguladores de crecimiento tienen sus ventajas, por su alto contenido de macro y micronutrientes incrementa el rendimiento de los cultivos, facilita la permeabilidad de la membrana incrementa la absorción de nutrientes aumenta crecimiento de organismos del suelo, estimula procesos bioquímicos en las plantas estimula el desarrollo de las raíces, aumenta la utilización de fosfato, una alta capacidad de intercambio básico, estimula crecimiento de las yemas y partes apicales de la planta.

En tanto, Villanueva y Mansilla, (2013), establecen que los biorreguladores de crecimiento engloban a todo producto que estimule el desarrollo de la planta a partir del incremento de tejidos producto de la división celular, al mismo tiempo engloban dentro de este termino a las fitohormonas, concentrados emulsificantes, bioestimulantes orgánicos.

8.8.1. Citoquininas

Entre los diferentes tipos de fitohormonas, están las citoquininas, por ello Larson *et al.*, (2017) mencionan que cada vez es más común encontrarlos en productos agrícolas comerciales, ya que pueden ayudar a aumentar la calidad y cantidad del fruto de ciertas plantas. De hecho, su función principal es la división celular. Las citoquininas se sintetizan principalmente en la región del meristema de la raíz. En la etapa reproductiva las citoquininas también se almacenan en las semillas, sobre todo a nivel del eje embrionario, que se convierten en centros de producción y de distribución de las citoquininas cuando las semillas comienzan a germinar.

En tanto Ortiz *et al.*, (2013) mantienen la teoría que las citoquininas activan el metabolismo celular en las musáceas, regulando una serie de procesos, entre los que están el crecimiento de yemas axilares o adventicias, la división celular y el crecimiento y emisión de raíces, por ello las plantas inoculadas con citoquininas presentan características vegetativas superiores, manteniendo una cantidad aceptable de hojas, con una emisión foliar constante, hasta llegar a la etapa de corte o cosecha. Con el frecuente uso de las fitohormonas sus diversos usos se llevan con más frecuencia, es por esto que Alcántara *et al.*, (2019) afirman que a pesar de que hoy en día las fitohormonas se han estudiado muy bien y se usan con frecuencia en las plantas, muy pocas personas saben que las plantas tienen sus propias hormonas.

Por otro lado, Melo, (2016), explica que estas hormonas necesitan ser estimuladas para poder reactivar su actividad fisiológica en las plantas, así mismo es necesario conocer su fisiología, su aplicación a nivel agrícola y quién las descubrió. Su uso a nivel agrícola va aumentando paulatinamente. Hoy en día, hay una serie de productos disponibles comercialmente con formulaciones altamente reactivas. Su aplicación se puede realizar en todo tipo de hortalizas, uva de mesa, plantas ornamentales, frutales, plantas perennes y otros cultivos. En musáceas las citoquininas actúan desarrollando el pseudotallo e incrementando la emisión foliar de la planta, las aplicaciones edáficas de citoquininas incrementan la población de raíces, fortaleciendo el sistema radicular de la planta.

8.8.1.1. Funciones

Las funciones de esta fitohormona están relacionadas con la sujeción y crecimiento de los frutos, hay varias las especies de vegetales en las cuales las citoquininas parecen estimular la adhesión o unión de los frutos, especialmente en las especies carnosas. Cuando estas fitohormonas se utilizan en el momento de mayor división celular es más intensa, los frutos acaban siendo más grandes, lo que acaba afectando positivamente al rendimiento y a la calidad del cultivo (Sarcos, 2019).

Las fitohormonas influyen en el crecimiento de las plantas, Ayala y Serrano (2011) mencionan que aunque el uso de ácido gilberélico ayuda a que las plantas crezcan rápidamente, las citoquininas todavía se usan ampliamente. Su respuesta es vigorosa, pero a la vez es lenta. Ayuda a la preparación de la planta para que produzca frutos y flores. Además, el uso de citoquininas es más eficaz cuando las plantas se encuentran en condiciones de estrés. La aplicación de fitohormona a los vegetales en estado maduro puede llegar a reactivar la planta, prolongando y manteniendo de esta manera se crecimiento. Entre las muchas aplicaciones de citoquininas, también se encuentra la inducción de la apertura de yemas laterales en varias especies vegetales.

8.8.1.2. Dosis de aplicación

La aplicación de biorreguladoras de crecimiento natural en un vivero de una plantación de banano depende del método de uso, por lo general los biorreguladores se aplican al crecimiento natural en un hijuelo “Cebollín” de banano orgánico con peso de aproximadamente medio kilo por metro cuadrado, al mismo que en estado líquido se realiza una aplicación al 2% mediante riego al plantar con 0,5 L solución por planta 10 L agua. En algunos casos en los que la dominancia de la yema terminal es excesiva, el uso de las citoquininas puede reducir parcialmente este predominio y por lo tanto estimular así la brotación de yemas laterales. (Carrillo, 2014).

8.8.2. Ácidos fúlvicos

Además, son muy utilizados por el éxito de sus aplicaciones en los cultivos, para obtener compuesto orgánico-minerales o humato como un sustituto eficaz de los nutrientes de las plantas, se recolectó un mineral fósil orgánico de una mina. En suelos bajos en materia orgánica la aplicación de ácidos fúlvicos permite que la microflora se multiplique en solo semanas,

aportando fertilidad al suelo, con una aplicación fertilizante de tres o cuatro kilogramos por hectárea. Cada vez crece más el uso de los ácidos fúlvicos mezclado con fertilizantes foliares, radiculares y en los diferentes sistemas de riego, donde se obtienen resultados positivos con la adición de ácido fúlvico, que es un producto indispensable en cualquier actividad agrícola (Mendieta, 2020).

Dentro de las funciones de los ácidos fúlvicos, Salazar *et al.*, (2014) resaltan la relación entre la planta con estimular el metabolismo de la planta en todas sus funciones fisiológicas, es decir, asegura la respiración, aumenta el metabolismo de las proteínas y la actividad de ciertas enzimas, aumenta la permeabilidad de las membranas celulares, la división y elongación celular, colabora con la síntesis de la clorofila, tolera la sequía, beneficia las cosechas, estabiliza el pH del suelo, ayuda en la dinitrificación por las bacterias fijadoras, volviendo los suelos que tienen problemas de bloques de nutrientes mas aptos para los cultivos. Mientras Núñez, (2017) afirma que los ácidos húmicos contribuyen al balance electroquímico tanto como donante o como receptor, descompone la sílice para liberar los nutrientes minerales esenciales, desintoxica los agentes contaminantes tales como pesticidas y herbicidas, regula el metabolismo de las plantas, tolerando más los efectos adversos, de igual manera pueden actuar como complemento a la adaptación de las plantas a condiciones desfavorables, sobre todo en plantas que sean destinadas al trasplante.

Con la aplicación de ácido fúlvico se han incrementado los rendimientos, mejorando la calidad de cultivos, como en papa, donde se mejora la distribución del almidón y su tamaño es más uniforme; en el trigo aumenta los contenidos de proteínas; en el tomate, chile y otras hortalizas aumenta la proporción de frutas exportadas. Estimula el crecimiento y la longitud de las raíces, ya que en aplicaciones foliares han aumentado el rendimiento del cultivo en un 10%. De igual forma, en el caso de musáceas, las sustancias húmicas aumentan el peso de las raíces; y en otros cultivos producen una mayor concentración de nutrientes en las hojas, debido a que en su forma de “humatos y fulvatos” se aumenta la eficiencia de absorción de nutrientes al combinarse con ellos, como se mencionó en el caso del hierro. (Sarcos, 2019).

8.8.2.1. Dosis de aplicación

En las dosis de aplicación Alcántara *et al.*, (2019) establecen que la dosificación de ácidos húmicos está en dependencia del cultivo, requerimientos nutricionales, composición del suelo y etapa fenológica del cultivo, de acuerdo a lo anterior se puede aplicar con abonos orgánicos,

incrementando más sus efectos, para aplicaciones foliares en hortalizas se requiere de 750 – 1000 ml/ha, de manera edáfica se recomienda aplicar una dosis de 4 – 5 l/ha. Se debe aplicar durante el desarrollo vegetativo de la planta, al inicio de la floración o en la época de amarre de frutos, es necesario utilizar el agua suficiente para cubrir todo el follaje o la superficie aplicada en caso de aplicarlo edáficamente. Para aplicaciones foliares es recomendable realizar durante el desarrollo de brotes o yemas. No se debe mezclar con fungicidas a base de cobre. La dosis de aplicación siempre variara por diferentes parámetros como tipo, textura y estructura del suelo, condiciones climatológicas o elementos presentes en el suelo. Es importante considerar los planes de fertilización, ya que las dosis también están determinadas por la cantidad de nutrientes que la planta extrae en su proceso productivo y a la disponibilidad de elementos presentes en el suelo.

8.9. Investigaciones realizadas

(Guaita, 2018) Para determinar la aclimatación de plantas de la variedad Williams con aplicaciones de ácidos húmicos y fúlvicos en la época seca se implementó un experimento para conocer los efectos de los ácidos húmicos en el enraizamiento en etapa de vivero. Se aplico un Diseño Completamente al azar con 5 tratamientos constituidos por T1: ácidos fúlvicos, T2: ácidos húmicos, T3: ácidos húmicos + ácidos fúlvicos y T4: Testigo, donde se evaluaron las variables: altura de planta, diámetro de tallo, número de raíces y volumen de raíz. En los resultados obtenidos se evidencia que la mayor altura de planta alcanzo T1 con 19.44 cm, los promedios de mayor diámetro se determinó que el tratamiento con mayor relevancia fue la aplicación de ácidos fúlvicos con 5.80 cm, para la variable longitud foliar T3 presento mejores resultados con 7.10 hojas, la mayor longitud radicular se obtuvo con T3 alcanzando un promedio de 37.50 cm. Finalmente la combinación de ácidos fúlvicos y húmico presentaron mayores resultados en cuanto al número de raíces con 20.33 raíces por planta.

Para evaluar la propagación vegetativa de cebollines de banano, (Aspiazu, 2014) llevo a cabo una investigación en el cantón Buena Fe, mediante la aplicación de tres fitohormonas, estableciendo un Diseño Completamente al Azar, donde se manejaron 4 tratamientos con 4 réplicas, los tratamientos consistieron en: T1 (Sin aplicación de hormonas), T2 (Hormona Giberelinas 20 ml/L H₂O), T3 (Hormona Citoquininas 20 ml/L H₂O) y T4 (Hormona Brasisteroides 2 ml/L H₂O). Los resultados obtenidos evidencian que las fitohormonas hormonas Giberelinas y Brasisteroides estimulan el crecimiento de las plantas de banano variedad Cavendish en el vivero, por lo que a los 60 días T2 obtuvo mayor altura de planta a

los 60 días con 26.18 cm, para el diámetro de pseudotallo T3 presenta datos superiores con 6.16 cm al finalizar el ensayo. El tratamiento con mayor número de raíces obtuvo el T3 con 29.25 raíces en promedio.

En la evaluación de diferentes fitohormonas llevado a cabo por (Masache, 2015), se elaboró un ensayo para determinar los efectos agronómicos de estas fitohormonas en el desarrollo de la planta, para ello se evaluaron los siguientes tratamientos: T1. Citoquininas 20 ml/lit; T2 Citoquininas 30 ml/lit; T3. Auxinas 3 ml/lit; T4. Auxinas 4 ml/lit y T5. Testigo convencional, en formulación de NPK (50 g). Los tratamientos se distribuyeron en un esquema de bloques al azar con 5 repeticiones por tratamiento. Se analizaron las siguientes variables: número de raíces, longitud radicular, y diámetro del pseudotallo. En los resultados obtenidos se comprobó la eficiencia de la citoquinina con resultados de 22,46 raíces por planta, en cuanto a la longitud radicular, el T2 presento datos superiores con 26.17 centímetros. El mayor diámetro de pseudotallo se obtuvo con T2 alcanzando 5.83 cm de diámetro.

En la Universidad Técnica de Machala (Chapin, 2012), se llevó a cabo un ensayo con siete tipos de sustratos para la aclimatación de plántulas de banano obtenidas por medio de propagación por yemas. Las variables en estudio fueron: altura de planta, diámetro de pseudotallo y número de raíces. Se evaluaron los tratamientos T1: Arena-cascara de arroz, T2: Arena-humus; T3: Arena-zeolita; T4: Cáscara de arroz- zeolita; T5: Cascara de arroz- humus y T6: Humus zeolita y T7 un testigo absoluto. En los resultados de la investigación se puede observar que los tratamientos T1 Y T6 mostraron mejores resultados con alturas de planta de 27.36 cm, diámetros de pseudotallo el tratamiento 1 alcanzo mejores resultados con 6.26 cm y 5,82 cm respectivamente, mientras en la masa radicular el mayor número de raíces se obtuvo con el sustrato de arena más cascarilla de arroz con un conteo de 31.21 raíces por planta.

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Ho. El uso de un tipo de sustratos con aplicaciones de un biorregulador de crecimiento estimulara el desarrollo vegetativo de las plántulas de banano multiplicadas a partir de yemas adventicias.

Ha. El uso de un tipo de sustratos con aplicaciones de un biorregulador de crecimiento no estimulara el desarrollo vegetativo de las plántulas de banano multiplicadas a partir de yemas adventicias.

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Ubicación y duración del ensayo

La presente investigación tuvo lugar en el sector Chipe Hamburgo 2, perteneciente a la parroquia El Triunfo del cantón La Maná, ubicación geográfica WGS Latitud 0°59'09.5"S, Longitud 79°18'32.7"W. Con una altitud de 143 msnm. De acuerdo a los datos obtenidos en la Estación meteorológica del INAMHI, el sitio del ensayo cuenta con una precipitación aproximada de 517 mm anuales, y una temperatura promedio de: 24 - 32 °C. La investigación tuvo una duración de 90 días de trabajo de campo, 75 días de trabajo experimental y 15 días de establecimiento del ensayo.

10.2. Tipo de investigación

10.2.1. Investigación de campo

La presente investigación es de campo, debido a que se realizó bajo una infraestructura en el área agrícola, cuya finalidad es recolectar los datos directamente del cultivo, que permitieron evaluar el desarrollo vegetativo de las plantas de banano con la combinación de dos materias primas de sustratos y dos biorreguladores de crecimiento, mediante la recopilación de datos experimentales de las variables hacer utilizadas y evaluadas en el presente proyecto.

10.2.2. Investigación descriptiva

Es descriptiva debido a que describe los procesos fenológicos en el desarrollo vegetativo del banano, lo que permitió determinar qué variables deben ser consideradas en el presente estudio, de igual manera, permite conocer el efecto de los biorreguladores en el desarrollo vegetativo y crecimiento de las plántulas de banano, para posterior al análisis estadístico poder emitir los resultados de la investigación.

10.2.3. Investigación experimental

Es de tipo experimental debido a que se empleó el método científico, mediante la comparación de las hipótesis, sobre el desarrollo de las plantas de banano a partir del uso de los sustratos y biorreguladores, para ello es fundamental establecer cómo van a ser medidas estas variables y, posteriormente, cómo serán analizadas. Con el experimento se establecen los tratamientos más apropiados para finalmente ser aplicados en el diseño experimental.

10.3. Condiciones agrometeorológicas

El sitio del ensayo presenta las características climatológicas aptas para la propagación del banano por yemas adventicias, los parámetros correspondientes a estas condiciones se detallan a continuación.

Tabla 3. Condiciones agrometeorológicas del sector de ensayo.

Parámetros	Promedio
Altitud (m.sn.m.)	143
Temperatura (°C)	30.1
Humedad Relativa (%)	65
Heliofanía (horas-luz/año)	11.9
Presión atmosférica (hPa)	1015
Precipitación (mm/año)	2853
Topografía	Regular
Textura	Franco limoso

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022)

Fuente: Estación Meteorológica INAMHI San Juan 2018

10.4. Materiales y equipos

10.4.1. Material vegetativo

El material vegetativo correspondió a las yemas axilares de banano variedad Williams, esta variedad fue seleccionada por su adaptabilidad a condiciones climatológicas adversas, en los últimos años se ha demostrado que Williams por su alta productividad la convierten en la variedad más cultivada por los productores bananeros en la actualidad, esto sumado al ciclo precoz de multiplicación, debido al corto tiempo entre los ciclos de corte de la planta madre a hijo la convierten en una de las variedades por ampliamente cultivada entre los productores bananeros.

Tabla 4. Características de banano var. Williams.

Clase varietal	<i>Sapientum</i>
Subgrupo	Cavendish
Cultivar	Williams
Genotipo	Hibrido AAA group
Altura	1.7 -2.00 metros
Tolerancia media	<i>Micosphaerella fijensis</i> , <i>Erwinia Ralstonia solanacearum</i> raza 2
Productividad	2800 – 3200 kg/ha

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022)

10.4.2. Sustratos

Se utilizo como base para la elaboración de sustratos la cascarilla de arroz, es entendido que la cascarilla de arroz favorece la retención de líquidos y actualmente es la materia prima más empleada en almácigos de propagación de musáceas. La cascarilla de arroz se mezcló con arena para obtener el sustrato 1 y tierra de sembrado para obtener el sustrato 2.

Biorreguladores de crecimiento

El ácido fúlvico fue adquirido comercialmente, es conocido estos actúan como potenciadores del metabolismo celular en los cultivos perennes como el banano, acortando su ciclo fenológico, por lo que se obtiene mayor cantidad de caja/año. La ficha técnica se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 5. Propiedades físico químico del ácido fúlvico.

Contenido	Concentración
Solubilidad en agua	99 %
Ácidos fúlvicos	80 %
Humedad	3.0 %
Ph	5 – 7
Densidad	0.5 – 0.8 g/m ³
Toxicidad	Ninguna

Fuente: Ficha técnica (Cibochem, 2021)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022)

Del mismo modo la citoquinina utilizada en el presente proyecto se adquirió comercialmente, las fitohormonas tienen excelentes resultados al combinar con biorreguladores de crecimiento, estimulan la división celular mejorando las características fisiológicas de la planta, se tomó en cuenta el contenido nutricional de la citoquinina, poniendo énfasis en los elementos que la planta requiere en la etapa de almacigo. Las propiedades de la citoquinina se detallan a continuación.

Tabla 6. Características físicas químicas de la citoquinina.

Parámetro	Valoración
Formulación	Concentrado soluble
Grupo	Regulador de crecimiento
Citoquininas	12 g/l
Aditivos	c.s.p. 1 litro
Solubilidad en agua	90 %
pH	7.5 +/- 0.5
Toxicidad	Ninguna

Fuente: Ficha técnica (Stoller, 2021)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022)

10.4.3. Otros materiales

Par desarrollar el presente proyecto de investigación se utilizaron otros materiales y equipos que se detallan a continuación.

Tabla 7. Otros materiales y equipos usados en la investigación.

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Cañas de guadua	Unidad	20
Bomba de aspersión	Unidad	1
Biorreguladores	Litro	2
Cormos de banano	Unidad	100
Arena	Sacos de 25 kg.	2
Tierra de sembrado	Sacos de 25 kg.	2
Cascarilla de arroz	Sacas de 100 kg	2
Flexómetro	Unidad	2
Cinta métrica	Unidad	2
Calibrador	Unidad	1

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022)

10.5. Diseño experimental

El diseño experimental se aplicó el Diseño de Bloques al Azar, con arreglo factorial de $2 \times 2 + 1$, dando como resultado cinco tratamientos, cuatro repeticiones de las cuales se seleccionaron cuatro unidades experimentales, para la tabulación de datos de campo se utilizó el paquete informático Microsoft Excel en su versión LTSC 2021, para el cálculo del análisis de varianza y análisis estadístico el software Infostat, registrado por la Universidad de Córdoba, en su versión estudiantil, con el método de Tukey al 5% de probabilidad.

10.6. Factores en estudio

La investigación estuvo constituida por dos factores, siendo el factor A: 2 tipos de sustratos producto de la combinación de diferente materia prima y el factor B: aplicaciones foliares de biorreguladores de crecimiento.

Tabla 8. Factores en estudio.

Factor A	Factor B
Sustratos	Biorreguladores
Cascarilla de arroz + arena	Ácidos Fúlvicos
Cascarilla de arroz + tierra	Citoquininas

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022)

10.7. Tratamientos

De la combinación de los factores se obtendrán los siguientes tratamientos:

Tabla 9. Tratamientos en estudio.

TRAT.	DESCRIPCIÓN	REP.	U. E.	TOTAL
1	Cascarilla de arroz / arena + Acido fúlvico	4	4	16
2	Cascarilla de arroz / arena + Citoquininas	4	4	16
3	Cascarilla de arroz / tierra + Ácido fúlvico	4	4	16
4	Cascarilla de arroz / tierra + Citoquininas	4	4	16
5	Testigo (Tierra de sembrado)	4	4	16

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

10.8. Análisis de varianza

En la siguiente tabla se plantea el análisis de varianza empleado en la investigación

Tabla 10. Esquema de análisis de varianza.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	
Repeticiones	(r-1)	3
Tratamientos	(t-1)	4
Factor A (Sustratos)	(a-1)	1
Factor B (Biorreguladores)	(b-1)	1
Interacción AxB	(a-1) (b-1)	2
Error experimental	(r-1) (t-1)	12
Total	(r.t-1)	19

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

10.9. Variables evaluadas

Días a la emisión de yemas

Los días a la emisión de yemas se tomaron en cuenta a partir de la siembra hasta el momento que empiecen a emerger las yemas, para ello se observó que la primera yema verdadera se encuentre en su totalidad, esta variable se contabilizo en días.

Número de hojas

Se hizo el conteo del número de hojas en las 4 unidades experimentales, a los 30, 45 y 60 días posterior a la emisión de yemas, las plántulas de banano están aptas para el trasplante a partir de la emisión de la séptima hoja, periodo en el cual (Carrillo, 2014), establece que a esta edad

fenológica la plántula se adapta a cualquier condición de campo, esta variable se registró en días posterior a la siembra.

Altura de planta (cm)

La altura de planta se registró a las 4 unidades experimentales, midiendo desde la base del pseudotallo hasta la bifurcación en “Y” que forman las ultimas hojas de las plántulas, esta variable se registró a los 30, 45 y 60 días posterior a la siembra, para ello se empleó un flexómetro y se expresó en centímetros.

Diámetro del pseudotallo (cm)

Para determinar el diámetro de pseudotallo se procedió a medir las 4 unidades experimentales, desde la base del cuello de la raíz, se registraron los datos a los 30, 45 y 60 días, para ello se empleará un calibrador digital y se midió en la base del pseudotallo, los datos de esta variable se expresaron en centímetros.

Coefficiente de esbeltez

El coeficiente de esbeltez se calculó en las 4 unidades experimentales. Este parámetro es obtenido a partir de la división de la altura de planta y el diámetro del pseudotallo, se la realiza a nivel de almácigos y tomando en cuenta que la plántula esta lista para el trasplante. El coeficiente de esbeltez utiliza un índice estándar, producto de las comparaciones cuantitativas entre la altura y diámetro del pseudotallo. No ha sido muy difundida la utilización de este parámetro en musáceas, pero últimamente se ha empezado a realizar trabajos de investigación y poder determinar el rango óptimo de este coeficiente para este tipo de plantas. Para determinar este parámetro se utilizó la formula planteada por (Cedeño, 2015).

$$C.E. = APF \div DPF$$

Donde:

C.E.: Coeficiente de esbeltez

APF: Altura de planta final

DPF: Diámetro de pseudotallo final

Número de raíces primarias

Para determinar el número de raíces primarias, al finalizar el ensayo se sacrificaron 3 plántulas por tratamiento, se realizó la limpieza del sustrato evitando dañar las raíces, el conteo de raíces se hizo visualmente y fue expresado en unidades.

Longitud radicular

En cuanto a esta variable se midió con una cinta métrica, a lo largo de la raíz más prominentes de las 3 plantas seleccionada una vez finalizado el ensayo, esto permitió conocer el tratamiento con mayor tamaño radicular. La longitud radícula fue expresada en centímetros.

10.10. Manejo de la investigación

Preparación de sustratos

Los sustratos fueron elaborados a partir de la mezcla de cascarilla de arroz y arena para el sustrato 1, para el sustrato 2 se combinó la cascarilla de arroz con tierra, en relación porcentual de 1:1, es decir 1 kg de cascarilla de arroz por 1 kg de arena y tierra respectivamente, este sustrato se llenó en fundas de polietileno de 8*12 cm, donde se sembrarán las yemas adventicias de banano.

Construcción de la infraestructura

Para evitar daños en las plántulas de banano sea por condiciones climatológicas, agentes patógenos o aves e insectos se construyó una infraestructura con una dimensión de 8 metros por 12 metros de longitud, se utilizaron materiales de la zona con cañas de guadua tanto para los parantes como para la división entre tratamientos. En la parte superior se colocó una malla parasol negra con un nivel de sombra del 50% evitando así daños por luminosidad directa.

Selección de cormos

Se seleccionaron los cormos con mayor vigor, se escogieron plantas sanas sin daños fitopatológicos ni fisiológicos, se separaron de la planta madre para llevarlas al sitio de siembra, posteriormente se desinfectaron los cormos con cal agrícola para eliminar residuos de patógenos que puedan afectar las plántulas y se sembraron en las fundas.

Obtención de yemas adventicias

Las yemas adventicias presentes en los cormos de banano se extrajeron con la ayuda de un bisturí quirúrgico, cuidando de no dañar las yemas, se desinfectaron las herramientas que se utilizaron para proceder a la siembra. Las fundas se colocaron en una estructura cubierta con malla parasol negro con 50% de retención de sombra para evitar daños por la exposición directa a la luz solar.

Siembra en fundas

Las yemas extraídas se sembraron en las fundas llenadas con cada uno de los sustratos, para lo cual se depositó una yema por funda, posteriormente se realizó el riego con suficiente agua para evitar su marchitez por estrés hídrico.

Aplicación de biorreguladores

Se aplicó según la dosis establecida por el producto adquirido, la dosis se estableció siguiendo la recomendación del vendedor y comparando con investigaciones realizadas previamente, por lo que se estableció en una dosis de 2 cc, de citoquinina por litro de agua y 2.5 cc de ácido fúlvico por litro de agua, estas dosis se aplicaron en cada uno de los tratamientos establecidos, con un intervalo de 15 días posterior a la emisión de yemas.

Labores culturales

Las labores culturales incluyeron el control de maleza, el cual se realizó manualmente dentro de los tratamientos y con machetes en el perímetro de la infraestructura, así mismo el riego se efectuó en horas de la mañana y tarde, debido a la época lluviosa esta labor se realizó solo en los primeros 45 días desde la siembra. El manejo de plagas se centró en la eliminación de caracoles, para su control se hizo la recolección manual en horas de la noche y se introdujeron en recipientes con una mezcla de agua y sal.

Registro de datos de campo

Los datos de campo se registraron a los 30, 45 y 60 días posterior a la emisión de yemas, se utilizó un formato de cuaderno de campo donde registraron todos los datos de las variables evaluadas.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

11.1. Efecto simple

11.1.1. Efecto simple por sustratos

Días a la emisión de yemas

Los días a la emergencia evidencian que el sustrato tierra con cascarilla de arroz tardo más tiempo en que las yemas inicien el proceso de emergencia pues tardo 10.25 días en emerger las primeras yemas, la combinación de cascarilla de arroz más arena presento menor días hasta que emerjan las primeras yemas, con 7.48 días hasta su aparición. La emergencia de yemas en producción de plántulas de banano según (Carrillo, 2014) está relacionada al sustrato que se utilice, siendo más precoz en sustratos de consistencia porosa por el efecto de la disponibilidad de agua y nutrientes que tienen estos sustratos. Para Martínez *et al.*, (2021) existen casos en que los sustratos, sobre todo los que están elaborados por mezclas únicas como tierra de sembrado que dificultan la emergencia de yemas por su compactación producto de la acumulación de agua.

Tabla 11. Efecto simple de los días a la emergencia por sustratos.

Sustratos	Días	
Arena	7.84	b
Tierra	10.25	a
CV %	3.13	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: Flores & Lalanguí (2022).

Altura de planta

La siguiente tabla muestra las alturas de plantas en las edades evaluadas, donde a los 30 días el sustrato a base de cascarilla de arroz y arena con 20.52 cm de altura, en los 45 días se obtuvieron datos similares estadísticamente con 27.31 y 26.80 cm. En la evaluación de los 60 días no se observan diferencias estadísticas entre los dos sustratos con valores de 30.73 y 30.53 cm para ambos sustratos. Según (Chapin, 2012) en el estado inicial es cuando la planta aprovecha el contenido de los sustratos, ya que requiere mayor cantidad de nutriente para empezar su desarrollo. Sin embargo en los sustratos de textura porosa las plantas desarrollan mejor sus raíces, al mismo tiempo absorben mayor cantidad de agua y nutrientes que benefician al crecimiento y desarrollo de la planta. Del mismo modo este tipo de sustratos permiten mayor oxigenación de las raíces, favoreciendo su crecimiento y desarrollo.

Tabla 12. Efecto simple de altura de planta por sustratos.

Sustratos	Edades					
	30 Días		45 Días		60 Días	
Arena	20.52	a	27.31	a	30.73a	a
Tierra	19.38	b	26.80	a	30.53	a
CV %	1.95		2.83		1.80	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Diámetro del pseudotallo

En tanto que el sustrato que presento mejor diámetro del pseudotallo a los 30 días fue el de cascarilla de arroz más arena, con 3.32 cm, la misma variable evaluada a los 45 días ubican los mejores valores de diámetro del pseudotallo al sustrato con arena con 3.80 cm. En los 90 días se presenta mayor diámetro de pseudotallo con la mezcla de cascarilla de arroz más arena con 5.33 cm de diámetro. Investigaciones realizadas por (Aspiazu, 2014), evidencian que los sustratos con buena porosidad como la arena mantienen la humedad en las primeras capas del sustrato lo que incrementa el grosor de tallo de las plantas en condición de almacigo, volviéndolas mas resistentes a condiciones abióticas.

Tabla 13. Efecto simple de diámetro del pseudotallo por sustratos.

Sustratos	Edades					
	30 Días		45 Días		60 Días	
Arena	3.32	a	3.80	a	5.33	a
Tierra	3.01	b	3.51	b	4.55	b
CV %	6.83		3.93		3.18	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Número de hojas

En el efecto simple por sustratos del número de hojas se pudo constatar resultados similares entre los dos sustratos a los 30 días con un promedio de 3.50 hojas para el sustrato de cascarilla de arroz en combinación con arena y 3.38 hojas para la mezcla con tierra. Los resultados a los 45 días posicionan al sustrato con arena con mayor número de hojas con 5.13 hojas por plántula, siendo estadísticamente diferente al sustrato de tierra que obtuvo 4.38 hojas. A los 60 días se observa que la mezcla de cascarilla de arroz y tierra mantiene el mayor número de hojas con 6.44 hojas, mientras el sustrato con tierra presento 5.67 hojas por planta. Para (Cedeño, 2015) los sustratos como la arena proveen de aire y oxígeno, por lo que la planta se adapta de mejor manera al sitio definitivo.

Tabla 14. Efecto simple de número de hojas por sustratos.

Sustratos	Edades					
	30 Días		45 Días		60 Días	
Arena	3.50	a	5.13	a	6.44	a
Tierra	3.38	a	4.38	b	5.67	b
CV %	16.12		8.95		8.96	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Coefficiente de esbeltez

En la tabla 15 se puede distinguir las diferencias estadísticas entre los dos sustratos, siendo el compuesto por arena superior con un coeficiente de 5.81, en cuanto a la mezcla de cascarilla de arroz y tierra obtuvo un coeficiente de 7.03. Para López y Espinoza, (2000) esto significa que puede tener problemas para adaptarse al sitio definitivo por sus condiciones fisiológicas. De acuerdo a Rosero *et al.*, (2016) el coeficiente de esbeltez determina la condición de la planta para estar apta para el trasplante sobre todo en musáceas, cuando la edad a partir de la siembra no determina influye en el desarrollo de la planta.

Tabla 15. Efecto simple de coeficiente de esbeltez por sustratos.

Sustratos	Coeficiente	
Arena	5.81	b
Tierra	7.03	a
CV %	3.83	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Número de raíces

En la tabla 16 se analiza el número de raíces por planta a la edad de 60 días, se observa que la mezcla de cascarilla de arroz y arena obtiene mayor número de raíces con 21.61. (Carrillo, 2014) menciona que al tener una mayor cantidad de raíces las plántulas absorben de manera más eficiente los minerales y elementos disponibles en el sitio definitivo de siembra, por lo que su desarrollo vegetativo será mejor en comparación con otras plantas. Además en el número de raíces, (Cedeño, 2015) recalca que la masa radicular se desarrolla de mejor manera en el sustrato arena, debido a su alta porosidad permitiendo mejor circulación de aire y oxígeno, lo que representa que la plántula tendrá mejor absorción de los elementos presentes en el sustrato, adaptándose de mejor manera al sitio de trasplante.

Tabla 16. Efecto simple de número de raíces por sustratos.

Sustratos	Raíces	
Arena	21.61	a
Tierra	17.69	b
CV %	4.29	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Longitud de raíz

Para la longitud de raíz se observa que el sustrato con arena obtuvo raíces de mayor tamaño con valores de 25.44 cm, en tanto la combinación de cascarilla de arroz con tierra obtuvo menor longitud de raíz con 22.31 cm, en este punto cabe aclarar que (Ganchozo, 2021), asegura que el tamaño de las raíces a más de servir de soporte para la planta, tienen la función de asimilar con mayor rapidez los elementos presentes en el suelo, sobre todo en etapas de almácigo donde la nutrición es fundamental para las plantas.

Tabla 17. Efecto simple de longitud de raíz por sustratos.

Sustratos	cm.	
Arena	25.44	a
Tierra	22.31	b
CV %	3.95	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

11.1.2. Efecto simple por biorreguladores de crecimiento

Días a la emergencia de yemas

La aplicación de citoquinina en las plántulas de banano obtuvo el menor periodo de emergencia a los 7.56 días, siendo un periodo de tiempo corto en comparación con el manejo tradicional que se da en los almácigos, los días de emisión de primeras yemas con citoquininas son superiores a la investigación de (Chapin, 2012) que obtuvo emisión de yemas a los 9.42 días. En el caso de ácido fúlvico empezó a emitir las primeras yemas a los 10.53 días. Por ello (Aspiazu, 2014) recalca la importancia de monitorear los días de emergencia en cebollines de banano, para determinar un plan de fertilización de plántulas en base a las edades de cada variedad de musácea. Al mismo tiempo (Araya & Serrano, 2011) afirman que se debe contabilizar los días a la emergencia en plántulas de banano para determinar el tiempo transcurrido desde la siembra hasta que las plantas estén aptas para el trasplante, de esta manera se determina el material vegetativo que presente un menor periodo de tiempo hasta el trasplante.

Tabla 18. Efecto simple de los días a la emergencia por biorreguladores de crecimiento.

Biorreguladores	Días	
Ácido fúlvico	10.53	a
Citoquinina	7.56	b
CV %	3.13	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Altura de planta

La altura de planta con mayor promedio se presunto con aplicaciones de citoquinina alcanzando 20.96 cm en los primeros 30 días, transcurridos los 45 días la citoquinina mantuvo la mayor altura de planta con 30.03 cm, en el registro de altura de los 60 días se observa que la aplicación de citoquinina obtuvo la mayor altura de planta con 34.15 cm. Las citoquininas, según (Carrillo, 2014) estimula el desarrollo de la planta en los primeros estadios, por ello su aplicación se recomienda en edad inicial, a diferencia de otras fitohormonas, debido a que además de promover la división celular también regulan el crecimiento y desarrollo de la planta

Tabla 19. Efecto simple de altura de planta por biorreguladores de crecimiento.

Biorreguladores	Edades					
	30 Días		45 Días		60 Días	
Ácido fúlvico	18.94	b	24.08	b	29.31	b
Citoquinina	20.96	a	30.03	a	34.15	a
CV %	1.95		2.83		1.80	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Diámetro de pseudotallo

El efecto simple en la aplicación de biorreguladores de crecimiento para el diámetro muestra que la acción de la citoquinina es similar a la de los ácidos fúlvicos, ya que obtuvo 3.27 cm de diámetro de igual manera en el ácido fúlvico cuyo diámetro de planta fue de 3.06 cm, en los 45 días no se observa diferencia estadística, manteniendo similares resultados para ambos biorreguladores, con 3.69 cm para la citoquinina y 3.61 cm para el ácido fúlvico. El efecto de los biorreguladores de crecimiento se da especialmente a nivel de crecimiento de la planta, es por ello que en esta variable no se presentaron diferencias estadísticas. Es por esta razón que (Chapin, 2012) resalta la importancia de los biorreguladores de crecimiento que estimulan el ensanchamiento de los tallos, dando como resultado plantas más resistentes a condiciones climatológicas adversas como vientos y precipitaciones, y al manejo que se le da a nivel de almacigo.

Tabla 20. Efecto simple de diámetro de pseudotallo por biorreguladores de crecimiento.

Biorreguladores	Edades					
	30 Días		45 Días		60 Días	
Ácido fúlvico	3.06	a	3.61	a	4.86	a
Citoquinina	3.27	a	3.69	a	5.02	a
CV %	6.83		3.93		3.18	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Número de hojas

En la siguiente tabla se muestra el número de hojas en diferentes edades de la planta, tal como se aprecia a los 30 días ambos biorreguladores de crecimiento presenta valores similares con 3.50 cm para la citoquinina y 3.38 cm en el ácido fúlvico. En la edad de 45 días de igual manera no se observan diferencias estadísticas siendo similares en los tratamientos aplicados citoquinina con 4.88 cm, como en ácidos fúlvicos con diámetro de 4.63. A diferencia de las edades anteriores, en los 60 días se observan diferencias entre ambos tratamientos, con resultados de 6.67 para las citoquininas y 5.13 en el caso del ácido fúlvico. Se comprueba la teoría descrita por Alcántara *et al.*, (2018), quien sostiene que las fitohormonas como las citoquininas tienen efecto a partir de una edad en específico y su principal característica es incrementar el desarrollo vegetativa de la planta.

Tabla 21. Efecto simple de número de hojas por biorreguladores de crecimiento.

Biorreguladores	Edades					
	30 Días		45 Días		60 Días	
Ácido fúlvico	3.38	a	4.63	a	5.13	b
Citoquinina	3.50	a	4.88	a	6.67	a
CV %	16.12		8.95		8.96	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Coefficiente de esbeltez

La tabla 22 evidencia que el mejor coeficiente de esbeltez donde se aprecia que el ácido fúlvico tiene valores más aceptables con 5.05. Es por ello que (Cedeño, 2015) planteo la fórmula para determinar el coeficiente de esbeltez, cuyo resultado debe ser cercano a 6, debido a que un coeficiente de esbeltez con índice superior a esta escala presenta plantas delgadas, no viables que difícilmente se adaptaran a sitios con vientos o condiciones climatológicas adversas las plántulas de banano, además en este punto el autor menciona la importancia de este coeficiente, debido a que las plantas que presenten más vigor son las que más se comercializan,.

Tabla 22. Efecto simple de coeficiente de esbeltez por biorreguladores de crecimiento.

Biorreguladores	Coefficiente	
Ácido fúlvico	7.34	b
Citoquinina	5.05	a
CV %	3.83	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Número de raíces

El mayor número de raíces en relación a los biorreguladores de crecimiento se dio con la aplicación de citoquinina, alcanzando 20.06 raíces funcionales, mientras que con aplicaciones de ácidos fúlvicos se presentaron similares resultados 20.63 raíces por planta. Para el caso del ácido fúlvico (Cedeño, 2015) menciona que el ácido fúlvico es considerado como un inhibidos de crecimiento y su función se centra en la proliferación de masa radicular. Según Alcántara *et al.*, (2019) manifiesta que de las citoquininas tienen la particularidad de estimular la aparición de callos en plantas que se multiplican a partir del material vegetativo, lo que representa que la plántula emitirá mayor número de raíces. Es por ello que en esta variable no se presentan diferencias estadísticas.

Tabla 23. Efecto simple de número de raíces por biorreguladores de crecimiento.

Biorreguladores	Raíces	
Ácido fúlvico	20.63	a
Citoquinina	20.06	a
CV %	4.29	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Longitud de raíz

Como se observa en la siguiente tabla la longitud de raíz tiene mejores resultados con aplicaciones de citoquinina, alcanzando diámetros de 24.31 cm, en tanto con el ácido fúlvico obtuvo raíces de 22.44 cm de largo. Para (Cedeño, 2015), las citoquininas tienen la capacidad de inducir y estimular la proliferación celular en las plantas, así como la elongación de raíces que permiten una mejor interacción de la planta con el suelo, permitiendo que la plántula aproveche al máximo los elementos presentes en este caso en el sustrato. Por otro lado (Aspiazu, 2014) menciona que las sustancias reguladoras de crecimiento actúan directamente sobre las plantas, sobre todo en aplicaciones foliares directas, siendo absorbidas por las hojas y distribuidas por los vasos conductores por toda la planta.

Tabla 24. Efecto simple de longitud de raíz por biorreguladores de crecimiento.

Biorreguladores	cm.	
Ácido fúlvico	22.44	b
Citoquinina	24.31	a
CV %	3.95	

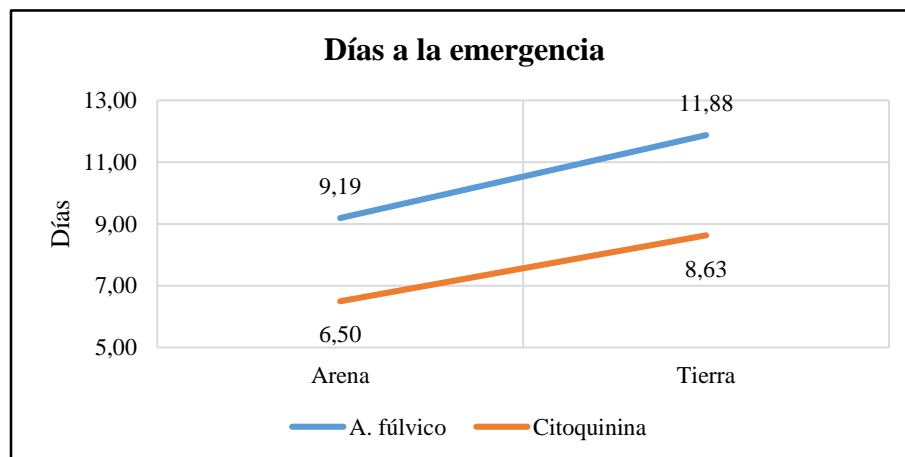
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

11.2. Interacciones sustratos/biorreguladores de crecimiento

Días a la emisión de yemas

La figura 1 muestra la interacción entre el sustrato con tierra y la ácido fúlvico, la cual presenta mayores días a la emergencia de yemas con 11.88, en cuanto al sustrato con arena presento menor periodo de tiempo hasta que emerjan las primeras yemas con 6.50 días. La interacción entre un sustrato como la mezcla de cascarilla de arroz y arena presenta mayor porosidad, lo cual es aprovechado para que la planta sintetice todos los nutrientes presentes en el sustrato.

Figura 1. Interacción de los días a la emergencia de yemas de banano.

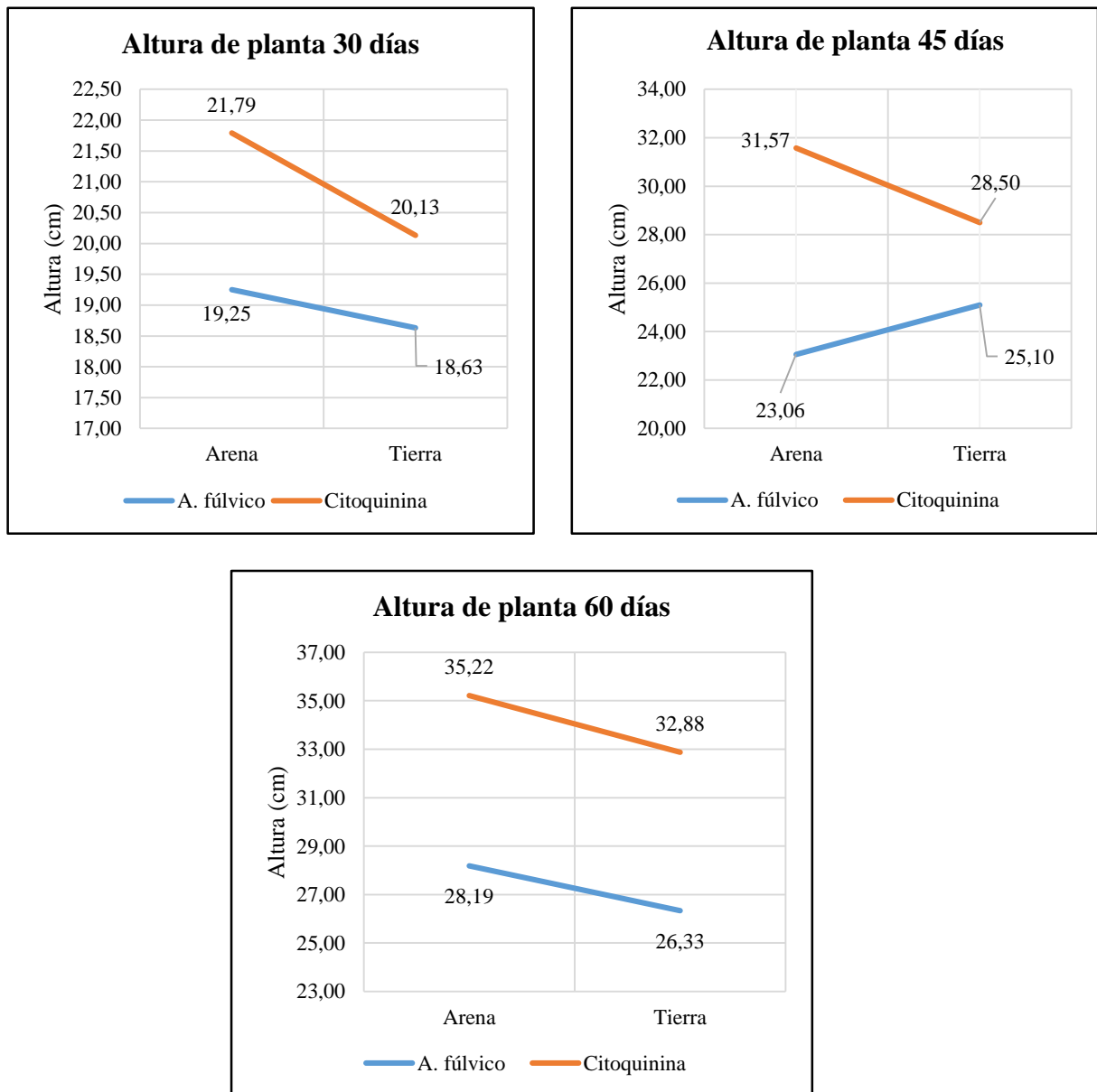
Elaborado por: Flores y Lalangui (2022)

Altura de planta

En la interacción a los 30 días de altura de planta se observa mejores resultados en el sustrato con arena y aplicaciones de citoquinina con 21.79 cm, de igual manera se aprecia una interacción entre las citoquininas y el sustrato a base de tierra con alturas promedio de 20.13 cm. En los 45 días de investigación la interacción con mejor resultado presenta la citoquinina aplicada en el sustrato arena, cuyos datos fueron de 31.57 cm, se recalca la teoría de (Villanueva & Mansilla, 2013), que las plántulas aprovechan de mejor manera el efecto de los biorreguladores en la etapa inicial de su estado. En los 60 días se puede observar que la

interacción entre el sustrato cascarilla de arroz combinado con arena presenta mayor altura de planta con 35.22 cm, siendo superior a (Guaita, 2018), quien con ácidos húmicos más ácido fúlvico presento alturas promedio de 19.44 cm, en etapa de almacigo a los 60 días.

Figura 2. Interacción de la altura de planta en diferentes edades en los sustratos con aplicaciones de biorreguladores de crecimiento.

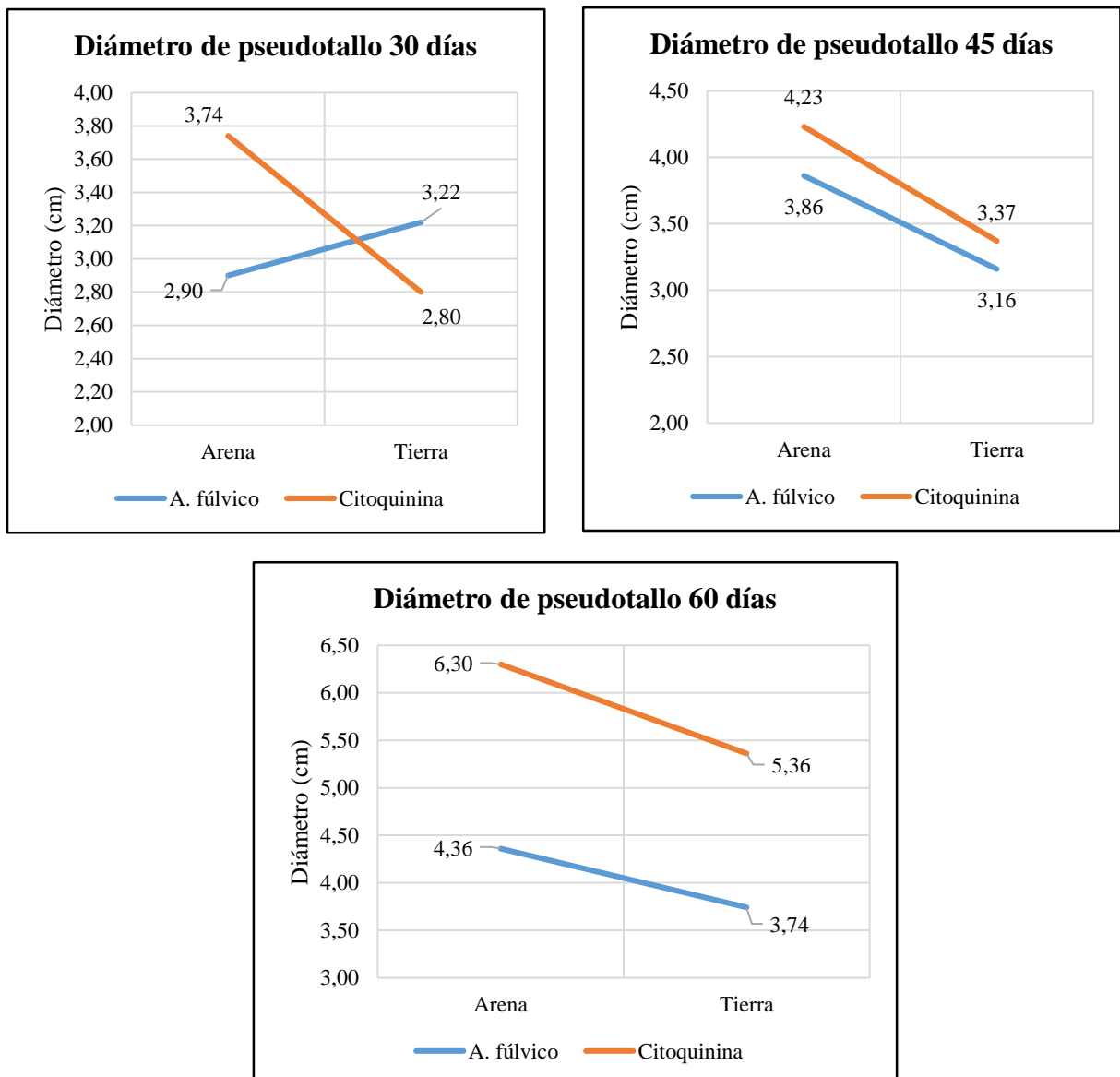


Elaborado por: Flores y Lalangui (2022)

Diámetro del pseudotallo

En la figura 3 se observa que inicialmente existe interacción entre el sustrato a base de arena y las citoquininas, con el mayor diámetro de pseudotallo 3.74, así como una interacción entre el ácido fúlvico y el sustrato elaborado con tierra que inicialmente presenta diámetros de 3.22 cm. En las interacciones a los 45 días se puede notar que el sustrato con arena y aplicación de citoquinina conserva un mayor diámetro 4.23 cm. En tanto a los 60 días la interacción entre arena y citoquininas super a los demás tratamientos con 6.30 cm de diámetro, superando los resultados obtenidos por (Guaita, 2018), de 5.80 cm con combinaciones de ácido húmico y ácido fúlvico.

Figura 3. Interacción del diámetro de pseudotallo en diferentes edades en los sustratos con aplicaciones de biorreguladores de crecimiento.

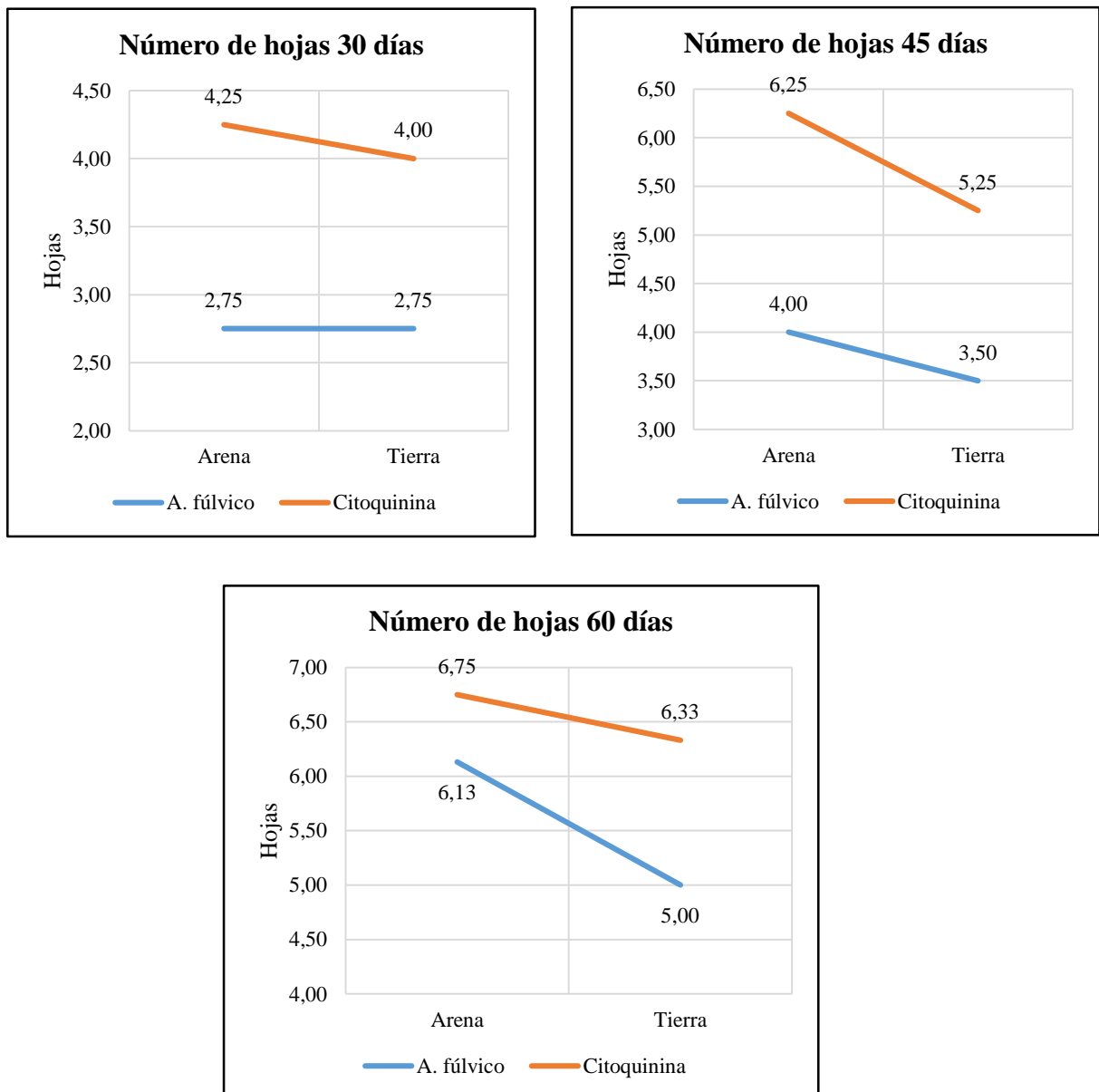


Elaborado por: Flores y Lalangui (2022)

Número de hojas

La siguiente figura se observa la interacción entre el sustrato arena y la citoquinina, con 4.25 hojas, a los 30 días, el mismo efecto se registra entre la citoquinina y el sustrato con tierra obteniendo un promedio de 4.00 hojas por planta. A los 45 días se puede notar que las aplicaciones de citoquininas en el sustrato a base de arena presentan un mayor número de hojas con 6.25 hojas, Finalmente en los datos obtenidos los 60 días evidencian una mejor interacción con el sustrato arena y aplicaciones de citoquininas con 6.75 hojas. A partir de la aparición de la sexta hoja l plántula ya está lista para el trasplante, según lo explica (Cedeño, 2015).

Figura 4. Interacción del número de hojas en diferentes edades en los sustratos con aplicaciones de biorreguladores de crecimiento.

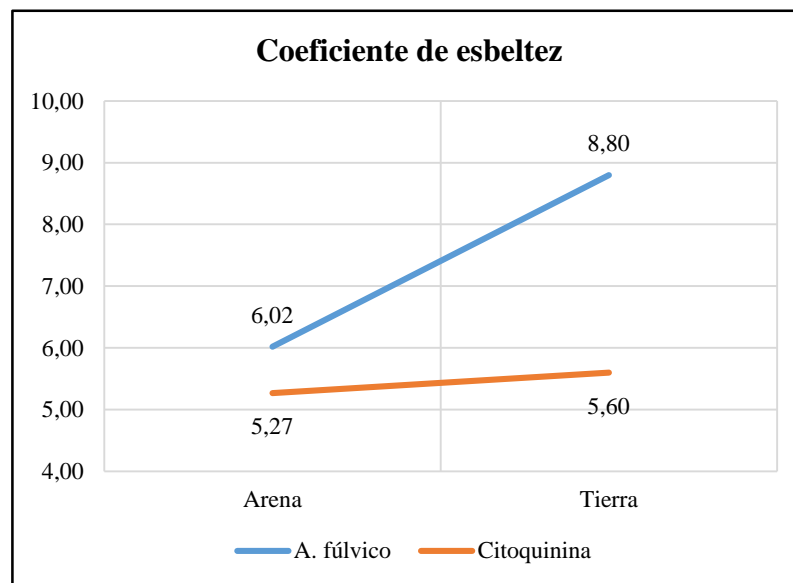


Elaborado por: Flores y Lalangui (2022)

Coefficiente de esbeltez

Para el coeficiente de esbeltez se observa mejor interacción entre la citoquinina y el sustrato arena con índice de 5.27 cm, la interacción entre la citoquinina con el sustrato tierra 5.60 también se acerca a los parámetros establecidos en las investigaciones realizadas por (Cedeño, 2015), el cual estableció al índice de esbeltez como una prueba de vigor de las plántulas de banano cuyo parámetro debe ser menor o igual a 6.

Figura 5. Interacción del coeficiente de esbeltez en los sustratos con aplicaciones de biorreguladores de crecimiento.

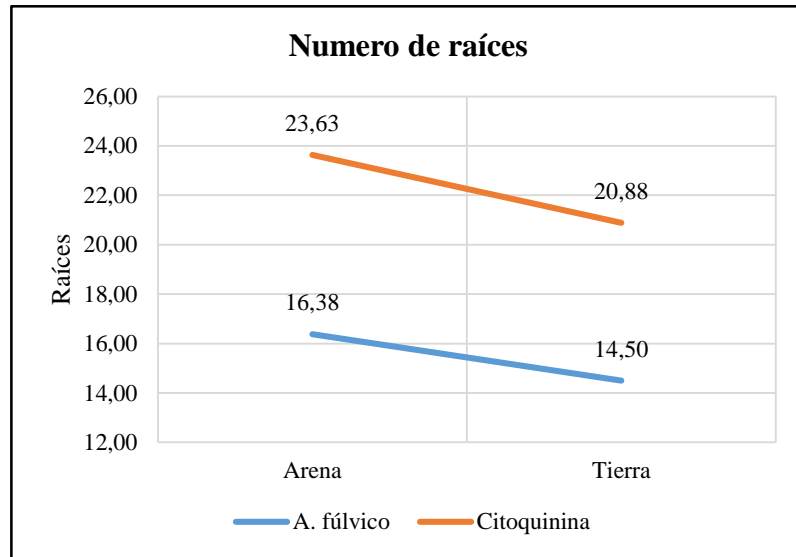


Elaborado por: Flores y Lalangui (2022)

Número de raíces

En el número de raíces la interacción entre el sustrato con arena y la aplicación de citoquinina presenta un incremento en el número es estas con 23.63 raíces en promedio, la aplicación de la citoquinina sobre el sustrato con tierra presento resultados con similitud a los anteriores con 20.88 raíces. La acción de la citoquinina es positiva sobre ambos sustratos, como lo menciona (Restrepo & Patiño , 2018), que el sistema radical de la planta asimila el biorregulador multiplicando el número de raíces que intervienen en la absorción de elementos del sustrato, y trasladando el intercambio de nutrientes con el tallo.

Figura 6. Interacción del número de raíces en los sustratos con aplicaciones de biorreguladores de crecimiento.

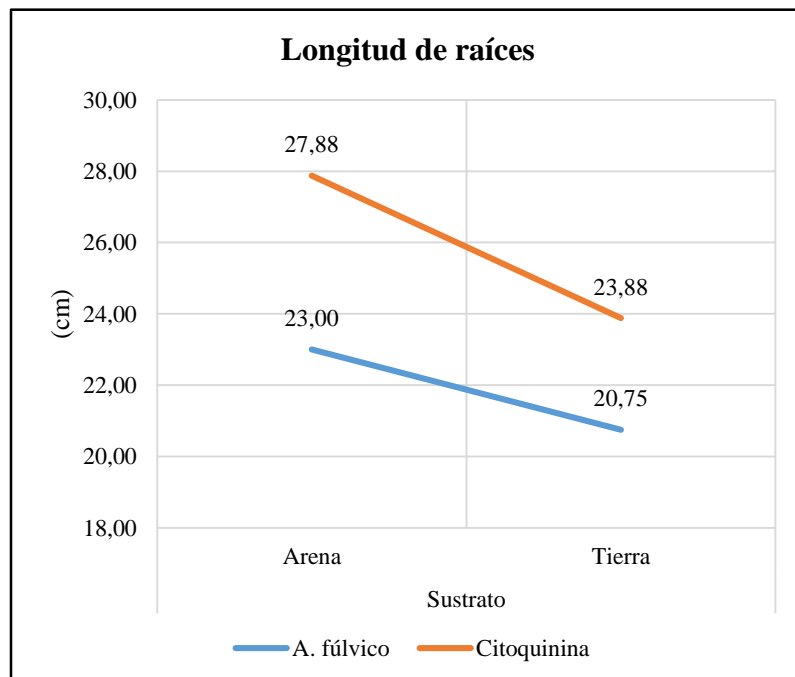


Elaborado por: Flores y Lalangui (2022)

Longitud de raíz

En la figura 7 se evidencia que la mayor longitud de raíces se presentó en la interacción de el sustrato con arena y la incorporación de citoquinina, con resultados de 27.88 cm, el mismo biorregulador aplicado al sustrato en dase a tierra obtuvo 23.88 cm, por lo que demuestra lo mencionado por (Araya & Serrano , 2011) la citoquinina presenta mejores resultados en cuanto al sistema radicular independientemente del medio en él sea aplicada.

Figura 7. Interacción de la longitud de raíz en los sustratos con aplicaciones de biorreguladores de crecimiento.



Elaborado por: Flores y Lalangui (2022)

11.3. Análisis por tratamientos

Días a la emisión de yemas

En los días a la emergencia de las yemas el menor resultado se obtuvo con T2, el cual tuvo la primera emisión de yemas a los 6.50 días, seguidos por T1 y T4 con una emergencia a los 9.19 y 8.63 días. El sustrato que se emplee tiene relación a los días en que la planta empieza a emerger, las condiciones de humedad, aireación, y volatilidad de los sustratos permiten que el material vegetativo sembrado obtenga una rápida emergencia, en este caso Nolasco *et al.*, (2016) mencionan que sustratos volátiles como la arena y cascarilla de arroz al ser de alta porosidad mantienen un equilibrio la humedad requerida por el material que se siembre, lo que favorece a la emergencia de las plantas.

Tabla 25. Días a la emisión de yemas en la evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento.

Días a la emergencia de yemas		
Tratamientos		
T1: C. de arroz/arena + Acido fúlvico	9,19	c
T2: C. de arroz/arena + Citoquinina	6,50	a
T3: C. de arroz/tierra + Acido fúlvico	11,88	b
T4: C. de arroz/tierra + Citoquinina	8,63	c
Testigo (Tierra de sembrado)	14,63	d
CV %	3,39	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Altura de planta

La tabla 26 muestra el análisis de la altura de planta donde se observa que T2 alcanza el mejor resultado con 21.79 cm a los 30 días, siendo superior a (Guaita, 2018), quien ,mediante la aplicación de ácidos fúlvicos sobre plantas de banano Williams alcanzo alturas promedios de 19.44 cm, en los 45 días de evaluación se observó que T2 mantiene la mejor altura con 31.57 cm, mientras los demás tratamientos presentan diferencias estadísticas significativas, como el testigo que se ubica con resultados inferiores de 16.59 cm. A los 60 días se tomó el registro de la altura de planta donde se evidencia que el T2 conserva la mayor altura en respecto a los demás tratamiento, con 35.22 cm, resultado superior al de (Chapin, 2012), utilizando sustratos de arena más cascarilla de arroz obtuvo un resultado de 27.36 cm, del mismo modo (Aspiazu, 2014) no supero los resultados planteando un ensayo con aplicaciones de fitohormonas obtuvo como promedio más alto en altura 26-18 cm en los 60 días evaluados.

Tabla 26. Altura de planta en la evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento.

Tratamientos	Edades					
	30 días		45 días		60 días	
T1: C. de arroz/arena + Acido fúlvico	19,25	c	23,06	c	26,23	c
T2: C. de arroz/arena + Citoquinina	21,79	a	31,57	a	35,22	a
T3: C. de arroz/tierra + Acido fúlvico	18,63	c	25,10	c	28,19	c
T4: C. de arroz/tierra + Citoquinina	20,13	b	28,50	b	32,88	b
Testigo (Tierra de sembrado)	10,94	d	16,59	d	21,92	d
CV %	1,95		2,77		2,17	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Diámetro del pseudotallo

En la siguiente tabla se evidencia que a los 30 días el diámetro de pseudotallo con mayores resultados se da con T2, 3.74 cm. En los primeros 30 días la planta absorbe los nutrientes presentes en los sustratos, por lo que la calidad del sustrato es importante en esta edad, por ello se debe establecer un sustrato con buenas características, en el caso de la cascarilla de arroz a más de retener mejor la humedad también aporta con micronutrientes que son asimilados por la planta en las edades iniciales, concentrando se en la raíz y pseudotallo de la planta.

Los datos tomados a los 60 días muestran un mayor diámetro de tallo con T2, con valores de 4.23 cm. Alcántara *et al.*, (2019) menciona que en edades de 30 a 45 días posterior a la siembra se observan los efectos de los biorreguladores de crecimiento, siendo la citoquinina la que mejor asimilación produce por la planta, esto se demuestra en el grosor del pseudotallo y en la coloración intensa que presenta el follaje.

En los 60 días se puede observar que T2 mantiene sus características fisiológicas en cuanto al diámetro de pseudotallo, con resultados de 6.30 cm., superando a los resultados expresados por (Aspiazu, 2014), con dosis de alta concentración de citoquininas obtuvo diámetros promedios de 6.16 cm., del mismo modo los datos de diámetro de pseudotallo son superiores a los de (Masache, 2015) aplicando citoquininas obtuvo promedios de 5.83 cm.

Tabla 27. Diámetro del pseudotallo la evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento.

Tratamientos	Edades					
	30 días		45 días		60 días	
T1: C. de arroz/arena + Acido fúlvico	2,90	b	3,37	c	4,36	c
T2: C. de arroz/arena + Citoquinina	3,74	a	4,23	a	6,30	a
T3: C. de arroz/tierra + Acido fúlvico	3,22	b	3,86	b	5,36	b
T4: C. de arroz/tierra + Citoquinina	2,80	b	3,16	c	3,74	d
Testigo (Tierra de sembrado)	2,23	c	2,60	d	2,97	e
CV %	6,55		4,06		3,60	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Número de hojas

Para el número de hojas los mayores resultados se presentaron con T2 a los 30 días, con 4.25 hojas por planta, similares promedios se presentó con T3 que obtuvo 4.00 hojas por planta, en los 45 días el mayor número de hoja se dio con T2 con 6.25 hojas por planta, es así que (Correa, 2015) detalla la función de los biorreguladores de crecimiento se concentra en el área foliar del banano, incrementando el número de hojas funcionales y disminuyendo las no funcionales, en esta edad se presentaron diferencias estadísticas en todos los tratamientos en estudio. Para los 60 días no se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos 2,3 y 1, cuyos resultados fueron de 6.75, 6.33 y 6.13 hojas por planta. La similitud de datos a los 60 días de acuerdo a (Carrillo, 2014) es que a partir de la emisión de la sexta hoja la plántula ya está lista para el trasplante, a partir de la aparición de la sexta hoja la planta empieza a reducir su emisión foliar, para concentrar los nutrientes a nivel de la zona radical y el pseudotallo incrementando el número y longitud de raíces, del mismo modo empieza a ensancharse el tallo y a incrementar el crecimiento del pseudotallo

Tabla 28. Número de hojas en la evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento.

Tratamientos	Edades					
	30 días		45 días		60 días	
T1: C. de arroz/arena + Acido fúlvico	2,75	b c	4,00	b c	6,13	a
T2: C. de arroz/arena + Citoquinina	4,25	a	6,25	a	6,75	a
T3: C. de arroz/tierra + Acido fúlvico	4,00	a b	5,25	b	6,33	a
T4: C. de arroz/tierra + Citoquinina	2,75	b c	3,50	c	5,00	b
Testigo (Tierra de sembrado)	2,50	c	3,50	c	4,00	b
CV %	9,99		10,92		8,46	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Coeficiente de esbeltez

El coeficiente de esbeltez si bien es cierto que su uso no esta tan difundido, tiene importancia en la producción de plantas en viveros. En la presente tabla se puede observar que los mejores resultados se obtuvieron con el T2 y T3 con valores de 5.60 y 5.27, en esta variable (Cedeño, 2015) menciona que a menor índice la planta es más vigorosa y por lo tanto de mayor calidad, por lo contrario valores altos indican que la planta es más esbelta, pero con menor vigor al no ser proporcionalmente similar entre diámetro y altura de planta. En este sentido lo ideal es que este índice sea menor a 6, dado que por encima de este valor la planta puede sufrir daño por vientos y sequía. Por lo tanto el índice de esbeltez estima el grado de resistencia mecánica de las plantas a factores abióticos adversos coincidiendo con la investigación de (Alarcón, 1999).

Tabla 29. Coeficiente de esbeltez en la evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento.

Coeficiente de esbeltez		
Tratamientos		
T1: C. de arroz/arena + Acido fúlvico	7,02	b
T2: C. de arroz/arena + Citoquinina	5,60	a
T3: C. de arroz/tierra + Acido fúlvico	5,27	a
T4: C. de arroz/tierra + Citoquinina	8,80	c
Testigo (Tierra de sembrado)	9,43	c
CV %	5,79	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Número de raíces

La siguiente tabla muestra el análisis del número de raíces principales, donde T2 presenta mayores resultados con 23.63 raíces por planta, superando los resultados obtenidos por (Guaita, 2018) con aplicaciones de ácidos húmicos más fúlvicos presento raíces de 20.33 cm. mientras (Aspiazu, 2014) obtuvo mayor número de raíces con aplicación de citoquininas en plántulas de invernadero con 29.25 raíces. (Araya & Serrano , 2011) menciona que el número de raíces es muy importante en planta perennes, sobre todo si serán trasplantadas a lugares con bajo contenido de materia orgánica o suelos con poca fertilidad, al tener mayor número de raíces mejor será la adaptabilidad de la planta. La importancia del número de raíces, según (Carrillo, 2014) se debe a que el banano tiene un sistema radicular débil, por lo que no pueden penetrar suelos de textura compacta, por ello un mayor numero de raíces permite que la planta tenga suficiente anclaje al suelo, así mismo pueda absorber de mejor manera los nutrientes disponibles en el suelo.

Tabla 30. Número de raíces en la evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento.

Número de raíces		
Tratamientos		
T1: C. de arroz/arena + Acido fúlvico	16,38	c
T2: C. de arroz/arena + Citoquinina	23,63	a
T3: C. de arroz/tierra + Acido fúlvico	20,88	b
T4: C. de arroz/tierra + Citoquinina	14,50	c
Testigo (Tierra de sembrado)	10,88	d
CV %	4,67	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

Longitud de raíz

En cuanto a la longitud de raíces, el mejor tratamiento fue el T2, con raíces de 27.88 cm de largo, siendo superados por (Masache, 2015), quien alcanzo longitud radical de 26.17 cm, así mismo (Guaita, 2018) supero los resultados planteados con una longitud de raíces de 37.50 cm. En los tratamientos T3 y T1 se observaron resultados similares con longitudes de 23.88 y 23.00 cm. De acuerdo a (Aspiazu, 2014) la longitud de una raíz permite el anclaje de la planta a cualquier suelo donde sea trasplantada, en el caso específico del banano a mayor longitud de raíces mejor será el anclaje y absorción de nutrientes. Por ello, de acuerdo a (Restrepo & Patiño, 2018) las raíces de banano no se insertan de manera vertical al suelo, en muchos casos se extienden horizontalmente a lo largo de la superficie del suelo para absorber de mejor manera los fertilizantes aplicados y los disponibles en el suelo, al contar con raíces de mayor longitud estas pueden expandirse en un área mayor, por lo aprovechan de mejor manera los elementos disponibles en el suelo.

Tabla 31. Longitud de raíz en la evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento.

Longitud de raíces		
Tratamientos		
T1: C. de arroz/arena + Acido fúlvico	23,00	b
T2: C. de arroz/arena + Citoquinina	27,88	a
T3: C. de arroz/tierra + Acido fúlvico	23,88	b
T4: C. de arroz/tierra + Citoquinina	20,75	c
Testigo (Tierra de sembrado)	14,46	d
CV %	3,99	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

12. IMPACTOS

- **Técnicos**

El proyecto fue encaminado a promover el uso de los sustratos y biorreguladores de crecimiento de manera técnica y con estrategias amigables con el ambiente, el manejo técnico impartido a los agricultores promoverá el uso de biorreguladoras de crecimiento, disminuyendo el uso de productos químicos, sobre todo en la producción de banano en almácigos donde es frecuente el uso indiscriminado de fertilizantes.

- **Ambientales**

Los sustratos se elaboran con productos que no contaminan el medio ambiente, al mismo tiempo con la aplicación de los biorreguladores de crecimiento, se evita usar productos químicos que se aplican en el manejo tradicional de plántulas de banano, por lo que los impactos ambientales del proyecto fueron positivos.

- **Sociales**

La producción de plántulas de banano se puede realizar en espacios pequeños, incluso se puede producir dentro de la familia, se pueden realizar proyectos comunitarios para la comercialización de plántulas de musáceas, ya que actualmente especies como banano y plátano tiene una alta demanda, al ser un cultivo rentable el interés de las personas en su manejo y producción es relativamente alto.

- **Económicos**

La producción de plántulas de banano es altamente rentable, actualmente la demanda de plántulas se ha incrementado por sus beneficios en comparación con la siembra tradicional, por lo que genera ingresos económicos a quienes se dedican a esta actividad. El uso de sustratos elaborados por los mismos productores combinado con aplicaciones de biorreguladores de crecimiento son una alternativa de gran valor económico para las personas.

13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

En el presente proyecto se empleó el presupuesto que se detalla a continuación:

Tabla 32. Presupuesto de la investigación

Insumos	Unidad	Cantidad	Precio Unit	Precio total
Material vegetativo	Cormos	100	0,35	35,00
Cascarilla de arroz	Saco	2	2,50	5,00
Ácido fúlvico	Litro	1	8,00	8,00
Citoquinina	Litro	1	13,52	13,52
Cañas de guadua	Litro	20	1,00	20,00
Malla parasol	Rollo	8	4,00	32,00
Bomba manual	Unidad	2	7,75	15,50
Sunchos	Rollo	1	22,00	22,00
Fundas de polietileno	Paquete *200	2	7,56	15,12
Flexómetro	Unidad	1	1,50	1,50
Calibrador digital	Unidad	1	15,00	15,00
Herramientas	Unidad	1	35,00	35,00
Preparación de sustratos	Jornal	2	15,00	30,00
Labores culturales	Jornal	6	15,00	90,00
Siembra	Jornal	2	15,00	30,00
Aplicación de biorreguladores	Jornal	4	15,00	60,00
Transporte	Unidad	10	1,00	10,00
Total USD				437,64

Elaborado por: Flores & Lalangui (2022).

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En la obtención de plántulas de banano el tratamiento con mejores resultados se presentó con T2, con mejores datos de altura, diámetro y número de hojas de las plántulas, mientras en los biorreguladores la citoquinina tuvo excelentes resultados, por su alto contenido de micronutrientes esenciales para el desarrollo de la planta.
- La aplicación de biorreguladores de crecimiento en sustratos elaborados con materia prima de calidad da buenos resultados, a más de representar un beneficio económico a las personas que se dedican a esta labor, no representan contaminación al medio ambiente.
- La producción de plántulas de banano presento excelentes resultados, más aún si son complementados con biorreguladores y sustratos apropiados para mantener el vigor vegetativo de las plantas.
- En base a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis: El uso de un tipo de sustratos con aplicaciones de un biorregulador de crecimiento estimulara el desarrollo vegetativo de las plántulas de banano multiplicadas a partir de yemas adventicias.

Recomendaciones

- En la propagación de plántulas de banano se recomienda usar sustratos de combinaciones de cascarilla de arroz y arena, ya que presentan mejores resultados en características vegetativas en la producción de plántulas de banano.
- La aplicación de biorreguladores incrementa considerablemente el periodo de tiempo hasta que las plantas estén listas para la comercialización, en conjunto con los sustratos son una alternativa para la producción de plántulas de banano.
- Continuar con investigaciones en plántulas de musáceas, sobre todo en el manejo de almácigos donde no hay un manejo técnico establecido en cuanto a selección de sustratos y tipos de fertilización.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, C., & Peñaloza, D. (2018). La tierra de sembrado como componente de sustratos para plantas en macetas. *Agronomía Mesoamericana*, 26-31.
- Alcantara, J., Acero, J., & Sanchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 6-12.
- Aldana, F., Fernandez, O., & Hurtado, O. (2020). Respuesta agronómica de plantas de banano cultivar 'FHIA-17' (Musa AAAA) obtenidas por cultivo de tejidos y por propagación agámica. *Bioteología Vegetal*, 9-15.
- Ancasi, R., Tonconio, J., & Ferreira, N. (2016). Determinación un mejor medio de cultivo en la fase de establecimiento para la propagación in vitro de plátano (*Musa paradisiaca* L). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 8-19.
- Araya, M., & Serrano, E. (2011). Relación entre el contenido de nutrientes en suelo y raíces de banano (*Musa aaa*) con el peso de raíces y número de nematodos. *Revista Fitosanidad*, 59-68.
- Aspiazu, R. (2014). Propagación vegetativa de cebollines de banano (*Musa paradisiaca*) variedad Cavendish mediante la aplicación de tres hormonas en el cantón Buena Fe. Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a distancia.
- Capa, L., Alaña, T., & Benitez, R. (2016). Importancia de la producción de banano orgánico. Caso El Oro. *Revista Universidad y Sociedad*, 8-11.
- Carrillo, M. (2014). Evaluación de diferentes sustratos en la aclimatación de vitro-plantas de banano (*Musa spp.*) en la fase de vivero, bajo condiciones de sombreador. Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.
- Castro, S., Aldrete, A., & Lopez, J. (2019). Caracterización física y química de sustratos con base en corteza y aserrín de pino. *Revista Madera y bosques*, 17-22.
- Cedeño, G. (2015). Biorreguladores para la propagación intensiva del banano williams (*Musa AAA Simmonds*) en cámara térmica. *Produccion Agrícola*, 67-79.
- CFN. (2020). Encuesta Sectorial de banano y platano. Corporacion Financiera Nacional, 4-8.
- Chapin, M. (2012). Respuesta de diferentes sustratos en la aclimatación de vitro-plantas de banano *Musa spp.* en la fase de invernadero. Repositorio Universidad Técnica de Machala, 67-73.
- Cibochem. (2021). Ficha Técnica MP Acido fúlvico. Cali: Carlos Israel Bravo Orovio.
- Correa, K. (2015). Evaluación de la evapotranspiración del cultivo de banano (*Musa sp*) utilizando la ecuación de la FAO Penman-Monteith. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil.

- Daza, V., & Salguero, A. (2015). Evaluación del efecto de 10 sustratos a base de aserrín crudo sobre la germinación y la calidad de la planta en el crecimiento inicial de *Quercus humboldtii* Bonpl Y *Cedrela montana* Moritz ex Turcz. Tesis de doctorado, Universidad Nacional de La Plata, Escuela de Ciencias Agriolas.
- Ganchozo, N. (2021). Respuesta agronómica del cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) a la aplicación de ácidos húmicos. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales , La Maná.
- Garrido, E., Hernandez, E., & Noriega, D. (2011). Manual de producción de banano para la región del Soconusco. Estrategias para el Manejo de la Sigatoka Negra. Revista Inifap, 7-9.
- Garzon , G., Montenegro, E., & Lopez, F. (2015). Uso de aserrín y acículas como sustrato de germinación y crecimiento de quercus. Colombia Forestal, 98-108.
- Gonzalez, M., & Prieto, J. (2018). Sustratos a base de aserrín crudo con fertilización y la calidad de planta de *Pinus cooperi* Blanco en vivero. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 71-77.
- Guaita, D. (2018). Efectos de ácidos húmicos y fúlvicos en vitroplantas de banano Cv Williams en condiciones de vivero. Repositorio Universidad Técnica de Babahoyo.
- Hoyos, J., & Jaramillo, A. (2020). Caracterización física, morfológica y evaluación de las curvas de empastamiento de musáceas. Cultivos Tropicales, 56-60.
- INEC. (2020). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua- ESPAC 2019. Quito: ESPAC.
- Larson, C., Hasbun, R., & Paz, M. (2017). Efecto del genotipo y fuente de citoquinina en la etapa de iniciación de cultivo in vitro de tejido adulto de *Castanea sativa* Mill. Gayana Botánica, 2-10.
- Lopez, A., & Espinoza, J. (2000). Manual on the nutrition and fertilization of banana. San Jose: Potash & Phosphate Institute & Corporación Bananera Nacional.
- Martinez, G., Rey, J., Pargas, R., Guerra, C., Manzanilla, E., & Ramirez, H. (2021). Efecto de sustratos y fuentes orgánicas en la propagación de banano y plátano. Agronomía Mesoamericana, 8-17.
- Masache, D. (2015). Aplicación de dos tipos de auxinas para medir el crecimiento radicular en un cebollín de banano variedad tipo Cavendish. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Machala, Unidad Académica de Ciencias Agrarias, Machala.
- Melo, L. (2016). Caracterización de los ácidos húmicos. Tesis de Posgrado, Universidad Autónoma de Chile, Instituto de Ciencias Agrícolas, Santiago de Chile.
- Mendieta, H. (2020). Los ácidos fúlvicos y su importancia en la agricultura. Agricultura Razonada, 6-9.

- Mendoza.E. (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. Tesis de grado. UTEQ, QUEVEDO - ECUADOR.
- Motato, K., Mejia, A., & Leon, A. (2016). evaluación de los residuos agroindustriales de plátano (*Musa paradisiaca*) y aserrín de abarco (*Cariniana piriformes*) como sustratos para el cultivo del hongo *Pleurotus djamo*. *Revista Vitae*, 24-29.
- Nolasco, J., Calyecac, H., Muñoz, A., Miranda , A., & Cuevas, J. (2016). Evaluación experimental de germinación y emergencia en semillas de piñón mexicano del Totonacapan. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 78-83.
- Nuñez, J. (2017). Funciones y Beneficios de los Ácidos Fúlvicos. *Revista Mydagro*, 12-18.
- Ortega , L., Sanchez, J., & Ocampo , R. (2020). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* MILL). *Ra Ximha*, 56-61.
- Ortiz, R., Moreno, E., & Valverde, J. (2013). Tecnología innovadora en el uso de citoquinas y giberelinas (Banana Plast® Tec) para incrementar la producción de banano. *Acorbat Brasil*, 56-69.
- Parra, O., Cayon, D., & Polania, J. (2019). Descripción morfoagronómica de materiales de plátano (*Musa* AAB, ABB) y banano (*Musa* AAA) cultivados en San Andrés Isla. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Facultad de Agronomía.
- Pastor, N. (2019). Utilización de sustratos en viveros. *Terra Latinoamericana*, 9-11.
- Pineda, J., & Sanchez, F. (2012). Aserrín de pino como sustrato hidropónico. I: Variación en características físicas durante cinco ciclos de cultivo. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 15-19.
- Piña, G., Laborem, G., & Surga, J. (2016). Atributos de calidad en frutos de híbridos FHIA (*Musa*) para tres ciclos de cosecha. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 45-52.
- Quesada, G. (2015). Conociendo los sustratos para sembrar. *Revista INTA*, 7-12.
- Quintero, M., Guzman, J., & Valenzuela, J. (2012). Evaluación de sustratos alternativos para el cultivo de miniclavel (*Dianthus caryophyllus* L.). Cali: Emprendedores.
- Ramos, D., Terry, E., & Soto, F. (2016). Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y Bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero. *Cultivos Tropicales*, 11-17.
- Reina , H., & Cabrera , E. (2017). Efecto de los biorreguladores del crecimiento. *Biología Celular*, 8-11.
- Restrepo , Y., & Patiño , L. (2018). Efecto de los nematodos en la cantidad y calidad de raíces y métodos de evaluación. *Revista del Instituto PolitécnicoColombiano*, 78-89.

- Rosales, L., Alvarez, M., & Vargas, A. (2020). Guía práctica para la producción de plátano con altas densidades. *Revista Biodiversity*, 61-66.
- Rosero, N., Canchignia, H., & Rodriguez, R. (2016). In vitro propagation of the Orito banana cultivar (*Musa acuminata* AA). *Biotechnología Aplicada*, 7-12.
- Salazar, R., Gonzalez, G., Vasquez, R., & Vidales Juan. (2014). Metodología para obtener ácidos húmicos y fulvicos y su caracterización mediante espectrofotometría infrarroja. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4-9.
- Sanchez, A., Vayas, T., MNayorga, F., & Freire, C. (2018). Sector Bananero Ecuatoriano. *Observatorio Economico y Social de Tungurahua*, 6-9.
- Sanchez, T., Aldrete, A., Cetina, V., & Lopez, J. (2018). Caracterización de medios de crecimiento compuestos por corteza de pino y aserrín. *Madera y Bosques*, 8-12.
- Sarcos, L. (2019). Ácidos Húmicos y Fúlvicos. *Revista FertiLab*, 3-10.
- Sierra, J. (2009). Alternativas para el aprovechamiento de cascarilla de arroz en Colombia. Tesis de Grado, Universidad de Sucre, Facultad de Agronomía, Cali.
- Soto, M. (2008). Siembra y operaciones de cultivo. *Bananos: cultivos y comercialización*. San Jose: Litografía e Imprenta LIL.
- Stoller. (2021). Ficha Técnica de X-Cyte. Guayaquil: Stone Fertilizantes.
- Umaña, G. (2016). Banano organico, propagacion y características. *Revista Digital Cultivos Tropicales*, 18-22.
- Valerio, A., Linford, H., & Garcia, E. (2012). Anatomía foliar comparada de ocho cultivares de banano con relación a la resistencia o susceptibilidad a la Sigatoka (amarilla y negra). *Agronomía Tropical*, 65-72.
- Vicencio, G., & Perez, E. (2020). Producción de composta y vericomposta a partir de los lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales de un rastro. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 9-12.
- Villanueva, O., & Mansilla, H. (2013). Efecto de auxinas y citoquininas en el cultivo de tejido de *Ahnfeltia plicata* (Hudson). *Anales del Instituto de la Patagonia*, 78-82.

16. ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesación de derechos

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte: Flores Merizalde Frixon Ricardo con C.C. 1206505800 y Lalangui Roman Yusley Estefania con C.C. 1208644458, de estado civil solteros y con domicilio en La Maná, a quien en lo sucesivo se denominará **LOS CEDENTES**; y, de otra parte, el PhD. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LAS CEDENTES es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano (*Musa spp.*) var. Williams con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Marzo 2017 – Marzo 2022.

Aprobación HCA. -

Tutor. - Ing. Macias Pettao Ramon Klever MSc.

Tema: “Evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano (*Musa spp.*) var. Williams con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LOS CEDENTES** autorizan a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LAS CEDENTES**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LAS CEDENTES** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LAS CEDENTES** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LAS CEDENTES** en forma escrita.


CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la

resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los días del mes de marzo del 2022.


Frixon Ricardo Flores Merizalde
EL CEDENTE


Yusley Estefania Lalangui Roman
LA CEDENTE

PhD. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez
EL CESIONARIO

Anexo 2. Certificado reporte de Urkund



Document Information

Analyzed document	TESIS LALANGUI YUSLEY_FLORES FRIXON.pdf (D132960994)
Submitted	2022-04-07T18:41:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	kleber.espinosa@utc.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	kleber.espinosa.utc@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / ANTIPLAGIO-GUAMANGATE JESSICA-OROVIO DORIS.docx Document ANTIPLAGIO-GUAMANGATE JESSICA-OROVIO DORIS.docx (D111537109) Submitted by: kleber.espinosa@utc.edu.ec Receiver: kleber.espinosa.utc@analysis.urkund.com		27
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / RESPUESTA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE BANANO 19 08 2021 URKUD.docx Document RESPUESTA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE BANANO 19 08 2021 URKUD.docx (D111510166) Submitted by: kleber.espinosa@utc.edu.ec Receiver: kleber.espinosa.utc@analysis.urkund.com		5
SA	urko revision.docx Document urko revision.docx (D12172105)		1
SA	TESIS TROYA (2).docx Document TESIS TROYA (2).docx (D14145818)		4
SA	MODELO TESIS Erika (1).docx Document MODELO TESIS Erika (1).docx (D126697592)		2
SA	1642454193646_Tesis2021Josselyn Santana.docx Document 1642454193646_Tesis2021Josselyn Santana.docx (D125552351)		1
SA	platanosinforme.pdf Document platanosinforme.pdf (D120885363) URL: https://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13028/3117/Respuesta%20de%20la%20aplicaci%C3%B3n%20foliar%20de%20tres%20dosis%20de%20bioestimulantes%20y%20tres%20dosis%20de%20acido%20fulvico%20en%20el%20cultivo%20de%20cebolla%20amarilla%20dulce.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2022-04-08T07:52:34.3530000		3
SA	TESIS CEDEÑO URKUD I.docx Document TESIS CEDEÑO URKUD I.docx (D14267477)		1
W	URL: http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/11271/IAcaguyr1.pdf?sequence=3&isAllowed=y		1

Anexo 3. Aval de traducción del idioma ingles



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“EVALUACIÓN DEL DESARROLLO VEGETATIVO DE PLÁNTULAS DE BANANO (*Musa spp.*) VAR. WILLIAMS CON PROPAGACIÓN A PARTIR DE YEMAS ADVENTICIAS UTILIZANDO DOS SUSTRATOS Y DOS BIORREGULADORES DE CRECIMIENTO”**, presentado por: **Flores Merizalde Frixon Ricardo y Lalangui Roman Yusley Estefania**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Agronómica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, marzo del 2022

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**JOSE FERNANDO
TOAQUIZA
CHANCUSIG**

Mg. Fernando Toaquiza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502229677

Anexo 4. Hoja de vida del docente tutor**DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE****DATOS PERSONALES****APELLIDOS:** MACÍAS PETTAO**NOMBRES:** RAMÓN KLEVER**ESTADO CIVIL:** CASADO**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 0910743285**NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES:** CINCO**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** MOCACHE, 16 DE ENERO DE 1966**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** MOCACHE, 16 DE JULIO Y ABDÓN CALDERÓN**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 0502707071 **TELÉFONO CELULAR:** 0993830407**EMAIL INSTITUCIONAL:** ramón.macias@utc.edu.ec**TIPO DE DISCAPACIDAD:** Ninguna**# DE CARNET CONADIS:****ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO SENESCYT
TERCER	INGENIERO AGRÓNOMO	21 De Diciembre De 1992	1018-02-1222-1
TERCER	LICENCIADO EN EDUCACIÓN FÍSICO MATEMÁTICO	17 De Septiembre Del 2002	1013-04-530779
CUARTO	MAGISTER EN AGROECOLOGÍA Y AGRICULTURA SOSTENIBLE	26 De Mayo Del 2014	1018-14-86048265

HISTORIAL PROFESIONAL**UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORA:**

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

INVESTIGACIÓN Y PRACTICA DE REDISEÑO.

Anexo 5. Hoja de vida de los estudiantes investigadores

Lalangui Roman Yusley Estefania

INFORMACIÓN PERSONAL

Nacionalidad: Ecuatoriana
Cédula de ciudadanía: 1208644458
Fecha de nacimiento: 27 de julio 1997
Domicilio: La Maná - El Toquillal (Lotización 16 de junio)
Teléfonos: 0959016977
Correo electrónico: yusleyestefania27@gmail.com



ESTUDIOS REALIZADOS

Segundo Nivel: Unidad Educativa “La Maná”

Superior: Universidad Técnica de Cotopaxi

TÍTULOS

- Bachiller en Ciencias

IDIOMAS

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés

CURSOS DE CAPACITACIÓN

- **Seminario: “IV Jornadas Agronómicas UTC-La Maná.”**

Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi, “Extensión La Maná”, con el aval de La Universidad Técnica de Cotopaxi.

Lugar y fecha: La Maná 14, 15 y 16 de Julio del 2021

Tiempo: 40 horas

- **Seminario: “VI Congreso Internacional de Investigación Científica UTC-La Maná.”**

Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Maná”

Lugar y fecha: Online 17, 18, 19, 20 y 21 de Enero del 2022

Tiempo: 40 horas

Flores Merizalde Frixon Ricardo

INFORMACIÓN PERSONAL

Nacionalidad: Ecuatoriano
Cédula de ciudadanía: 1206505800
Fecha de nacimiento: 1 de noviembre de 1999
Domicilio: Valencia-Cooperativa 12 de julio calle 4ta
Teléfonos: 0978925204
Correo electrónico: frixonflores.17@hotmail.com
Email institucional: frixon.flores5800@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS

Segundo Nivel: Unidad Educativa “Ciudad de Valencia”

Superior: Universidad Técnica de Cotopaxi

TÍTULOS

- Bachiller Técnico Agropecuarios “Producción Agropecuaria”

IDIOMAS

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés

CURSOS DE CAPACITACIÓN

- **Seminario:** “IV Jornadas Agronómicas UTC-La Maná.”

Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi, “Extensión La Maná”, con el aval de La Universidad Técnica de Cotopaxi.

Lugar y fecha: La Maná 14, 15 y 16 de Julio del 2021

Tiempo: 40 horas

- **Seminario:** “VI Congreso Internacional de Investigación Científica UTC-La Maná.”

Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Maná”

Lugar y fecha: Online 17, 18, 19, 20 y 21 de Enero del 2022

Tiempo: 40 horas

Anexo 6. Evidencias fotográficas

Fotografía 1. Construcción de la infraestructura



Fuente: Flores y Lalangui (2022)

Fotografía 2. Preparación de sustratos



Fuente: Flores y Lalangui (2022)

Fotografía 3. Limpieza y selección de cormos



Fuente: Flores y Lalangui (2022)

Fotografía 4. Obtención de yemas adventicias



Fuente: Flores y Lalangui (2022)

Fotografía 5. Selección de yemas para la siembra



Fuente: Flores y Lalangui (2022)

Fotografía 6. Disposición de tratamientos



Fuente: Flores y Lalangui (2022)

Fotografía 7. Dosificación de biorreguladores



Fuente: Flores y Lalangui (2022)

Fotografía 8. Aplicación de biorreguladores



Fuente: Flores y Lalangui (2022).

Fotografía 9. Masa radicular de las plantulas



Fuente: Flores y Lalangui (2022)

Fotografía 10. Limpieza de plantulas



Fuente: Flores y Lalangui (2022)

Fotografía 11. Datos de raiz de plantulas



Fuente: Flores y Lalangui (2022)

Fotografía 12. Visita del tutor del proyecto



Fuente: Flores y Lalangui (2022)

Anexo 7. Esquema de tratamientos

