



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

Trabajo de Integración
Curricular previa la obtención
del Grado Académico de
Ingeniera Agropecuaria.

Proyecto de Investigación:

“EFECTO DE LA VIGOROSIDAD DEL CORMO EN LA MULTIPLICACIÓN
VEGETATIVA DE PLÁNTULAS DE BANANO (*Musa cavendish*) VARIEDAD
WILLIAMS A NIVEL DE UMBRÁCULO”

Autor:

LADY DIANA RODRIGUES ESPINOZA

Director de Proyecto de Investigación:

DR. GREGORIO HUMBERTO VÁSCONEZ MONTUFAR

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **LADY DIANA RODRIGUES ESPINOZA**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

LADY DIANA RODRIGUES ESPINOZA

C.I. 1207660620



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montufar**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la **estudiante Lady Diana Rodrigues Espinoza**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Efecto de la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (*Musa cavendish*) variedad Williams a nivel de umbráculo**”, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas por el efecto.

Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montufar.

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN**



CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, **Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montufar**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado “**Efecto de la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (*Musa cavendish*) variedad Williams a nivel de umbráculo**”, presentado por la estudiante **Lady Diana Rodrigues Espinoza**, egresada de la Carrera Agropecuaria, que fue revisado bajo mi dirección según la resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 95% y similitud 5%, del trabajo investigativo. Válido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el reglamento.

URKUND

Documento [Lady Diana Rodrigues Espinoza.pdf \(D177383809\)](#)
Presentado 2023-10-31 01:46 (-05:00)
Presentado por Gregorio Vásconez (gvasconez@uteq.edu.ec)
Recibido gvasconez.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje Lady Diana Rodrigues Espinoza [Mostrar el mensaje completo](#)

5% de estas 23 páginas, se componen de texto presente en 6 fuentes.



Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montufar.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Efecto de la vigorosidad del corno en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano
(*Musa cavendish*) variedad Williams a nivel de umbráculo”,

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniera Agropecuaria.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Diana Verónica Véliz Zamora M.Sc.

MIEMBRO DE TRIBUNAL

Ing. Wilver Humberto Santana Alvarado, M.Sc.

MIEMBRO DE TIBUNAL

Ing. Ana Ruth Álvarez Sánchez PhD.

MOCACHE – LOS RÍOS – ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por permitirme cumplir una nueva meta en mi vida, por la salud y dedicación que me fue brindada en estos cinco años de estudio en la carrera para cumplir con éxito esta etapa que me ha ayudado a crecer en lo personal y profesional.

A mis padres y hermanos, que son los pilares de mi vida y mi principal motivación para seguir luchando todos los días por mis metas y sueños más deseados. Al Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montufar, por orientarme durante todo el proceso del desarrollo de la investigación y brindarme sus conocimientos. A los compañeros y amigos que conocí durante el proceso de la carrera y que estuvieron presentes en los momentos que más necesitaba y de alguna forma fueron parte durante el camino recorrido.

Agradezco a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, sus docentes, coordinadores y decano que me han ayudado en todo momento, sus enseñanzas serán de gran ayuda en mi vida profesional.

Lady Diana Rodrigues Espinosa

DEDICATORIA

A Dios, por bendecirme todos los días, darme salud, fuerzas para culminar esta etapa con éxito.

A mis padres Meibol y Aires, abuelos Grecia y Dionicio por el apoyo incondicional y ánimos diarios que recibía para no renunciar este logro que marca un paso más en mi vida profesional.

Este trabajo también me lo dedico a mí con valentía, esfuerzo y dedicación.

Lady Diana Rodrigues Espinoza

RESUMEN

La vigorosidad es un indicativo de calidad, la cual se emplea en los cultivares para obtener plantas con peso y alturas óptimas asegurando la producción. Es por lo consiguiente que a presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (*Musa cavendish*) variedad Williams a nivel de umbráculo, en el Campus Universitario “La Maria” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicado en el Cantón Mocache, km 7 ½ vía Quevedo, El Empalme. Empleando un Diseño completamente al azar (DCA), con tres tratamientos y 5 repeticiones, usando cormos de banano de diferentes índices de vigor, catalogándolos como T1 (Vigorosidad Baja), T2 (Vigorosidad media) y T3 (Vigorosidad alta), en los cuales se estimó, los días a la brotación y número de brotes a los 20 y 40 días, altura y diámetro de brotes a los 20 y 40 días, biomasa fresca del brote a los 40 días a nivel de umbráculo. Siendo los cormos de vigorosidad media los que registraron mayores resultados a diferencia de los demás tratamientos, obtenido mayor número de brotes en un corto periodo de tiempo, los cuales obtuvieron una mayor altura, diámetro y una mayor producción de biomasa fresca, siendo estos estándares requeridos al momento del establecimiento del cultivo a nivel de campo y así obtener plantas con mayor tasa de crecimiento y mayor productividad.

Palabras clave: Adaptabilidad; Brotes; hijuelos; Índice de vigor; Propagación;

ABSTRACT

Vigority is an indicator of quality, which is used in cultivars to obtain plants with optimal weight and height, ensuring production. It is therefore that the objective of this research was to evaluate the effect of corm vigor on the vegetative multiplication of banana seedlings (*Musa cavendish*) Williams variety at the shade level, at the “La Maria” University Campus of the Technical University. State of Quevedo (UTEQ), located in the Mocache Canton, km 7 ½ via Quevedo, El Empalme. Using a completely randomized design (DCA), with three treatments and 5 repetitions, using banana corms of different vigor indices, classifying them as T1 (low vigor), T2 (medium vigor) and T3 (high vigor), in which the days to sprouting and number of sprouts at 20 and 40 days, height and diameter of sprouts at 20 and 40 days, fresh biomass of the sprout at 40 days at shade level were estimated. Corms of medium vigor were the ones that recorded the greatest results unlike the other treatments, obtaining a greater number of shoots in a short period of time, which obtained a greater height, diameter and a greater production of fresh biomass, these being required standards. at the time of crop establishment at the field level and thus obtain plants with a higher growth rate and greater productivity.

Keywords: *Adaptability; Sprouts; young; Vigor index; Spread;*

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
TABLA DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
CÓDIGO DUBLÍN	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de la investigación	4
1.1.1. <i>Planteamiento del problema</i>	4
<i>Diagnóstico</i>	4
<i>Pronóstico</i>	4
1.1.2. <i>Formulación del problema</i>	5
1.1.3. <i>Sistematización del problema</i>	5
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	5
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	5

1.3.	Justificación	5
CAPÍTULO II.....		7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN		7
2.1.	Marco conceptual.....	8
2.1.1.	<i>Cormo</i>	8
2.1.2.	<i>Etapas de desarrollo</i>	8
2.1.3.	<i>Propagación</i>	8
2.1.4.	<i>Sustrato</i>	8
2.1.5.	<i>Umbráculo</i>	8
2.1.6.	<i>Vigorosidad</i>	8
2.2.	Marco teórico	10
2.2.1.	<i>Origen e importancias</i>	10
2.2.1.1.	<i>Taxonomía</i>	10
2.2.1.2.	<i>Descripción botánica</i>	11
2.2.1.3.	<i>Fenología del cultivo</i>	12
2.2.2.	<i>Variedad Williams</i>	13
2.2.3.	<i>Métodos de propagación de banano</i>	13
2.2.3.1.	<i>Hijos extraídos de campos de producción de musáceas</i>	13
2.2.3.2.	<i>Hijos producidos en parcelas de multiplicación</i>	13
2.2.3.3.	<i>Micro-cormos</i>	14
2.2.3.4.	<i>Propagación por yemas axilares</i>	14
2.2.3.5.	<i>Plantas provenientes de cultivo de tejido</i>	15
2.2.3.6.	<i>Prácticas claves para tener éxito para la multiplicación vegetativa</i>	15
2.2.3.7.	<i>Inducción de brotación de yemas</i>	16
2.2.4.	<i>Manejo de banano en umbráculos</i>	17
2.2.4.1.	<i>Beneficios</i>	18

2.2.4.2.	<i>Labores previas al establecimiento del umbráculo</i>	18
2.2.5.	<i>Calidad de las plantas a nivel de umbráculo</i>	21
2.2.5.1.	<i>Características morfológicas.</i>	21
2.2.5.2.	<i>Características fisiológicas.</i>	21
2.2.6.	<i>Importancia del sustrato</i>	22
2.2.6.1.	<i>Tipos de sustrato.</i>	23
2.2.7.	<i>Antecedentes de investigaciones previas</i>	24
CAPÍTULO III		26
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		26
3.1.	Localización.....	27
3.2.	Tipo de investigación.....	28
3.3.	Método de investigación	28
3.3.1.	<i>Método de observación</i>	28
3.3.2.	<i>Método comparativo</i>	28
3.3.3.	<i>Método analítico</i>	28
3.4.	Fuentes de recopilación de la investigación	28
3.4.1.	<i>Fuentes primarias</i>	28
3.4.2.	<i>Fuentes secundarias</i>	29
3.5.	Diseño experimental	29
3.5.1.	<i>Análisis de varianza.</i>	29
3.6.	Unidades experimentales	30
3.7.	Instrumentos de investigación	30
3.7.1.	<i>Selección de los cormos</i>	30
3.7.2.	<i>Tratamiento de cormos</i>	30
3.7.3.	<i>Preparación del sustrato</i>	31
3.7.4.	<i>Control de maleza</i>	31

3.7.5.	<i>Riego</i>	31
3.8.	Variables agronómicas evaluadas	31
3.8.1.	<i>Brotación (días)</i>	31
3.8.2.	<i>Altura de brotes (cm)</i>	31
3.8.3.	<i>Diámetro de brote (cm)</i>	32
3.8.4.	<i>Número de brotes (n)</i>	32
3.8.5.	<i>Biomasa fresca de los brotes (g)</i>	32
3.9.	Tratamiento de los datos	32
3.10.	Recursos humanos y materiales	32
3.10.1.	<i>Recursos humanos</i>	32
3.10.2.	<i>Materiales y equipos</i>	33
3.10.2.1.	<i>Materiales de campo</i>	33
3.10.2.2.	<i>Materiales de oficina</i>	33
CAPITULO IV		34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		34
4.1.	Brotación y número de brotes a los 20 y 40 días	35
4.2.	Altura y diámetro de brotes a los 20 y 40 días	36
4.3.	Biomasa fresca de los brotes a los 40 días (g)	38
4.4.	Análisis de correlación entre las variables evaluadas	39
CAPÍTULO V		43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		43
5.1.	Conclusiones	44
5.2.	Recomendaciones	45
CAPÍTULO VI		46
BIBLIOGRAFIA		46
6.1.	Referencias bibliográficas	47

CAPÍTULO VII.....	56
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Taxonomía del banano.</i>	11
Tabla 2 <i>Condiciones meteorológicas del Campus Universitario “La María”.</i>	27
Tabla 3 <i>Esquema de análisis de varianza (ADEVA).</i>	29
Tabla 4 <i>Descripción de los tratamientos evaluados.</i>	30
Tabla 5 <i>Días a la brotación y número de brotes a los 20 y 40 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.</i>	35
Tabla 6 <i>Altura de planta y diámetro de planta a los 20 y 40 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.</i>	37
Tabla 7 <i>Biomasa fresca de los brotes obtenidos al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.</i>	38
Tabla 8 <i>Matriz de correlación entre las variables evaluadas al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.</i>	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Cultivo de Banano (Musa cavendish).</i>	10
Figura 2 <i>Callos y plántulas de banano cv. Williams en crecimiento</i>	14
Figura 3 <i>Brotos de banano originados a partir de tejido calloso.</i>	15
Figura 4 <i>Inhibición de la dominancia apical del cormo principal.</i>	16
Figura 5 <i>Multiplicación vegetativa del cultivo de banano subgrupo Cavendish.</i>	17
Figura 6 <i>Plantines de banano a nivel de umbráculo.</i>	18
Figura 7 <i>Esquema de la Macropropagación de banano.</i>	19
Figura 8 <i>Sustrato para cultivos.</i>	22
Figura 9 <i>Mapa del Campus Universitario "La María" - UTEQ.</i>	27
Figura 10 <i>Efecto del número (A), altura (B) y diámetro de brotes (C) a los 40 días sobre biomasa del brote. Los círculos llenos representan el promedio (n = 6) de cada observación.</i>	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Análisis de varianza de los días a la brotación obtenidos al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.</i>	57
Anexo 2 <i>Análisis de varianza del número de brotes obtenidos a los 20 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.</i>	57
Anexo 3 <i>Análisis de varianza del número de brotes obtenidos a los 40 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.</i>	57
Anexo 4 <i>Análisis de varianza de la altura de brotes obtenida a los 20 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.</i>	57
Anexo 5 <i>Análisis de varianza de la altura de brotes obtenida a los 40 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.</i>	58
Anexo 6 <i>Análisis de varianza del diámetro de brotes obtenido a los 20 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.</i>	58
Anexo 7 <i>Análisis de varianza del diámetro de brote obtenido a los 40 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.</i>	58
Anexo 8 <i>Análisis de varianza de la biomasa fresca de los brotes obtenidos al día al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.</i>	58
Anexo 9 <i>Matrix sobre parámetros de crecimiento de la planta madre para obtener el índice de vigorosidad.</i>	59

Anexo 10 <i>Selección de las plantas madres de banano va. Williams</i>	63
Anexo 11 <i>Preparación del sustrato.</i>	63
Anexo 12 <i>Llenado de fundas con el sustrato.</i>	64
Anexo 13 <i>Inducción de la dominancia apical de la planta madre.</i>	64
Anexo 14 <i>Emisión de los primeros brotes.</i>	65
Anexo 15 <i>Intervención del tutor en la fase de toma de datos.</i>	65
Anexo 16 <i>Medición de las variables de crecimiento</i>	66
Anexo 17 <i>Peso de la biomasa fresca en balanza analítica.</i>	66
Anexo 18 <i>Croquis de la distribución de los tratamientos.</i>	68

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Efecto de la vigorosidad del corno en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (<i>Musa cavendish</i>) variedad Williams a nivel de umbráculo.				
Autor:	Lady Diana Rodrigues Espinoza				
Palabras clave:	Adaptabilidad	Brotos	Hijuelos	Índice de vigor	Propagación
Editorial:	UTEQ, 2023				
Resumen:	<p>La vigorosidad es un indicativo de calidad, la cual se emplea en los cultivares para obtener plantas con peso y alturas óptimas asegurando la producción. Es por lo consiguiente que a presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la vigorosidad del corno en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (<i>Musa cavendish</i>) variedad Williams a nivel de umbráculo, en el Campus Universitario “La Maria” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicado en el Cantón Mocache, km 7 ½ vía Quevedo, El Empalme. Empleando un Diseño completamente al azar (DCA), con tres tratamientos y 5 repeticiones, usando cormos de banano de diferentes índices de vigor, catalogándolos como T1 (Vigorosidad Baja), T2 (Vigorosidad media) y T3 (Vigorosidad alta), en los cuales se estimó, los días a la brotación y número de brotes a los 20 y 40 días, altura y diámetro de brotes a los 20 y 40 días, biomasa fresca del brote a los 40 días a nivel de umbráculo. Siendo los cormos de vigorosidad media los que registraron mayores resultados a diferencia de los demás tratamientos, obtenido mayor número de brotes en un corto periodo de tiempo, los cuales obtuvieron una mayor altura, diámetro y una mayor producción de biomasa fresca, siendo estos estándares requeridos al momento del establecimiento del cultivo a nivel de campo y así obtener plantas con mayor tasa de crecimiento y mayor productividad.</p>				
Abstract	<p>Vigourity is an indicator of quality, which is used in cultivars to obtain plants with optimal weight and height, ensuring production. It is therefore that the objective of this research was to evaluate the effect of corm vigor on the vegetative multiplication of banana seedlings (<i>Musa cavendish</i>) Williams variety at the shade level, at the “La Maria” University Campus of the Technical University. State of Quevedo (UTEQ), located in the Mocache Canton, km 7 ½ via Quevedo, El Empalme. Using a completely randomized design (DCA), with three treatments and 5 repetitions, using banana corms of different vigor indices, classifying them as T1 (low vigor), T2 (medium vigor) and T3 (high vigor), in which the days to sprouting and number of sprouts at 20 and 40 days, height and diameter of sprouts at 20 and 40 days, fresh biomass of the sprout at 40 days at shade level were estimated. Corms of medium vigor were the ones that recorded the greatest results unlike the other treatments, obtaining a greater number of shoots in a short period of time, which obtained a greater height, diameter and a greater production of fresh biomass, these being required standards. at the time of crop establishment at the field level and thus obtain plants with a higher growth rate and greater productivity.</p>				
Descripción:	(79) hojas A4, A4, 21x29.7 cm + CD-ROM				
URL:	(En blanco hasta cuando se disponga los repositorios)				

INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa cavendish*) variedad Williams es un cultivo perenne de rápido crecimiento que puede sembrarse todo el año dependiendo de las condiciones ambientales, adaptado a climas tropicales y subtropicales, y actualmente es uno de los cultivos más exportados en el mundo, seguido de la piña, café, cacao y esto se debe a su valor nutricional, así como a los millones de puestos de trabajo que crea (1).

A nivel mundial, los países más importantes dedicados a la producción de millones de hectáreas son India, Ecuador, Colombia, Costa Rica, y gran parte de la fruta producida se exporta a países como Estados Unidos, Rusia y la Unión Europea. En Ecuador miles de hectáreas anuales. Entre ellas, las provincias de El Oro, Los Ríos y Guayas son excelentes en cuanto a siembra y producción, produciendo cerca de 400 millones de cajas y enviándolas a países musulmanes, la Unión Europea y Estados Unidos (2).

El problema que enfrentan muchos productores de banano es la mala calidad de la fruta en la cosecha, lo que significa un bajo rendimiento, y esto se debe a que las plantas no cumplen con los requisitos de plantación durante la selección, lo que resulta en un retraso en la formación de cormos y un bajo rendimiento de las plántulas, lo que a menudo se ve influenciado por el clima, el suelo y los efectos nutricionales de varios factores, como la nutrición, que limitan la producción efectiva de cormos.

La vigorosidad de los cormos es importante porque determina la calidad de las próximas plantas. La propagación de un cormo débil puede causar problemas fisiológicos a la planta, enfermedades, problemas de absorción de nutrientes y producir racimos más pequeños (3), cuando el cormo posee buenos atributos de vigorosidad o es más adecuado para el trasplante, debe tener una base de hoja seca., y tiene yemas vegetativas encima, esto será señal de que los cormos pueden ser removidos de la planta madre y plantados en la plantación (4).

El cultivo de banano a nivel de umbráculo puede reducir o mantener los costos de producción en comparación con la siembra directa de cormo en el suelo, ya que se puede mantener bajo umbráculo de seis a ocho semanas, manteniendo las plantas sanas, vigorosas y vigorosas. Así como las enfermedades causadas por un trabajo de campo mal realizado, mantenga una regulación uniforme entre plantas a nivel de umbráculo (5).

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (*Musa cavendish*) variedad Williams a nivel de umbráculo, con la finalidad de que los productores del sector bananero sobre como una adecuada vigorosidad en el cormo puede definir la calidad de la planta y que sirva como guía para futuras investigaciones.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Como muchos países en desarrollo, Ecuador tiene una comprensión clara de los métodos tradicionales de propagación de cultivares de banano, pero nuevamente sufre porque los pequeños productores minoristas no tienen acceso a las semillas (cormos) que tienen. Las condiciones ideales de producción son las mismas (6).

Uno de los problemas que actualmente aqueja a la industria bananera es la mala calidad de las plantas y esto es debido a que al momento de la selección no se tiene en cuenta los parámetros de calidad requeridos para la selección de las futuras plantas madres esto hace que muchas siembras se retrasen (7).

Determinar el nivel de vigorosidad requerido para la siembra es importante para que la industria minorista del banano se beneficie del material de siembra ideal que garantice una buena producción. Es por ello que un cultivo a nivel de umbráculo es una de las opciones para minimizar los riesgos de producir hijuelos con el peso con estándares de calidad bajos que da como resultado un raturning desbalanceado debido a las malas prácticas agrícolas que ejercen los productores ecuatorianos, producir cultivos a nivel de umbráculos es asegurar una buena producción con hijuelos vigorosos libre de plagas, enfermedades.

Diagnóstico.

De acuerdo con el problema identificado, si no se conoce el grado de vigorosidad requerido de las semillas (cormos) de banano, la eficiencia de los cormos durante la propagación disminuirá, provocando una germinación prematura de las semillas lo que significa que se reduce el poder germinativo y productivo de los cormos.

Pronóstico.

Mediante esta investigación lo que se quiere lograr es identificar como los distintos grados de vigorosidad dentro de un umbráculo pueden tener efecto en el comportamiento de los brotes de banano es decir cuál de estos puede ser empleado para poder propagar y así mantener una producción uniforme generando plantines que estén aptos para resiembras, etc.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál será el efecto de la vigorosidad en los cormos de banano (*Musa cavendish*) de la variedad William mediante la multiplicación vegetativa a nivel de umbráculo?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuál será la capacidad de brotación de las plantas de banano inducidas a nivel de umbráculo?

¿Qué diámetro y que longitud presentaran las de los brotes de banano mediante distintas vigorosidades a nivel de umbráculo?

¿Cuál será la biomasa fresca de los brotes de banano mediante distintas vigorosidades a nivel de umbráculo?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la vigorosidad del corno en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (*Musa cavendish*) variedad Williams a nivel de umbráculo.

1.2.2. Objetivos específicos

- Comparar la capacidad de brotación de cormos de distinta vigorosidad obtenidos de plantas de banano variedad Williams
- Evaluar la longitud y diámetro de los brotes de cormos de distinta vigorosidad obtenidos de plantas de banano variedad Williams.
- Determinar la biomasa fresca de los brotes de cormos de distinta vigorosidad obtenidos de plantas de banano variedad Williams.

1.3. Justificación

Con 500 mil millones de hectáreas disponibles para cultivo, el banano es uno de los cultivos más importantes del mundo, Ecuador es uno de los principales exportadores de banano, y si

bien se encuentra distribuido en tres regiones el 90% de la producción total se centra en la región costa específicamente en las provincias de Guayas, Los Ríos y el Oro.

Algunos por mantener la creencia de que, a mayor tamaño de semilla, mayor será el tamaño del racimo, siembran cormos más grandes o toda la cepa de una planta, incluyendo a los cormos de la madre, hijos y nietos, que en su conjunto pueden llegar a pesar más de 50 libras. Esto incide en los costos de producción, sobre todo cuando hay que trasladarlos en vehículos grandes, trasegarlos a vehículos menores, bestias de carga, botes u otras formas de transporte. Lo anterior se vuelve crítico cuando se programan siembras a densidades de 2000 o más plantas por hectárea. Una alternativa viable es establecer umbráculos cerca de las parcelas a sembrar y producir plantas a partir de cormos.

Tradicionalmente, los cormos que pesan entre 2 y 6 kg se utilizan para crear parcelas de banano. Algunos creen que cuanto más grande es la semilla, mayor es el tamaño del racimo, luego los cormos más grandes o los tallos de plantas enteras, incluidos los cormos de la madre, la descendencia y los nietos, que pueden sumar más de 50 libras. Una alternativa útil es instalar umbráculos cerca de la parcela de plantación y cultivar plantas a partir de cormos y así obtener hijos vigorosos libre de agentes biológicos que producen daños dentro de una plantación (8).

Teniendo en cuenta que el banano es pieza clave en la economía del Ecuador y sustento de mucha familias, es necesario que los pequeños, medianos y grandes productores conozcan que la causa de pérdidas en la producción se debe a la mala calidad del cormo y esto es debido a que este no ha alcanzado el grado de vigorosidad que se requiere para ser trasplantado dentro de la plantación, dando problemas a futuro para la siembra o resiembra, el debilitamiento del sistema radicular, la falta de absorción de nutrientes y debilitamiento del pseudotallo (9).

La finalidad de este proyecto de investigación poder ver como los distintos grados de vigorosidad pueden intervenir en los procesos morfo-fisiológicos del cultivo de banano a nivel de umbráculo y así poder contribuir con información actualizada a miles de productores dedicados a la siembra y producción de banano y que sirva además como una guía para futuras investigaciones que contribuyan aún más al sector agrícola del Ecuador.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Cormo

Cormo, brote, o hijuelo es el cuerpo vegetativo de una planta de banano formado por raíces, tallos y hojas que se trasplantan para producir nuevas plantas (10).

2.1.2. Etapas de desarrollo

En las plantaciones de cultivos, como las de plátano, se llevan a cabo tres etapas iniciales que se llevan a cabo durante la germinación, la reproducción cuando aparecen las flores de primordio y el fruto en ese momento es cuando se fecunda la flor. (11).

2.1.3. Propagación

Se trata de multiplicar el material extraído de una plantación de banano, es decir, los bulbos o partes vegetativas en las que se pueden producir raíces, que típicamente son los hijuelos o cormos y las yemas axilares que se obtienen a través de los hijuelos espada (11).

2.1.4. Sustrato

El material orgánico utilizado en los umbráculos para colocarlo en la cubierta con semillas y agua mantiene la humedad y ayuda al sistema radicular de las semillas porque contienen material vegetal descompuesto que permite la liberación de los nutrientes absorbidos por las raíces (11).

2.1.5. Umbráculo

Es un espacio de terreno amplio destinado al crecimiento y reproducción de plantas medicinales, ornamentales, frutales y forestales que serán utilizadas en plantaciones agroforestales y forestales (12).

2.1.6. Vigorosidad

Proporciona información sobre el porcentaje de órganos funcionales en todos los árboles vivos. Se dice que una planta tiene buen vigor cuando tiene un follaje denso, un color verde intenso y una amplia cobertura de dosel; un árbol tiene vigor regular cuando tiene follaje

menos denso, de color verde seco a amarillento y follaje medio; y tiene poco vigor cuando el follaje es amarillo, escaso y de hojas débiles (13).

2.2. Marco teórico

2.2.1. Origen e importancias

El Banano es una de las plantas más importantes en todo el mundo, originaria del sudeste asiático y parte de África, una de las primeras plantas domesticadas por humanos. Hoy es una de las culturas con el mayor peso en el nivel de exportación, entre los países, que son la producción de este tipo de cosecha, Ecuador, Costa Rica, Filipinas, el Caribe y Camerún. Los bananos han viajado en un ido desde que fue domesticado por el presente, aunque, aunque ha sido domesticado, todavía se puede encontrar en el estado salvaje como en Filipinas y en Nueva Guinea (14).

En Ecuador, el banano es una de las plantas más ponderadas, que, gracias a la cosecha, ya que estas causas de la causa del sector público y privado, entre las provincias que están más fuera de este tipo de plantas, que son guayas, que son ríos y oro; Las variedades que se producen más incluyen la variedad Cavendish de Valery y Williams (15).

Figura 1

Cultivo de Banano (Musa cavendish) en óptimas condiciones productivas.



Fuente: (16).

2.2.1.1. Taxonomía.

A continuación, en la (Tabla 1), se describe la clasificación taxonómica correspondiente al cultivo de banano.

Tabla 1*Taxonomía del banano.*

Rango taxonómico	Nombre
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Zingiberales
Familia:	<i>Musaceae</i>
Genero:	<i>Musa</i>
Especie:	<i>M. cavendish</i>
Nombre científico:	<i>Musa cavendish.</i>

Fuente: (17).

2.2.1.2. Descripción botánica.

El Banano propiedad de la familia *Musaceae*, la variedad actualmente disponible es el resultado del cruce con especies salvajes como *Musa acuminata* (AA) y *Musa balbisiana* (BB), uno de los grupos más importantes y utilizado por varios países de exportación es el trípode AAA, que comúnmente se conoce como Cavendish consiste en clones estériles y partenocordio (18). Es una planta herbácea con frutos en racimos. Esta planta consta de dos partes subterráneas, el cormo o semilla se encarga de la formación de raíces, yemas secundarias y yemas profundas, y la otra parte es el pseudotallo, que está formado por hojas, primordios florales y flores (18). Su tamaño varía de una especie a otra, y su valor nutricional se destaca por un alto índice de carbohidratos, proteínas y vitamina A, además de elementos como el potasio, el magnesio y ácido fólico. A continuación, se describe los órganos que conforman una planta de banano (19):

- a) **Raíz.** A menudo son fibrosas y, según el tipo de suelo y las condiciones climáticas, estas raíces pueden extenderse a grandes profundidades.
- b) **Tallo.** Este tipo de cultivo no tiene tallo como otros tipos de cultivos, sino que se llama pseudotallo, que es un enorme rizoma subterráneo almidonado que crece hasta la madurez, la cual se determina cuando aparece el primordio floral, de abajo hacia arriba.

- c) **Hojas.** Las hojas constan de una vaina, un pecíolo grueso y un limbo; Normalmente, una planta puede tener hasta 40 hojas a lo largo de su vida.
- d) **Flor.** Las flores son amarillas, cada una con 7 estambres y 3 pistilos, en la parte inferior del ovario los pistilos forman un fruto rectangular parecido a un pepino, y cada grupo forma un mano.
- e) **Corona.** Aparece durante la floración y mide de 5 a 6 cm de diámetro y produce racimos o frutos de 1 a 2 m de largo, de color púrpura y cubiertos de un polvo blanco polvoriento.
- f) **Fruto.** Los frutos crecen en racimos y son largos y esféricos. En su interior hay una pulpa carnosa. La corteza puede ser amarilla, morada, roja, etc. dependiendo de la raza. El centro de toda la fruta contiene semillas negras comestibles. Hay muchos tipos de carne. El color depende de la variedad y calidad del fruto, y su grosor y cantidad depende de la dieta y las condiciones de siembra.

2.2.1.3. Fenología del cultivo.

Las fases fenológicas correspondiente al cultivo de banano se describen a continuación:

a) Fase infantil.

Esta es la etapa que inicia desde el momento en que la planta brota. Un pájaro que siembra cebollas debe esperar un tiempo prudencial hasta que aparezca la descendencia. El desarrollo de yemas está influenciado por la planta madre. En general, la altura de la descendencia puede ser de 50 cm cuando crece en buena forma, una hoja con un ancho de 10 cm ya no depende de la madre, y todo el proceso dura alrededor de 104 días (20).

b) Fase juvenil.

Esta es la segunda etapa y obviamente está relacionada con el desarrollo de las plantas, en esta etapa comienzan a producir nuevas hojas, el número de hojas y el desarrollo de la planta está relacionado con los nutrientes suministrados al cultivo en esta etapa, generalmente En términos generales, las plantas tienen entre 10 y 50 días, durante todo el proceso de desarrollo, que dura alrededor de 91 días, se deben formar de 13 a 20 hojas. (20).

c) Fase reproductiva.

Esta es la última etapa, el momento en que aparecen los primordios foliares, es en esta etapa que se detiene la aparición de hojas, es en esta etapa que se ven los resultados de la fertilización, gracias a lo cual se identificará si el racimo se comercializa según sea necesario, normalmente tarda 84 días en cosecharse (20).

2.2.2. Variedad Williams

Es un cultivo de alto rendimiento y alta calidad de frutos, es una planta semi-enana con pseudotallos fuertes, un sistema radicular grande y no se vuelca fácilmente, se ha adaptado a un clima con una temperatura de 26°C y tiene una larga vida útil. crecimiento y desarrollo a largo plazo (21).

2.2.3. Métodos de propagación de banano

Actualmente, existen cinco métodos más comunes de propagación del banano, cada uno de los cuales requiere un proceso que es esencial para lograr una buena propagación vegetativa.

2.2.3.1. Hijos extraídos de campos de producción de musáceas.

Una planta de banano produce hijos los cuales brotan de temas de la planta madre, por lo general existen dos tipos de hijos los secundarios y profundos, estos cormos deben ser extraídos y reubicarlos de nuevo para establecer nuevas plantaciones. Debe ser extraído de manera cuidadosa para evitar que exista daños (22).

2.2.3.2. Hijos producidos en parcelas de multiplicación.

Cuando las plantas de banano entran en el inicio de la floración, es decir, cuando las plantas están listas para producir primordios florales, se decapita para desarrollar mejor la descendencia y detener el proceso de enjambrazón (22).

Dichas técnicas deben llevarse a cabo en parcelas o parcelas con alta densidad para producir progenie de alta calidad en suelos con propiedades óptimas libres de plagas y enfermedades. Cortar las plantas listas para la fertilización produce de 10 a 20 cogollos con propiedades beneficiosas (22).

2.2.3.3. *Micro-cormos.*

Los Micro-cormos son pequeños descendientes cónicos que pesan entre 200 y 300 g. Fueron extraídos para crear nuevas tierras o para cubrir espacios vacíos en plantaciones establecidas. Estas crías se pelan y se tratan con fungicida, luego se colocan en bolsas de sombra y se cubren con sustrato. Después de 8 semanas, las plantas han alcanzado el tamaño adecuado, es decir, de 30 a 40 cm, y se seleccionan según el tamaño y el número de hojas en la sombra para obtener un rendimiento uniforme (22).

Figura 2

Callos y plántulas de banano cv. Williams en crecimiento



Fuente: (23).

2.2.3.4. *Propagación por yemas axilares.*

Las hojas de los hijos de espada de un tamaño y peso medio se cortan con cuidado para revelar los cogollos situados en la base de las hojas. Estos cogollos se cortan cuidadosamente y luego se colocan en el interior para estimular su maduración y la formación de nuevos cogollos (22).

Las yemas extraídas se cubren con aserrín y se humedecen en una cámara plástica con suficiente humedad durante algunas semanas, luego se colocan en bolsas llenas de sustrato limpio y se dejan durante 1-2 meses para ser trasplantadas permanentemente en el campo (22).

Figura 3

Brotos de banano originados a partir de tejido calloso.



Fuente: (24).

2.2.3.5. Plantas provenientes de cultivo de tejido.

La micropropagación se realiza tomando progenie de un área libre de enfermedades (como la mancha foliar o BSV), esterilizándolas y colocándolas en un área estéril. Los meristemas se extraen individualmente y se colocan en medio de enraizamiento, se producen hasta 20 nuevos meristemas, se intenta obtener hasta 2000 plantas in vitro con suficiente material vegetal, se extraen y limpian los meristemas y se agrupan por tamaño y forma en bandejas., utilizar 7 semanas para que crezcan y alcancen condiciones óptimas, es en un lugar fresco sin mucha humedad y luz (22).

2.2.3.6. Practicas claves para tener éxito para la multiplicación vegetativa.

Para tener éxito en la propagación de los cormos se deben tener en cuenta los siguientes puntos (22):

- Extraer los cormos de plantaciones libres de BSV o mal de Panamá, hongos, nematodos e insectos depredadores.
- Marcar plantas con buena aglomeración para orientar futuras plantas ya que tienen buenas características.
- Propagación en laboratorio mediante el método de yema axilar.
- No realizar la extracción de plantas viejas.

2.2.3.7. *Inducción de brotación de yemas.*

Este método implica eliminar el dominio de las puntas, por lo que se considera la tecnología más simple y los fabricantes pueden utilizarla fácilmente para la producción en masa. Tradicionalmente, los cormos o semillas se obtienen de plantaciones comerciales utilizadas para la producción de frutas; Esta operación debe realizarse con cuidado, ya que la eliminación constante de los cormos en el área de producción puede reducir significativamente el rendimiento. Sin embargo, si el productor desea obtener cormos de una plantación comercial, se recomienda seleccionar plantas madre con características específicas según su genotipo, especialmente aquellas con buena forma, tamaño, buena capacidad de carga y bulbos sin daños (25).

El potencial de producción de los cormos de *Musaceae* es alto y corresponde al número de hojas que produce la planta durante su ciclo productivo (38 a 42 hojas). Sin embargo, no se deben utilizar más de 5 a 10 bulbos por planta por ración, lo que representa el 25% del potencial de producción del (25).

Figura 4

Inhibición de la dominancia apical del cormo principal, con el fin de inducir los brotes laterales.



Fuente: (24).

2.2.4. Manejo de banano en umbráculos

Los umbráculos son instalaciones más sencillas, de menor costo inicial y de mantenimiento. En su construcción se pueden utilizar diversos materiales, pero el más común es el uso de tubos galvanizados, sobre los que se coloca una red plástica para dar sombra. Las persianas maltratadas suelen estar hechas de polipropileno, polietileno o cloruro de polivinilo, que también difieren en la forma del tejido, el color y otros aditivos que afectan la resistencia y la durabilidad (26).

Este tipo de planta es actualmente la más común en muchas plantaciones de países como Cuba, lo que ha permitido aumentar significativamente el rendimiento productivo, que actualmente tiene un potencial de producción de 6 millones de plantas. El local está ubicado cerca de la plantación, lo que facilita las tareas de aclimatación (26).

Figura 5

Multiplicación vegetativa del cultivo de banano subgrupo Cavendish.



Fuente: (27).

El manejo de banano en alta densidad nos obliga a buscar soluciones a los efectos que causa esta práctica por la competencia de luz, agua y nutrientes. Es por eso que debemos tener plantas uniformes y genéticamente bien definidas. Dos prácticas que nos permiten lograr esto es el manejo de nuestras siembras en umbráculos y el uso de cultivos de meristemas (28).

El costo de manejo es igual o menor, ya que con esta actividad nos ahorramos de 6 a 8 semanas de manejo en el campo definitivo y a su vez, se tiene un mejor control de plagas, enfermedades y malezas, evitando tener que controlarlas en un área mayor por dos meses de vida (28).

Figura 6

Plantines de banano a nivel de umbráculo, bajo condiciones controladas.



Fuente: (29)

2.2.4.1. Beneficios

Los beneficios clave incluyen (8):

- Mayor oferta de semilla de buena calidad y capacidad para implementar técnicas como la alta densidad vegetal.
- Menores costos para los productores que quieran actualizar o aumentar su área de producción y uniformidad en el desarrollo de la plantación.

2.2.4.2. Labores previas al establecimiento del umbráculo.

Las labores previas son parte importante del acondicionamiento y buen desempeño de los cultivos es por lo consiguiente que se detallan las labores culturales del cultivo de banano dentro un umbráculo:

a) Recolección de los cormos.

En la cosecha, recoger los cormos en cada sitio de plantación, dejar una yema en cada sitio, recolectar los brotes más desarrollados con un peso promedio de 0.5 kg, colocarlas en bolsas para plantas y luego colocarlas en el espacio de las raíces (30).

b) Limpieza y desinfección del cormo.

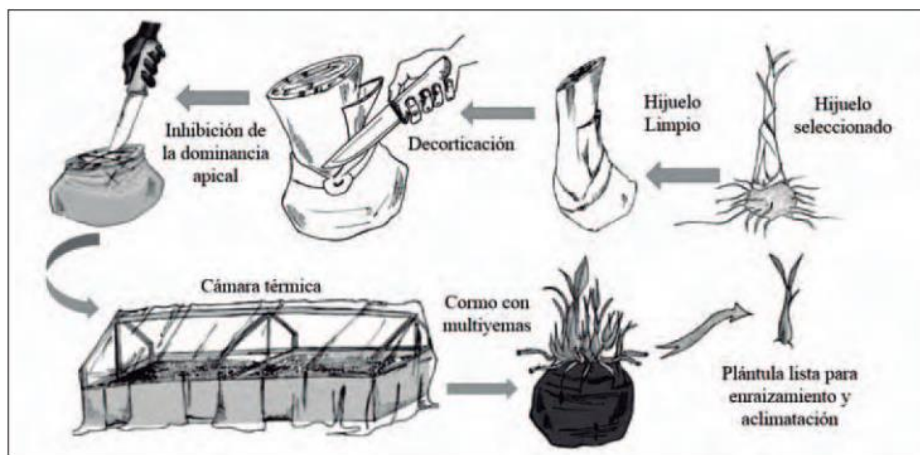
El desbroce se debe realizar con machete para eliminar el exceso de raíces muertas rizadas. Independientemente del método de propagación utilizado, se requiere desinfección antes del establecimiento del semillero (30).

c) Siembra de los cormos.

Los cormos pueden sembrarse directamente en el campo o colocarse en lechos de raíces para optimizar aún más su calidad, luego sembrarse en bolsas de sombra y agruparse por tamaño (30).

Figura 7

Esquema de la Macropropagación en banano.



Fuente: (24).

d) Establecimiento del umbráculo.

Para que un umbráculo de Musáceas tenga éxito se recomienda que esté un 50% de luz y el otro 50% de sombra. Las bolsas deberán colocarse en las calles de 50 cm de ancho para facilitar la labor cultural a realizar, clasificadas por tamaño y peso. Una vez que estén en hileras, aplique un fertilizante foliar según las instrucciones del producto y la etiqueta (30).

e) Manejo del agua.

El umbráculo debe dotarse de un sistema de riego que sea por goteo o por microaspersión para evitar que las plantas sufran magulladuras, y así permitir un desarrollo más rápido evitando el exceso de maleza (11).

f) Fertilización.

Aplicar un fertilizante que contenga 20 g de nitrógeno y 40 g de potasio al menos dos veces por semana durante unos 3 meses, evitando el uso de herbicidas o nematocidas (11).

g) Control de maleza.

Se recomienda el control manual porque el uso de herbicidas puede provocar una acidificación del sustrato, lo que degrada las plántulas, ya que es muy sensible a cualquier tipo de agroquímicos salados (11).

h) Manejo de plagas y enfermedades.

Para este trabajo se recomiendan como medida preventiva productos post-siembra, se suelen utilizar productos que contienen clorpirifos, pero para enfermedades se recomiendan fungicidas orgánicos o protectores bajos en residuos (11). Las plagas y enfermedades son un problema de larga data para los productores de banano y los genetistas. Si no se controlan bien, pueden multiplicarse y destruir millones de hectáreas de plátanos. Por lo tanto, la siguiente tabla describe las plagas y enfermedades más importantes. y enfermedades en las plantaciones bananeras. A continuación, se describen las plagas y enfermedades de importancia económica en el cultivo del banano (31):

- **Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*).** Presencia de una pudrición suave a una pudrición apestosa en el rizoma, crecimiento atrofiado y presencia de clorosis en las hojas.
- **Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*).** Los primeros síntomas son la presencia de puntos color pardo en el envés de la hoja hasta irse expandiendo formando estrías desde la nervadura de la hoja hasta los bordes hasta desarrollarse formar conidios y generar grandes machas denomina quema en la hoja
- **Mancha cordana (*Cordana Musae*).** Son manchas ovales en forma de anillos las cuales son de color pardo que alrededor de esta se presenta un halo amarillo.
- **Moko (*Ralstonia solanacearum*).** Se presenta un marchitamiento y amarillamiento de toda la planta, las hojas y flores se secan y se degeneran, presentan en los bordes de todas las hojas una quema excesiva, dedos de los racimos deformes.

- **Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum*).** Amarillamiento de las hojas adultas por todo el margen de la hoja, hasta formar una gran quema y presentar además agrietamiento en el pseudotallo.

2.2.5. Calidad de las plantas a nivel de umbráculo

La calidad de los cultivos es el potencial para adaptar y desarrollar el control del clima y la presencia de control, en donde influyen varios factores genéticos de la planta y de las técnicas de propagación que se empleen dentro del umbráculo (32).

2.2.5.1. Características morfológicas.

La morfología de la planta depende en parte de la fisiología de la planta, las diferentes condiciones ambientales y el tipo de práctica realizada en el umbráculo. Los parámetros morfológicos incluyen (32):

- a. La altura.** Este parámetro puede verse afectado por el grado de alimentación y riego de las plantas y dependerá en gran medida de su grado de vitalidad en el momento de su introducción definitiva en el campo.
- b. El diámetro.** Este parámetro puede predecir la supervivencia del cultivo en el campo; un buen diámetro indica un sistema de raíces de planta adecuado.
- c. El peso.** La biomasa es un indicador de supervivencia en el campo, si el peso es mayor al valor establecido, significa que la calidad de la planta es buena.

2.2.5.2. Características fisiológicas.

Las características fisiológicas se refieren al estado de la planta cuando se evalúan parámetros morfológicos, los cuales pueden determinar la diferencia entre plantas en condiciones óptimas y plantas deficientes, entre los cuales los parámetros fisiológicos incluyen (32):

- a. Crecimiento potencial de la raíz.** El enraizamiento es un signo de calidad de la planta, y si el enraizamiento es abundante, la planta será más vigorosa y así se optimizará el crecimiento y la uniformidad de los cultivos.

- b. Contenido de humedad.** El estado hídrico de los cultivos es muy complejo y está relacionado con el tipo de sustrato, la temperatura y la porosidad. Un desequilibrio provocará estrés hídrico, impedirá que las plantas asimilen CO_2 , reducirá la fotosíntesis y provocará la muerte de las plantas.
- c. Contenido nutricional.** Si la tasa de alimentación de la planta es limitada, se espera que la planta se vuelva deficiente en nutrientes. Es uno de los parámetros más importantes durante la formación del cultivo, ya que será el encargado de favorecer el crecimiento óptimo de la planta, por lo que es necesario conocer la cantidad de nutrientes que hay en el sustrato para realizar una fertilización foliar utilizando orgánico o fertilizante convencional para equilibrarlos.

2.2.6. Importancia del sustrato

El sustrato en fase de sombra es muy importante porque es una garantía para la fase inicial de la posterior plantación. El sustrato debe proporcionar suficientes nutrientes para estimular el crecimiento de las raíces. Existen diferentes combinaciones, cada una de las cuales produce una reacción. Tiene un efecto positivo en la formación del equilibrio en las plántulas (33).

Figura 8

Preparación del sustrato prellenado de fundas para el correcto desarrollo de platines de banana variedad Williams.



Fuente: (34).

El sustrato es la incorporación de varias materias que generen una calidad nutritiva capaz de hacer desarrollar los cormos para la futura plantación es por ello que el sustrato contiene los siguientes compuestos (35):

- Suelo: Preferiblemente franco suelto y tamizado.
- Arena: preferentemente arena de río, lavada, filtrada y tamizada.
- Fibras y residuos vegetales: estos materiales se agregan para mantener una humedad óptima del aire con el fin de ampliar aún más la capacidad de aireación de las raíces de la planta, puede ser: estiércol de gallina, enzimas del polen, turba, fibras de coco, cascarilla de café o cascarilla de cacao y arroz

El sustrato debe ser tratado para evitar la propagación de hongos o bacterias que dañen las plántulas, por lo que existen dos tipos de tratamientos químicos: Este tipo de tratamiento se puede realizar mediante gasificación con Dezomet, aunque existen otros métodos como agua, agua caliente. o utilice ingredientes orgánicos frescos. Tratamiento solar: Cubrir el sustrato con plástico transparente hasta por 6 semanas y exponerlo a la luz solar para generar altas temperaturas y prevenir la propagación de plagas y enfermedades (35).

2.2.6.1. Tipos de sustrato.

Los tipos de sustratos adecuados para el cultivo de banano en invernaderos o umbráculos son:

a) Tierra agrícola.

Para evitar problemas de plagas, lo ideal es que la tierra utilizada como sustrato sea esterilizada u obtenida de una zona libre de plantas de *Musa*, y que tenga un buen drenaje y un óptimo desarrollo radicular. Generalmente se prepara una mezcla de tierra, arena y fibras vegetales (1:1:1) (36).

b) Arena.

El tipo de arena que mejores resultados da es la arena de río. Su rango de tamaño de partícula más adecuado es de 0.5 a 2 mm de diámetro. Su densidad aparente se asemeja a la grava. Su capacidad de retención de agua es media (20% en peso, más de 35% en volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo debido a la compactación; su capacidad de

intercambio catiónico es cero. Su contenido de piedra caliza del 8-10% es relativamente común. Ciertos tipos de residuos deben lavarse previamente. Su valor de pH oscila entre 4-8 y su durabilidad es alta (12).

c) Gallinaza.

La gallinaza es la principal fuente de nitrógeno, el aporte que da es en mejorar las características de la fertilidad del suelo con nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro. Dependiendo de su origen, puede aportar otros materiales orgánicos en mayor o menor cantidad; la mejor gallinaza es de cría de gallinas ponedoras bajo techo y con piso cubierto (36).

d) Cascarilla de café.

La cascarilla de café mejora la estructura física del abono orgánico, promueve la aireación, absorbe agua y filtra los nutrientes del suelo; También es beneficioso aumentar la actividad macro y microbiana del estiércol y del suelo, al tiempo que estimula el desarrollo de sistemas de raíces de plantas uniformes y abundantes. La cáscara de arroz es rica en sílice, lo que hace que la planta sea más resistente a los ataques de plagas y enfermedades (36).

e) Humus de lombriz.

El humus de lombriz es un fertilizante orgánico 100% natural producido a partir del compostaje de desechos orgánicos utilizando lombrices rojas de California. Tiene propiedades que mejoran la porosidad y la retención de humedad, aumentan las colonias bacterianas y no causa problemas en caso de sobredosis (12).

La acción de las lombrices aporta valor al sustrato, convirtiéndolo en un fertilizante completo y eficaz que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Tiene un aspecto terroso, suave e inodoro que permite un mejor manejo durante su uso, y debido a su estabilidad no provoca fermentación ni deterioro (12).

2.2.7. Antecedentes de investigaciones previas

Aristizábal (9). Evaluó el efecto de almacenar material de siembra sobre el crecimiento y producción de banano, utilizando cormos de plantas sanas y libres de tejido necrosado, usando la mitad de ellos sumergiéndolos por 60 min en una solución de 15 g de carbofurán

y 20 g de manzate en 10 L de agua. Encontrando que el almacenamiento del cormo reduce el crecimiento de la planta sin afectar la severidad de la Sigatoka del banano, igualmente reduce de forma severa y significativa el peso del racimo y el tamaño de dedo; no obstante, el tratamiento preventivo del cormo tiene efecto positivo en el crecimiento y producción de la planta, aunque no reduce el daño causado por el envejecimiento del material de propagación.

Alcívar & Tuarez (37). Evaluaron la influencia del tamaño de cormo, Bencilaminopurina y el tipo de plástico sobre la tasa de multiplicación del banano en cámara térmica, desarrollando dos experimentos separados. En donde los resultados arrojaron que el color de plástico negro fue efectivo para reducir el tiempo de brotación de los cormos, pero no para incrementar la tasa de multiplicación con relación al plástico transparente. Los cormos madres cosechados alcanzaron la mayor tasa de multiplicación individual con 35 plántulas. Los cebollines lograron la mayor tasa de multiplicación por m² de cámara térmica con 443 plántulas. Además, el tratamiento con BAP según los datos obtenidos por los autores tuvo la mayor tasa de multiplicación por cormo y m² con 29 y 398 plántulas, respectivamente.

Patiño et al, (38). Estudiaron el efecto de la fertilización y el peso del cormo sobre la reproducción vegetativa en semillas de banano (*Musa AA*). Mediante la combinación de dos factores (fertilización y peso del cormo); T1: con fertilización, cormo 50-100 g; T2: con fertilización, cormo 100-200 g; T3: con fertilización, cormo 200-300 g, T4: con fertilización, cormo 300-700 g; T5: con fertilización, cormo 700-1000 g; T6: sin fertilizar, cormo 50-100 g; T7: sin fertilizar, cormo 100-200 g; T8: sin fertilizar, cormo 200-300 g; T9: sin fertilizar, cormo 300-700 g y T10: sin fertilizar, cormo 700-1000 g. Las variables evaluadas fueron altura de monte, grosor del pseudotallo y número de hojas. Durante la evaluación de seis semanas, encontraron que el principal efecto provino del peso del cormo, donde los cormos ≥ 300 g mostraron los mejores valores para las variables evaluadas, es decir, cormos entre 300 y 700 g que expresan las mejores características reproductivas. En conclusión, la fertilización mostró diferencias entre tratamientos solo en el número de hojas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La presente investigación se realizó en La Campus Universitario “La María” de la Facultad de Ciencias Pecuaria y Biológicas de la UTEQ, que se encuentra ubicada en el km 7½ vía Quevedo el Empalme, provincia de Los Ríos, su ubicación geográficamente entre las coordenadas 1° 02’ 24’’ de longitud sur y 70° 26’ 26’’ de longitud oeste, a 73 msnm y con una duración de 3 meses.

Figura 9

Mapa del Campus Universitario "La María" - UTEQ.



Fuente: Google Maps.

Las condiciones meteorológicas del Campus Universitario “La María” de la UTEQ ubicado en el cantón Mocache en donde desarrolló la investigación se detalla en la siguiente (Tabla 2).

Tabla 2

Condiciones meteorológicas del Campus Universitario “La María”.

Parámetros	Promedio
Temperatura (°C):	25
Humedad relativa (%):	86
Precipitación anual (mm):	2223.9
Heliofanía (horas luz/año):	899

Fuente: (39).

3.2. Tipo de investigación

La presente investigación fue de tipo experimental, puesto que se manejó diferentes tratamientos, a los cuales se realizó la colecta de información para la realización de las variables de respuesta tomando como referencia los diferentes el grado de vigorosidad del corno de banano variedad Williams a nivel de umbráculo y escoger cuál de ellos será el indicado para realizar la resiembra.

3.3. Método de investigación

3.3.1. Método de observación

Este método permitió entender mediante la visualización directa de los objetos a evaluar la realidad, recolectando información de cada uno de los tratamientos en estudio una vez que las plántulas de banano variedad Williams a nivel de umbráculo hayan alcanzado el grado de vigorosidad adecuado idóneo para el trasplante.

3.3.2. Método comparativo

Este método determinó la diferencia del grado de madurez de los distintos tratamientos a evaluar y como está ir alterando las variables agronómicas de los cormos a nivel de umbráculo.

3.3.3. Método analítico

Mediante el siguiente método se estableció un análisis de cada una de las variables a evaluar, mediante el establecimiento de distintos grados de vigorosidad y como estos modificaron el crecimiento y peso de las plántulas a nivel de umbráculo durante el lapso de la investigación.

3.4. Fuentes de recopilación de la investigación

3.4.1. Fuentes primarias

Las fuentes primarias fueron todos los datos obtenidos mediante el establecimiento en campo del cultivo y posterior a ellos la elaboración de los resultados de los distintos tratamientos a evaluar.

3.4.2. Fuentes secundarias

Estuvieron conformados toda la información bibliográfica obtenida de diferentes medios digitales y físicos como libros, revistas, artículos científicos, tesis de grado y posgrado, páginas web y buscadores académicos, los cuales sirvieron como soporte y sustento para la elaboración del trabajo de investigación.

3.5. Diseño experimental

Para la fase de experimental de la investigación se empleó un Diseño completamente al azar (DCA), dicho diseño estuvo conformado por tres tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento y luego se implementó la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

3.5.1. Análisis de varianza.

Tabla 3

Esquema de análisis de varianza (ADEVA).

Fuentes de variación	Formula	G.L.
Tratamiento	t-1	2
Error	t(r-1)	12
Total	(t*r)-1	14

En la siguiente ecuación se detalla el modelo matemático que se implementó en el diseño completamente al azar de la presente investigación.

Ecuación 1 *Modelo Matemático.*

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

- Y_{ij} = Total de una observación.
- μ = La media de la población de los datos del experimento.
- T_i = Efecto "iesimo" de los tratamientos
- ϵ_{ij} = Error experimental.

3.6. Unidades experimentales

Se utilizaron 30 plántulas por cada uno de los tratamientos, dando un total de 90 plántulas, dichas plántulas fueron obtenidas del vivero Calistec S.A. vía buena fe, las cuales pasaron por un proceso de propagación in vitro antes de ser llevadas al vivero, las plantas seleccionadas para esta investigación tenían 12 semanas de edad.

Para estimar el índice de vigor se tomó en consideración los parámetros de crecimiento como altura de planta, diámetro de planta y número de hojas, obtenido el rango máximo y mínimo que deben poseer la planta madre para ser catalogada según su grado de vigor (bajo, medio y alto), dichos valores estimados se los detalla en el (Anexo 9).

Tabla 4

Descripción de los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Índice de vigorosidad	Repetición	*U.E.	**T.U.E.
T1 Vigorosidad Baja	(2.73 a 2.99)	5	6	30
T2 Vigorosidad Media	(3.0 a 3.2)	5	6	30
T3 Vigorosidad Alta	(3.21 a 3.75)	5	6	30
Total		15	18	90

*U.E. Unidades experimentales; **T.U.E. Total de unidades experimentales.

3.7. Instrumentos de investigación

3.7.1. Selección de los cormos

La variedad de banano que se implementó como base de la investigación es la variedad Williams de la especie Cavendish, los cuales pasaron por un proceso de limpieza, donde se escogerán los cormos o rizomas libres de agentes infecciosos o laceraciones provocados por plagas o enfermedades para luego pasarlos por el proceso de selección donde se escogerán dependiendo del rango de peso a usar.

3.7.2. Tratamiento de cormos

Una vez seleccionados los cormos se desinfectaron como una solución de Hipoclorito de sodio al 5% (NaClO 5%), los cuales estuvieron sumergidos por 10 min, para posterior a eso

colocarlos en fundas de polietilenos usadas para umbráculos a las cuales se les colocó un sustrato libre de agentes infecciosos.

3.7.3. Preparación del sustrato

Para el sustrato se tomaron partes iguales de arena gruesa recolectada de un río + el sustrato de casa comercial, los cuales pasaron por un proceso de desinfección y mezcla para luego colocarlos en las bolsas de polietileno.

3.7.4. Control de maleza

Para este tipo de labores se usó el control manual mediante el uso de herramientas como el machete de manera cuidadosa para evitar algún tipo de laceración a los cormos y así esta no interfiera en el crecimiento de los cormos.

3.7.5. Riego

El riego se empleó dependiendo los requerimientos de las plantas, llenado a la capacidad de campo requerida para evitar factores negativos como el estrés hídrico, mojando solo el sustrato de cada tratamiento y repetición por igual.

3.8. Variables agronómicas evaluadas

3.8.1. Brotación (días)

Se contó los días transcurridos desde el corte de la planta madre hasta la emisión de nuevos brotes, mediante la observación diaria en el umbráculo.

3.8.2. Altura de brotes (cm)

Se midió la altura de los brotes de las distintas unidades experimentales a los 20 y 40 días, midiendo desde la base del cuello hasta el ápice con la ayuda de una cinta métrica o flexómetro la unidad de medida empleada para la toma de esta variable fue en centímetros.

3.8.3. *Diámetro de brote (cm)*

Se midió el diámetro de los distintos brotes de las plántulas inducidos a los 20 y 40 días, tomando como punto principal la base de los brotes con la ayuda de un flexómetro, cinta o calibrador se rodeó la base, los resultados fueron expresados en centímetros.

3.8.4. *Número de brotes (n)*

Una vez establecidos las plántulas de las distintas unidades experimentales, se contó el número de brotes que esta genere de los diferentes grados de maduración de los cormos a los 20 y 40 días,

3.8.5. *Biomasa fresca de los brotes (g)*

La variable biomasa fresca se ejecutó seccionando cada parte de los brotes (hojas, pseudotallo y raíz), mediante la ayuda de una balanza analítica se pesó cada una de las partes expresada en gramos.

3.9. Tratamiento de los datos

Para la evaluación de los tratamientos se empleó el respectivo análisis de varianza ADEVA de dos factores, y para determinar si existe o no diferencias significativas entre los tratamientos de la investigación se empleó la prueba de Tukey a un nivel de probabilidad del 0.05.

3.10. Recursos humanos y materiales

3.10.1. *Recursos humanos*

Las personas que se encargarán de intervenir en el trabajo de investigación fueron las siguientes:

- Lady Diana Rodrigues Espinoza (Autora del Proyecto de Investigación).
- Dr. Gregorio Humberto Vásquez Montufar (Tutor de la Unidad de Integración Curricular).
- Adrián Roberson Rivera Aguayo (Colaborador)

3.10.2. *Materiales y equipos*

3.10.2.1. *Materiales de campo.*

- Cormos de banano.
- Fundas de polietileno
- Malla
- Machete
- Sustrato
- Flexómetro
- *Arena de rio*
- Balanza analítica
- Cinta métrica
- Sacos
- Regaderas
- Cañas

3.10.2.2. *Materiales de oficina*

- Laptop
- Impresora
- Hojas A4
- Celular
- Marcadores
- Memoria USA 4 GB
- Cuaderno
- Lapicero.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Brotación y número de brotes a los 20 y 40 días

Al analizar los días a la brotación y el número de brotes a los 20 días de las plántulas de banano (Tabla 5), se observaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$), de acuerdo con el análisis de varianza (Anexo 1 y 2). Los promedios de los días a la brotación para los cormos del T1 Vigorosidad Baja fue de 8.39 días, para los cormos del T2 vigorosidad media fue de 7.58 días y para los cormos del T3 vigorosidad alta fue de 7.20 días. En cuanto al número de brotes, los promedios para los cormos del T1 Vigorosidad Baja fue de 2.08 brotes, para los cormos del T2 vigorosidad media fue de 1.83 brotes y para los cormos del T3 vigorosidad alta fueron de 2.17 brotes.

En relación al número de brotes a los 40 días, no se registraron diferencias estadísticas de según el análisis de varianza (Anexo 3) y a la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p > 0.05$), registrando promedio en la variable número de brotes en los cormos del T1 Vigorosidad Baja y T2 vigorosidad media de 1.7 brotes, en los cormos del T3 vigorosidad alta registró un número de 1.97 brotes.

Por lo tanto, de acuerdo con los valores registrados en el presente ensayo, los cormos del tratamiento T3 vigorosidad alta produjeron un mayor número de brotes de banano a nivel de umbráculo en menor tiempo.

Tabla 5

Días a la brotación y número de brotes a los 20 y 40 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.

Tratamientos	Días a brotación	Brotes	
		20 días	40 días
T1	8.39 a	2.08 ab	1.77 a
T2	7.58 b	1.83 b	1.77 a
T3	7.20 b	2.17 a	1.97 a
C.V. (%)	2.99	7.83	10.20

° Promedios con letras iguales en sentido vertical no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ($p > 0.05$).

Los resultados de los días a la brotación fueron superiores a los reportados por *Ramírez et al.* (40), quienes registraron un tiempo de brotación del cultivo de banano variedad Saba de

17 días bajo condiciones controladas, a diferencias a los 7 días de brotación que se produjeron a nivel de umbráculo. *Cedeño et al.* (23), estudiaron el comportamiento del banano en un ambiente controlado mediante una macro propagación, empleando dos biorreguladores (6-BAP y Bioestimulante) indicando que a mayor concentración de estas dos hormonas se acorta el día de la brotación de 22 días a 19 días, obtenido un mayor número de brotes 6, con mayor peso y vigorosidad.

Espinoza et al. (41), mencionan que el vigor del cormo influye de manera significativa, estos al estar en un ambiente controlado, produce brotes de mayor calidad, pero estos a su vez limitan la producción por m², mientras que al ejecutar la inducción al aire libre la planta puede estar expuesta a diferentes factores bióticos y abióticos que limitan el tamaño y vigor de nuevos brotes. *Álvarez et al.* (42), evaluaron el número de brotes mediante dos ambientes uno controlado y otro en condiciones ambientales externas, empleando cormos de un peso de <1 kg, 1-2 kg y > 2 kg, obteniendo mayores resultados un mayor número de cormos en un ambiente controlado generando cerca de 100 brotes al mes.

Aguirre & Sotomayor (43), indican que a mayor sea la vigorosidad mayor será la tasa de germinación de nuevos brotes en su investigación evaluaron la producción de brotes por diferentes métodos los cuales obtuvieron los primeros brotes en un periodo de 8 días. *Flores & Lalangui* (44), señalan que la generación de nuevos brotes, se ve influenciado por la calidad del sustrato, si se formula un sustrato con dosis adecuadas de macro y micro elementos, materia orgánica, materia seca, biorreguladores, podrían generar brotes con mayor vigor.

4.2. Altura y diámetro de brotes a los 20 y 40 días

En el análisis de varianza (Anexo 4 y 5). No se observaron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) en relación a la altura de brote a los 20 y 40 días (Tabla 6). Sin embargo, entre los tres tratamientos el que se destaca por poseer brotes con alturas más altas el T2 vigorosidad media el cual obtuvo un promedio de 9.03 cm y 18.93 cm. En el diámetro de brote a los 20 días (Anexo 6), se encontró diferencias significativas ($P < 0.05$), siendo los brotes del T1 Vigorosidad Baja los que presentaron un mayor diámetro de 1.14 cm, a diferencia del T2 y T3 los cuales registraron brotes con un diámetro menor de 0.86 y 0.82 cm. En relación a la diámetro de brote a los 40 días (Anexo 7), no se encontraron diferencias estadísticas

($p > 0.05$), pero el T2 vigorosidad media se destaca entre los demás tratamientos obtenido brotes con un diámetro de 1.73 cm. Por lo antes mencionado, se establece que el T2 vigorosidad media produjeron plantas con una mayor altura y diámetro de los brotes del cultivo de banano a nivel de umbráculo.

Tabla 6

Altura de planta y diámetro de planta a los 20 y 40 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.

Tratamientos	Altura (cm)		Diámetro (cm)	
	20 días	40 días	20 días	40 días
T1	7.95 a	18.93 a	1.14 a	1.69 a
T2	9.03 a	18.93 a	0.82 b	1.73 a
T3	8.62 a	17.36 a	0.86 b	1.69 a
C.V. (%)	9.13	8.17	11.37	8.01

° Promedios con letras iguales en sentido vertical no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ($p > 0.05$).

En la altura de brotes *Ashango et al.* (45), obtuvieron una mayor altura y diámetro en el crecimiento de cormos de *Ensete ventricosum* indicando que los brotes provenientes de plantas madres de mayor tamaño presentan una mayor tasa de crecimiento durante la aclimatación en los invernaderos, mientras los cormos con menor tamaño por lo general son un indicativo de baja productividad. Por otra parte, *Patiño et al.* (46), mencionan que los Micro-cormos de banano con un peso mayor a 700 g producen plantas con mayor altura y diámetro del pseudotallo. Finalmente, *López et al.* (47), sugiere que propagar banano en medios controlados, en plantas de segunda generación, presentan brotes con mayor tamaño, grosor y mayor número de hojas, obtenido una mayor correlación y un mejor carácter morfométrico.

Moreta (5), menciona que el peso del hijuelo puede obtener un mayor diámetro siempre y cuando las condiciones del medio estén aptas. El diámetro del brote es un indicativo que depende de la planta madre, si la planta madre obtiene buenas características el brote podrá desarrollarse de manera adecuada, es por lo consiguiente que *Cedeño et al.* (48), indican que una buena fertilización en la etapa de vivero de los brotes de banano aumenta de manera considerable el diámetro del pseudotallo, mejorando la calidad y cantidad de fibras que este

produce, *Ramos et al.* (49), sugiere que para poder optimizar el diámetro de una planta, es requerido que las plantas pasen por un periodo de adaptabilidad antes de ser trasplantadas al campo.

4.3. Biomasa fresca de los brotes a los 40 días (g)

De acuerdo con el análisis de varianza (Anexo 8), no hay evidencias de diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p>0.05$), de la biomasa fresca de los brotes de banano registrados en la (Tabla 7). Sin embargo, entre los tratamientos evaluados el que se destacó más fue el T2 Vigorosidad media el cual obtuvo un incremento en la biomasa de 115.98 g, seguido de cerca por le T1 Vigorosidad Baja el cual presento un incremento en la biomasa fresca de 114.74 g, a diferencia del T3 Vigorosidad alta el cual registro un incremento de la biomasa fresca menor de 107.14 g.

Tabla 7

Biomasa fresca de los brotes obtenidos al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.

Tratamientos	Biomasa fresca (g)
T1	114.74 a
T2	115.98 a
T3	107.14 a
C.V. (%)	6.54

En cuanto a la acumulación de la biomasa fresca del brote en los diferentes tratamientos empleando vigorosidades (Bajas, Medias y Altas), se puede mencionar que entre el brote la parte que acumula mayor biomasa es el pseudotallo, mientras que las raíces y las hojas, al estar dentro de la etapa de vivero no acumula mucha materia orgánica por lo que el orgánico peso de la biomasa se basa más en el pseudotallo de una planta. *Ruiz & García* (50), indican que a parte de la calidad nutricional de la planta mediante la biofertilización factores como la radiación y la humedad provocan que la biomasa aumente. *Arias et al.* (51), mencionan que la biomasa dependerá muy exclusivamente del órgano de la planta por lo general el pseudotallo representa el 75% de la biomasa total de la planta y entre las hojas y las raíces el 25%.

4.4. Análisis de correlación entre las variables evaluadas

Al realizar el análisis de correlación, entre las variables en estudio, en los brotes de banano a nivel de umbráculo, tomando en cuenta solo los aquellos valores mayores o iguales a 0.60 como indicativos de una relación significativa (Tabla 8).

Se estimaron varias relaciones entre variables, lo que concede información importante sobre la independencia de los diferentes aspectos sobre el crecimiento de los brotes de banano. Se encontró que la biomasa fresca de los brotes mostro correlaciones con algunas variables. La altura de planta a los 40 días tuvo una correlación de $r= 0.69$, mientras que el diámetro de brotes a los 40 días mostro una correlación de $r= 0.66$.

Además, se estimaron varias correlaciones como el número de brotes a los 40 con el número de brotes a los 20 con una correlación de $r= 0.72$; y el diámetro de brotes a los 40 días con la altura de brotes a los 40 días con una correlación de $r= 0.72$. Estos valores indican que existe una fuerte relación entre la biomasa fresca y las variables altura y diámetro de brote a los 40 días.

El número de brotes a los 40 días con el número de a los 20 días, y el diámetro de brotes a los 40 días con la altura de brotes a los 40 días. destacando mediante estas correlaciones lo importante que son estas variables en el crecimiento de los brotes de banano a nivel de umbráculo.

Dagnino (52), menciona que el coeficiente de correlación r de Pearson mide el grado de asociación lineal entre dos variables. *Alcudia et al. (53)*, indica que las variables como el diámetro de brotes está estrechamente relacionada con la biomasa de un cultivo, pero acota que durante el generación del análisis de correlación estas dos variables tuvieron un promedio menos significativo, en relación a la biomasa y la altura de planta, dicho valor es diferente al planteado en la presente investigación donde se obtuvo un mayor de correlación entre las dos variables y la biomasa. *González & Castel (54)*, obtuvo una correlación menor en el número de brotes en relación a la biomasa.

Flores et al. (55), menciona que las correlaciones positivas y significativas encontradas entre las variables evaluadas. la correlación encontrada entre las variables número y longitud de brotes es importante porque permitirán una mayor sobrevivencia de los cultivos durante el

establecimiento en el invernadero. Roy *et al.* (56), acota que el coeficiente de correlación se representa con una “r” y puede tomar valores que van entre -1 y $+1$. Un resultado de 0 significa que no hay correlación, es decir, el comportamiento de una variable no se relaciona con el comportamiento de la otra variable.

Tabla 8

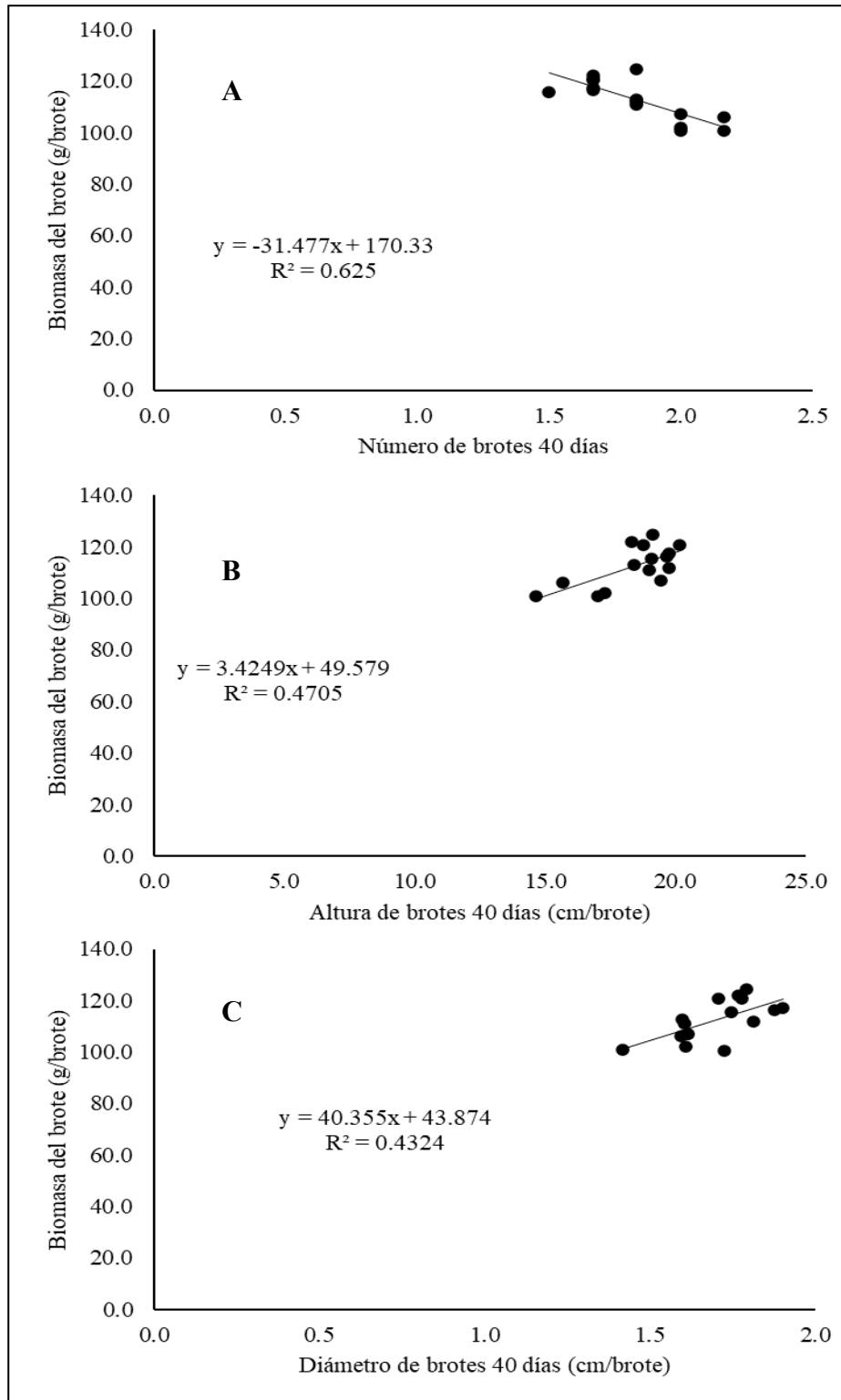
Matriz de correlación entre las variables evaluadas al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.

	DB	B20	B40	A20	A40	D20	D40	Biomasa
DB	1,00							
B20	0,11	1,00						
B40	-0,21	0,72	1,00					
A20	-0,50	-0,68	-0,23	1,00				
A40	0,30	-0,47	-0,77	-0,02	1,00			
D20	0,57	0,05	-0,42	-0,37	0,31	1,00		
D40	-0,16	-0,51	-0,72	0,28	0,72	0,04	1,00	
Biomasa	0,11	-0,61	-0,79	0,11	0,69	0,42	0,66	1,00

*DB= días a la brotación, B número de brotes a los 20 y 40 días, A= altura de brote a los 20 y 40 días, D= diámetro de brote a los 20 y 40 días, Biomasa. * Se asume que existe relación entre variables cuando el coeficiente de correlación (r) fue mayor o igual a 0.60.*

Figura 10

Efecto del número (A), altura (B) y diámetro de brotes (C) a los 40 días sobre biomasa del brote obtenidos de cormos de distinto grado de vigorosidad. Los círculos llenos representan el promedio (n = 6) de cada observación.



Al relacionar el peso con el número de brotes a los 40 días (Figura 10^a), se observó una relación lineal, significativa, con un coeficiente de determinación R^2 de 0.625 ($p < 0.05$), que refleja que más el 62% de la variación observada en el número de brotes de banano es explicada en parte por la biomasa fresca, además, en el análisis de correlación de Pearson, se evidencia que por cada unidad de biomasa (g/brote), se obtiene un aproximado de -0.79 unidades de biomasa fresca (g/brote).

Al relacionar la biomasa fresca con la altura de brote a los 40 días (Figura 10B), se observó una relación lineal significativa, con un R^2 de 0.4705 ($p < 0.05$), que indica que solo un 47% de la variación observada en la altura de brote de banano es explicado en función a la biomasa fresca, de acuerdo al análisis de correlación, se marca que por cada unidad de biomasa fresca (g/brote), se estima un aproximado de indica que 0.69 unidades de biomasa fresca (g/brote).

La vinculación de la biomasa fresca y el diámetro de brote a los 40 días (Figura 10C), marcando un relación lineal significativa, indicando un coeficiente de determinación de R^2 de 0.4324 ($p < 0.05$), el cual refleja que solo un 43% de la variabilidad observada en el diámetro del brote es explicado a partir de la biomasa fresca, evidenciando de acuerdo con el análisis de correlación que por cada unidad de biomasa fresca (g/brote), se asimila un aproximado de 0.66 unidades de biomasa fresca (g/brote).

Pertierra et al. (57), menciona que la relación de la biomasa fresca y el número de brotes está estrechamente ligada al factor nutrición, a mayor nutrición la planta alcanzara un mayor peso y esto a su vez producirá una mayor cantidad de brotes, si la planta no está nutrida y a parte los factores climáticos no son óptimos, esto repercutirá en que la planta no generara un mayor número de brotes al final.

En diferente especies de interés agrícola, se ha observado una estrecha relación entre la biomasa del brote y la altura, tal como se ha observado en cultivos como el palmito en donde *Ares et al.* (58), indica que al disminuir el peso del palmito este incide de significativa en parámetros de crecimiento como la longitud. (Figura 10B).

Chaturvedi et al. (59), sugieren que es más práctico utilizar modelos incluyendo sólo el diámetro como variable independiente, siempre y cuando las ganancias en precisión del modelo incluyendo la altura, no sean biológicamente relevante

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ❖ Mediante la inhibición de la dominancia apical de cormos de banano de la variedad Williams de vigorosidad media y alta nivel de umbráculo, logro obtener un mayor número de brotes en un periodo más corto, lo que indica que al momento de establecer las plántulas en el campo estas crecerán en un periodo de tiempo más corto.
- ❖ Mediante el uso de una vigorosidad media de los cormos en la multiplicación vegetativa a nivel de umbráculo, se obtuvo brotes de banano de la variedad Williams con mayor altura y diámetro, lo que indica que estas plantas al exhibir una mayor vigorosidad serán mucho más eficientes cuando crezcan y produzcan el racimo, el cual tendrá un mayor peso y grosor de manos.
- ❖ Los brotes producidos a partir de cormos clasificados en el rango de vigorosidad media, a nivel de umbráculo, presentaron una mayor acumulación de peso fresco de la biomasa de los brotes, lo cual, al ser mayor la biomasa indicaran que los brotes se encuentran en óptimas condiciones para establecerlo dentro del campo.

5.2. Recomendaciones

- ❖ Para obtener plántulas de banano de la variedad Williams para el establecimiento de un negocio, es requerido trabajar con cormos que posean una vigorosidad media con tendencia a alta, los cuales permitirán obtener mayor número de brotes en un tiempo mucho más corto.
- ❖ Realizar ensayos evaluando la vigorosidad de los brotes desde la fase inicial hasta la última fase de desarrollo de una planta de banano, el cual lograra comprender como funciona la vigorosidad y la estrecha relación de la biomasa y las variables agronómicas.
- ❖ Evaluar la vigorosidad de los cormos empleando diferentes tipos de sustratos, y soluciones nutritivas, además de estudiar el IAF para determinar, si la vigorosidad interviene en la generación de nuevas hojas.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFIA

6.1. Referencias bibliográficas

1. Brenes S. Parámetros de producción y calidad de tres cultivares de banano FHIA-17, FHIA-25 y Yangambi. *Agronomía Mesoamericana* [Internet]. 2017;28(3):719–33. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n3/43752453015.pdf>
2. Bermello D. Efecto del destore en el racimo de banano (*Musa* spp.) Variedad gran Williams y su incidencia en la producción [Internet]. [Quevedo]; 2013. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/495/1/T-UTEQ-0021.pdf>
3. Ruiz M, Parera C. Efecto del tiempo de cosecha sobre la calidad de la semilla de dos cultivares de pimiento morrón (*Capsicum annuum*). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Cuyo* [Internet]. 2017;49(2):67–77. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652017000200005&lang=pt%0Ahttp://www.scielo.org.ar/pdf/refca/v49n2/v49n2a05.pdf
4. Alvarez A. Tratamientos para estimular la ruptura de la dormancia de cormos de azafrán (*Crocus sativus* L.) [Internet]. Universidad de Almería; 2013. 1–17 p. Disponible en: <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/2796/Trabajo.pdf?sequence=1>
5. Moreta J. Evaluación del peso adecuado de cormos para producción de plantas de plátano (*Musa x paradisiaca* L.) en vivero. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano [Internet]. 2019;1–20. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6624/1/CPA-2019-T054.pdf>
6. Mendieta J. Respuesta de plantas multiplicadas en cámaras térmicas de diferentes tipos de cormo para el establecimiento del cultivo de plátano (*Musa* AAB). [Internet]. Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2020. 1–58 p. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6037/1/T-UTEQ-0268.pdf>
7. Zambrano N. Propagación vegetativa del plátano maqueño (*Musa paradisiaca* L.) aplicando bencil amino purina (BAP) y ácido indolacético (AIA) [Internet]. Quevedo,

- Ecuador: Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2022. 1–75 p. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6634/1/T-UTEQ-323.pdf>
8. Midence J. Producción de plántulas de plátano en vivero a partir de cormos [Internet]. SAG - secretaria de agricultura y ganadería; 2010. 1–2 p. Disponible en: <https://dicta.gob.hn/files/2010,-Produccion-de-plantulas-de-platano-a-partir-del-cormos,-folleto.pdf>
 9. Aristizábal M. Tiempo de almacenamiento del cormo y su efecto en el crecimiento y producción del plátano (*Musa* AAB) Dominico Harton. Acta Agron [Internet]. 2013;64(4):304–11. Disponible en: https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/32255/45142
 10. Romero C. Personal. 2010. p. 1–6 Concepto y partes del cormo típico. Disponible en: https://personal.us.es/zarco/PIM-Botanica/Temas/PIM_t3/T3Cormo.html
 11. Juris A. Seguimiento de labores culturales en etapas de vivero y establecimiento del cultivo de banano (*Musa* AAA) en la región de urabá [Internet]. Monteria, Colombia: Universidad de Cordoba; 2021. 1–45 p. Disponible en: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/4764/Juris%20Rivera%2c%20Alvaro%20Enrique.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 12. Plaza X. Efectos de cinco sustratos en la producción de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en el cantón Paján, provincia de Manabí [Internet]. Jipijapa, Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí; 2021. 1–56 p. Disponible en: https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3101/1/TESIS_XAVIER_PLAZA_UNESUM--signed-signed.pdf
 13. SEMARNAT. Prácticas de reforestación. 1a ed. Zapopan, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 2010. 1–66 p.
 14. Sabio C, Salgado C, Salgado V, Viña S. Manual del cultivo de banano [Internet]. Tegucigalpa, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano; 2014. 1–36 p. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2933/1/01.pdf>

15. Zambrano H. Monitoreo del trips de la flor del banano *Frankliniella* sp. (*Thysanoptera thripidae*) en la finca La Sabana. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala; 2015. 1–45 p.
16. Guzman JA, González M, Sandoval JA, Calvo JC. Uso de sensores remotos en la agricultura: aplicaciones en el cultivo del banano. *Agronomía Mesoamericana*. 2022;33(3):1–15.
17. Bustillos J. Evaluación de la calidad del cartón obtenido a partir del pseudotallo y raquis de la *Musa acuminata cavendish* (banano). Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2017. 1–113 p.
18. Tacuri C. Evaluación de fertilización aplicada al pseudotallo de banano (*Musa x paradisiaca* L.) Cavendish. Machala, Ecuador: Universidad Técnica de Machala; 2020. 1–71 p.
19. Arteaga F. Origen y evolución del banano [Internet]. Palmira, Colombia: Universidad Nacional de Colombia sede Palmira; 2015. 1–11 p. Disponible en: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44494637/ARTICULO_BANANO_PDF_EVOLUCION_DE_PLANTAS_CULTIVADAS-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1662079545&Signature=CFmprZCArC6CJRfK57JclCM0KJrsocZfSvTLoJtjePSGBwVZlr9afXpOwlnRbIUJv3~f7h2ep1Z5V9Z5Po0ptVNVTFyftUuDSZayLYMV
20. Vargas A, Watler W, Morales M, Vignola R. Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de banano en Costa Rica [Internet]. Costa Rica: Ministerio de agricultura y ganadería de Costa Rica; 2017. 1–53 p. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8205.pdf>
21. Garcés C, Montenegro D, Rodríguez H, Sarango H. Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2012. p. 1–3 Ficha técnica de agricultura: Banano fresco variedad Williams (meristema). Disponible en: https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_agricola.php?id=01312.01.03
22. Staver C, Lesco T. La propagación de material de siembra de calidad para mejorar la salud y productividad del cultivo: prácticas clave para las musáceas [Internet]. Chaput

- P, editor. Bioersity International; 2009. 1–56 p. Disponible en: https://agritrop.cirad.fr/576540/1/La_propagacion_de_material_de_siembra_de_calidad_para_mejorar_la_salud_y_productividad_del_cultivo_1893.pdf
23. Cedeño G, Soplín H, Helfgott S, Cedeño G, Sotomayor I. Aplicación de biorreguladores para la macro-propagación del banano cv. Williams en cámara térmica. *Agronomía Mesoamericana*. 2016;27(2).
 24. Cedeño G, Soplín H, Cargua J, Cedeño G. Potencial de enraizamiento en agua y vigor de plántulas de banano obtenidas en cámara térmica. *La Técnica: Revista de las Agrociencias* ISSN 2477-8982. 2016; 16:6–15.
 25. Quichimbo J. Evaluación del enraizamiento a partir de la aplicación de un biorregulador de crecimiento en yemas de banano (*Musa* sp) con la variedad William. Universidad técnica de Machala. Machala, Ecuador; 2018. 1–55 p.
 26. Medina L. Aclimatación y evaluación del crecimiento inicial en campo de vitroplantas de banano (*Musa* spp var. Cavendish) en el cantón Paltas. [Internet]. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador; 2018. 1–98 p. Disponible en: [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20568/1/Lenin Alexander Medina Criollo.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20568/1/Lenin_Alexander_Medina_Criollo.pdf)
 27. Martínez G, Rey JC, Pargas R, Guerra C, Manzanilla E, Ramírez H. Efecto de sustratos y fuentes orgánicas en la propagación de banano y plátano. *Agronomía Mesoamericana*. 2021;32(3):808–22.
 28. USAID. Boletín técnico de producción: Siembra y manejo de viveros de plátano. Agencia de Desarrollo Internacional de los Estados Unidos [Internet]. 2007; 504:1–6. Disponible en: https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/353/boletin_tecnico_de_produccion_siembra_y_manejo_de_viveros_de_platano.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 29. Baridón E, Villarreal J. Cultivo de Banano [Internet]. Universidad Nacional de La Plata. Universidad Nacional de La Plata; 2017. 1–48 p. Disponible en:

<https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/10196/course/section/2634/CULTIVO DE BANANO 2017.pdf>

30. Coto J. Guia para multiplicacion rapida de cormos de platano Y banano. 1a ed. Bardales T, Tejada R, Rivera J, editores. La Lima, Honduras: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola; 2009. 1–14 p.
31. Alarcón J, Jimenez Y. Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (*Musa spp.*). Vásquez C, editor. Bogotá, Colombia: Produmedios; 2012. 1–51 p.
32. Camino K. Efecto de la fertilización con N-P-K sobre el crecimiento vegetativo del caucho (*Hvea brasiliensis* Willd Ex A. Juss.), en etapa de vivero en la zona de Santo Domingo [Internet]. Santo Domingo, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejercito; 2012. 1–82 p. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6115/1/T-ESPE-IASA%20II-002463.pdf>
33. Ramos D, Terry E, Soto F, Cabrera A, Martín G, Fernández L. Respuesta del cultivo de plátano a diferentes proporciones de suelo y Bocashi complementado con fertilizante mineral en etapa de vivero. Cultivos Tropicales [Internet]. 2016;37(2):165–74. Disponible en: <http://ediciones.inca.edu.cu>
34. Arauz H, Luquéz K. Efecto de 4 tipos de sustratos y enraizadores sobre el crecimiento, desarrollo, dinámica de plagas y la producción del cultivo de chiltoma Nathalie (*Capsicum annuum* L.) en ambiente protegido, El Plantel, 2018 [Internet]. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria; 2020. 1–45 p. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/4181/1/tnf02a663.pdf>
35. Napoleón J, Cruz M. Guía técnica de semilleros y viveros frutales. 1a ed. El Salvador: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA); 2005. 88–100 p.
36. Quispe Aguilar A. Propagación del banano Gross Michel con diferentes técnica de multiplicación en vivero en Belempata distrito de Echarati, La Convención, Cusco. [Internet]. La Convención, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; 2019. 1–93 p. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/3558>

37. Alcívar K, Tuarez F. Macropropagación del plátano en cámara térmica en función del tamaño de cormo, bencilaminopúrina y tipo de plástico. Calceta, Ecuador: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López; 2021. 1–50 p.
38. Patiño A, Rodríguez G, Miranda T, Lemus L. Efecto de la fertilización y tamaño del cormo en la multiplicación de semilla de bananito (*Musa AA*). Revista Temas Agrarios [Internet]. 2019;24(2):1–13. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/486/4862106006/index.html>
39. Bravo J. Valoración del recurso forestal del campus La María de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicado en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Mocache, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2022. 1–62 p.
40. Ramirez JS, Batoon GA, Sacayanan AS. Producción de plátano Saba utilizando un sistema de nebulización y diferentes potenciadores del crecimiento en condiciones de invernadero. Revista Europea de Avances en Ingeniería y Tecnología. 2017;4(3).
41. Espinoza González J, Bustamante González A, Cedeño García G. Efectos del tamaño de cormo y bencilaminopurina sobre la proliferación del plátano en dos ambientes de propagación. Ciencia y Agricultura. 2022;19(1).
42. Álvarez E, Ceballos G, Gañán L, Rodríguez D, González S, Pantoja. A. Producción de material de “siembra” limpio en el manejo de las enfermedades limitantes del plátano. [Internet]. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); 2013. 1–16 p. Disponible en: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53118878/platano_en_colombia-libre.pdf?1494723597=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPlatano_en_colombia.pdf&Expires=1698596771&Signature=d3uykqKLfCiDp422P5jySRQ86aLDM48TX5wkjpaFdO6vzNw2VBRylnU3jjQ8wpeEigr11NVzIfO9JKcR1rMIj9OFi0mbHOWIeatyx98OndGHVSgNBxlljNSJJioMzVu9YRXbnK8TT6wGmuME5Fix-SL-xGkK5aweqoY8k4JRXkFbXmIUgRYMWe-0JA9jSXHXmTYUcIyGFO5LpIUx5NTHIF9UGfrJVCcFZM09cIOTCBkHWzdIRh819gsV~KfwVXTvXNxtUdxzWb8AbJ~Iu0wcRxMjJxO6Jo5E2O5cI0xSWvh8rLrU

3pjmJHEzHnLfRvjN91uqFfUN5ZuUuCB5NzNaog__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

43. Aguirre B, Sotomayor I. Método alternativo de propagación de plántulas de plátano con alta homogeneidad sanidad y potencial productivo. [Quevedo, Ecuador]: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2015.
44. Flores F, Lalangui Y. 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 [Internet]. La Mana, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2022. 1–87 p. Disponible en: torio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8565/1/UTC-PIM-%20000456.pdf
45. Ashango TB. Efecto del cormo y trozos de cormo sobre la regeneración y multiplicación del ensete (*Ensete ventricosum* (Welw.) Cheesman). Revista Internacional de Investigación -GRANTHAALAYAH. 2017;5(5).
46. Patiño Martínez A, Rodríguez Yzquierdo G, Miranda Salas T, Lemus Pantoja. A L. Efecto de fertilización y peso del cormo sobre la multiplicación de semilla de bananito (*Musa* AA). Revista Tema Agrarios [Internet]. 2019;24(2):139–46. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/hevila/Temasagrarios/2019/vol24/no2/6.pdf>
47. López J, Cedeño G, Cedeño G. Efectos de bencilaminopurina y tipo de brotes en la producción y calidad de plántulas de plátano vía macropropagación. Revista Alfa. 2021;5(15).
48. Cedeño García GA, Velásquez Cedeño S del R, Avellán Cedeño BA, Cargua Chávez JE, López Álava GA. Bioestimulante en el crecimiento y calidad de plántulas de plátano en fase de vivero. Revista Espamciencia. 2021;12(2):124–30.
49. Ramos D, Terry E, Soto F, Cabrera A, Martín G, Fernández L. Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero. Cultivos Tropicales. 2016;37(2).
50. Ruiz H, García E. Estudio exploratorio del uso de microorganismos para promover la absorción de nitrógeno mediante la técnica de dilución isotópica del ¹⁵N, en el cultivo

- del plátano (*Musa paradisiaca* L. cv CEMSA ¾) en CNIA-INTA, 2019-2020 [Internet]. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria; 2022. 1–70 p. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/4581/1/tnf04r934ex.pdf>
51. Arias Hernández JJ, Riaño Herrera NM, Aristizábal Loaiza M. Dinámica de la acumulación de materia seca en dos especies de sembrío usadas en cafetales de Colombia. *Cenicafé*. 2014;65(2).
 52. Dagnino J. Coeficiente de correlación lineal de Pearson. *Chil Anest*. 2014;3(1):150–3.
 53. Alcudia-Aguilar A, Martínez-Zurimendi P, Van Der Wal H, Castillo-Uzcanga MM, Suárez-Sánchez J. Estimación alométrica de la biomasa de *Musa* spp. en huertos familiares de Tabasco, México. *Agroecosistemas tropicales y subtropicales*. 2019;22(1).
 54. González-Altozano P, Castel JR. Riego deficitario controlado en ‘Clementina de Nules’. II. Efectos sobre el crecimiento vegetativo. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2003;1.
 55. Flores-Escobar G, Legaria-Solano JP, Gil-Vásquez I, Colinas-León MaT. Propagación in vitro de *Oncidium stramineum* Lindl., una orquídea amenazada y endémica de México. *Rev Chapingo Ser Hortic*. 2008; 14(3).
 56. Roy-García I, Rivas-Ruiz R, Pérez-Rodríguez M, Palacios-Cruz L. Correlación: no toda correlación implica causalidad. *Rev Alerg Mex*. 2019;66(3).
 57. Pertierra R, Campos J, Carrasco F. Caracterización del crecimiento en el primer año de cultivares de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) en maceta. *Agricultura Técnica*. 2006;66(1).
 58. Ares A, Boniche J, Quesada JP, Yost R, Molina E, Smyth TJ. Estimación de biomasa por métodos alométricos, nutrimentos y carbono en plantaciones de palmito en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 2002;26(2).
 59. Chaturvedi RK, Raghubanshi AS. Estimación de la biomasa aérea de especies leñosas de pequeño diámetro del bosque seco tropical. *Nuevos bosques*. 2013;44(4).

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1 *Análisis de varianza de los días a la brotación obtenidos al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.72	2	1.86	34.78	<0.0001
Tratamiento	3.72	2	1.86	34.78	<0.0001
Error	0.64	12	0.05		
Total	4.36	14			

Anexo 2 *Análisis de varianza del número de brotes obtenidos a los 20 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.31	2	0.15	6.06	0.0152
Tratamiento	0.31	2	0.15	6.06	0.0152
Error	0.30	12	0.03		
Total	0.61	14			

Anexo 3 *Análisis de varianza del número de brotes obtenidos a los 40 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.13	2	0.07	1.92	0.1884
Tratamiento	0.13	2	0.07	1.92	0.1884
Error	0.42	12	0.03		
Total	0.55	14			

Anexo 4 *Análisis de varianza de la altura de brotes obtenida a los 20 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.99	2	1.50	2.46	0.1268
Tratamiento	2.99	2	1.50	2.46	0.1268
Error	7.28	12	0.61		
Total	10.28	14			

Anexo 5 *Análisis de varianza de la altura de brotes obtenida a los 40 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	8.20	2	4.10	1.81	0.2053
Tratamiento	8.20	2	4.10	1.81	0.2053
Error	27.14	12	2.26		
Total	35.34	14			

Anexo 6 *Análisis de varianza del diámetro de brotes obtenido a los 20 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	0.31	2	0.15	13.44	0.0009
Tratamiento	0.31	2	0.15	13.44	0.0009
Error	0.14	12	0.01		
Total	0.45	14			

Anexo 7 *Análisis de varianza del diámetro de brote obtenido a los 40 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	2	3.3e ⁻⁰³	0.18	0.8395
Tratamiento	0.01	2	3.3e ⁻⁰³	0.18	0.8395
Error	0.22	12	0.02		
Total	0.23	14			

Anexo 8 *Análisis de varianza de la biomasa fresca de los brotes obtenidos a los 40 días al estudiar la vigorosidad del cormo en la multiplicación vegetativa de plántulas de banano (Musa cavendish) var. Williams a nivel de umbráculo.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	228.90	2	114.45	2-11	0.1643
Tratamiento	228.90	2	114.45	2-11	0.1643
Error	651.78	12	54.32		
Total	880.68	14			

Anexo 9 Matrix sobre parámetros de crecimiento de la planta madre para obtener el índice de vigorosidad.

Tratamiento	Nº	AP	DT	NH	AP	DT	NH	Índice de vigor
T1: Vigorosidad Baja	11	35.0 0	3.1 0	4.0 0	0.3 8	1.5 5	0.8 0	2.73
T1: Vigorosidad Baja	15	35.0 0	3.1 0	4.0 0	0.3 8	1.5 5	0.8 0	2.73
T1: Vigorosidad Baja	28	41.0 0	3.4 0	3.0 0	0.4 5	1.7 0	0.6 0	2.75
T1: Vigorosidad Baja	58	39.0 0	3.5 0	3.0 0	0.4 2	1.7 5	0.6 0	2.77
T1: Vigorosidad Baja	13	35.0 0	3.6 0	3.0 0	0.3 8	1.8 0	0.6 0	2.78
T1: Vigorosidad Baja	31	35.0 0	3.2 0	4.0 0	0.3 8	1.6 0	0.8 0	2.78
T1: Vigorosidad Baja	68	36.0 0	3.2 0	4.0 0	0.3 9	1.6 0	0.8 0	2.79
T1: Vigorosidad Baja	10 0	37.0 0	3.2 0	4.0 0	0.4 0	1.6 0	0.8 0	2.80
T1: Vigorosidad Baja	29	38.0 0	3.2 0	4.0 0	0.4 1	1.6 0	0.8 0	2.81
T1: Vigorosidad Baja	24	39.0 0	3.2 0	4.0 0	0.4 2	1.6 0	0.8 0	2.82
T1: Vigorosidad Baja	3	32.0 0	3.4 0	4.0 0	0.3 5	1.7 0	0.8 0	2.85
T1: Vigorosidad Baja	43	37.0 0	3.3 0	4.0 0	0.4 0	1.6 5	0.8 0	2.85
T1: Vigorosidad Baja	27	42.0 0	3.6 0	3.0 0	0.4 6	1.8 0	0.6 0	2.86
T1: Vigorosidad Baja	4	38.0 0	3.7 0	3.0 0	0.4 1	1.8 5	0.6 0	2.86
T1: Vigorosidad Baja	18	38.0 0	3.7 0	3.0 0	0.4 1	1.8 5	0.6 0	2.86
T1: Vigorosidad Baja	23	35.0 0	3.4 0	4.0 0	0.3 8	1.7 0	0.8 0	2.88
T1: Vigorosidad Baja	16	35.0 0	3.8 0	3.0 0	0.3 8	1.9 0	0.6 0	2.88
T1: Vigorosidad Baja	38	40.0 0	3.3 0	4.0 0	0.4 3	1.6 5	0.8 0	2.88

T1: Vigorositad Baja	30	36.0 0	3.4 0	4.0 0	0.3 9	1.7 0	0.8 0	2.89
T1: Vigorositad Baja	33	37.0 0	3.4 0	4.0 0	0.4 0	1.7 0	0.8 0	2.90
T1: Vigorositad Baja	49	37.0 0	3.4 0	4.0 0	0.4 0	1.7 0	0.8 0	2.90
T1: Vigorositad Baja	64	39.0 0	3.8 0	3.0 0	0.4 2	1.9 0	0.6 0	2.92
T1: Vigorositad Baja	34	36.0 0	3.5 0	4.0 0	0.3 9	1.7 5	0.8 0	2.94
T1: Vigorositad Baja	39	38.0 0	3.5 0	4.0 0	0.4 1	1.7 5	0.8 0	2.96
T1: Vigorositad Baja	48	38.0 0	3.5 0	4.0 0	0.4 1	1.7 5	0.8 0	2.96
T1: Vigorositad Baja	45	39.0 0	3.5 0	4.0 0	0.4 2	1.7 5	0.8 0	2.97
T1: Vigorositad Baja	72	39.0 0	3.5 0	4.0 0	0.4 2	1.7 5	0.8 0	2.97
T1: Vigorositad Baja	92	39.0 0	3.5 0	4.0 0	0.4 2	1.7 5	0.8 0	2.97
T1: Vigorositad Baja	61	40.0 0	3.5 0	4.0 0	0.4 3	1.7 5	0.8 0	2.98
T1: Vigorositad Baja	57	41.0 0	3.9 0	3.0 0	0.4 5	1.9 5	0.6 0	3.00
T2: Vigorositad Media	66	37.0 0	3.6 0	4.0 0	0.4 0	1.8 0	0.8 0	3.00
T2: Vigorositad Media	74	37.0 0	3.6 0	4.0 0	0.4 0	1.8 0	0.8 0	3.00
T2: Vigorositad Media	7	37.0 0	4.0 0	3.0 0	0.4 0	2.0 0	0.6 0	3.00
T2: Vigorositad Media	87	38.0 0	3.6 0	4.0 0	0.4 1	1.8 0	0.8 0	3.01
T2: Vigorositad Media	14	34.0 0	3.7 0	4.0 0	0.3 7	1.8 5	0.8 0	3.02
T2: Vigorositad Media	50	39.0 0	3.6 0	4.0 0	0.4 2	1.8 0	0.8 0	3.02
T2: Vigorositad Media	51	40.0 0	3.6 0	4.0 0	0.4 3	1.8 0	0.8 0	3.03
T2: Vigorositad Media	65	36.0 0	3.7 0	4.0 0	0.3 9	1.8 5	0.8 0	3.04
T2: Vigorositad Media	1	41.0 0	3.6 0	4.0 0	0.4 5	1.8 0	0.8 0	3.05

T2: Vigorositad Media	8	41.0 0	3.6 0	4.0 0	0.4 5	1.8 0	0.8 0	3.05
T2: Vigorositad Media	59	37.0 0	3.7 0	4.0 0	0.4 0	1.8 5	0.8 0	3.05
T2: Vigorositad Media	90	37.0 0	3.7 0	4.0 0	0.4 0	1.8 5	0.8 0	3.05
T2: Vigorositad Media	41	42.0 0	3.6 0	4.0 0	0.4 6	1.8 0	0.8 0	3.06
T2: Vigorositad Media	10	38.0 0	3.7 0	4.0 0	0.4 1	1.8 5	0.8 0	3.06
T2: Vigorositad Media	22	38.0 0	3.7 0	4.0 0	0.4 1	1.8 5	0.8 0	3.06
T2: Vigorositad Media	97	39.0 0	3.7 0	4.0 0	0.4 2	1.8 5	0.8 0	3.07
T2: Vigorositad Media	78	44.0 0	3.6 0	4.0 0	0.4 8	1.8 0	0.8 0	3.08
T2: Vigorositad Media	21	41.0 0	3.7 0	4.0 0	0.4 5	1.8 5	0.8 0	3.10
T2: Vigorositad Media	91	37.0 0	3.4 0	5.0 0	0.4 0	1.7 0	1.0 0	3.10
T2: Vigorositad Media	20	42.0 0	4.1 0	3.0 0	0.4 6	2.0 5	0.6 0	3.11
T2: Vigorositad Media	89	38.0 0	3.8 0	4.0 0	0.4 1	1.9 0	0.8 0	3.11
T2: Vigorositad Media	19	39.0 0	3.4 0	5.0 0	0.4 2	1.7 0	1.0 0	3.12
T2: Vigorositad Media	44	41.0 0	3.8 0	4.0 0	0.4 5	1.9 0	0.8 0	3.15
T2: Vigorositad Media	60	41.0 0	4.2 0	3.0 0	0.4 5	2.1 0	0.6 0	3.15
T2: Vigorositad Media	99	37.0 0	3.9 0	4.0 0	0.4 0	1.9 5	0.8 0	3.15
T2: Vigorositad Media	9	42.0 0	3.8 0	4.0 0	0.4 6	1.9 0	0.8 0	3.16
T2: Vigorositad Media	84	34.0 0	3.6 0	5.0 0	0.3 7	1.8 0	1.0 0	3.17
T2: Vigorositad Media	46	35.0 0	3.6 0	5.0 0	0.3 8	1.8 0	1.0 0	3.18
T2: Vigorositad Media	88	40.0 0	3.5 0	5.0 0	0.4 3	1.7 5	1.0 0	3.18
T2: Vigorositad Media	81	41.0 0	3.9 0	4.0 0	0.4 5	1.9 5	0.8 0	3.20

T3: Vigorositad Alta	62	38.0 0	4.0 0	4.0 0	0.4 1	2.0 0	0.8 0	3.21
T3: Vigorositad Alta	83	39.0 0	3.6 0	5.0 0	0.4 2	1.8 0	1.0 0	3.22
T3: Vigorositad Alta	93	39.0 0	3.6 0	5.0 0	0.4 2	1.8 0	1.0 0	3.22
T3: Vigorositad Alta	6	40.0 0	4.0 0	4.0 0	0.4 3	2.0 0	0.8 0	3.23
T3: Vigorositad Alta	98	40.0 0	4.0 0	4.0 0	0.4 3	2.0 0	0.8 0	3.23
T3: Vigorositad Alta	55	41.0 0	4.0 0	4.0 0	0.4 5	2.0 0	0.8 0	3.25
T3: Vigorositad Alta	47	39.0 0	4.1 0	4.0 0	0.4 2	2.0 5	0.8 0	3.27
T3: Vigorositad Alta	26	44.0 0	4.0 0	4.0 0	0.4 8	2.0 0	0.8 0	3.28
T3: Vigorositad Alta	63	40.0 0	4.1 0	4.0 0	0.4 3	2.0 5	0.8 0	3.28
T3: Vigorositad Alta	70	36.0 0	3.8 0	5.0 0	0.3 9	1.9 0	1.0 0	3.29
T3: Vigorositad Alta	42	38.0 0	4.2 0	4.0 0	0.4 1	2.1 0	0.8 0	3.31
T3: Vigorositad Alta	77	38.0 0	3.8 0	5.0 0	0.4 1	1.9 0	1.0 0	3.31
T3: Vigorositad Alta	94	39.0 0	4.2 0	4.0 0	0.4 2	2.1 0	0.8 0	3.32
T3: Vigorositad Alta	96	44.0 0	4.1 0	4.0 0	0.4 8	2.0 5	0.8 0	3.33
T3: Vigorositad Alta	12	40.0 0	3.8 0	5.0 0	0.4 3	1.9 0	1.0 0	3.33
T3: Vigorositad Alta	54	40.0 0	4.2 0	4.0 0	0.4 3	2.1 0	0.8 0	3.33
T3: Vigorositad Alta	71	36.0 0	4.3 0	4.0 0	0.3 9	2.1 5	0.8 0	3.34
T3: Vigorositad Alta	53	39.0 0	4.3 0	4.0 0	0.4 2	2.1 5	0.8 0	3.37
T3: Vigorositad Alta	56	39.0 0	4.3 0	4.0 0	0.4 2	2.1 5	0.8 0	3.37
T3: Vigorositad Alta	85	40.0 0	4.3 0	4.0 0	0.4 3	2.1 5	0.8 0	3.38
T3: Vigorositad Alta	75	45.0 0	4.2 0	4.0 0	0.4 9	2.1 0	0.8 0	3.39

T3: Vigorositad Alta	5	42.0 0	4.3 0	4.0 0	0.4 6	2.1 5	0.8 0	3.41
T3: Vigorositad Alta	95	38.0 0	4.0 0	5.0 0	0.4 1	2.0 0	1.0 0	3.41
T3: Vigorositad Alta	80	38.0 0	4.5 0	4.0 0	0.4 1	2.2 5	0.8 0	3.46
T3: Vigorositad Alta	67	40.0 0	4.5 0	4.0 0	0.4 3	2.2 5	0.8 0	3.48
T3: Vigorositad Alta	82	42.0 0	4.1 0	5.0 0	0.4 6	2.0 5	1.0 0	3.51
T3: Vigorositad Alta	37	43.0 0	4.5 0	4.0 0	0.4 7	2.2 5	0.8 0	3.52
T3: Vigorositad Alta	76	43.0 0	4.7 0	4.0 0	0.4 7	2.3 5	0.8 0	3.62
T3: Vigorositad Alta	73	46.0 0	4.8 0	4.0 0	0.5 0	2.4 0	0.8 0	3.70
T3: Vigorositad Alta	86	41.0 0	5.0 0	4.0 0	0.4 5	2.5 0	0.8 0	3.75

*AP= Altura de planta; DT= Diámetro del tallo; NH= Número de hojas.

Anexo 10 Selección de las plantas madres de banano va. Williams



Anexo 11 Preparación del sustrato.



Anexo 12 *Llenado de fundas con el sustrato.*



Anexo 13 *Inducción de la dominancia apical de la planta madre.*



Anexo 14 *Emisión de los primeros brotes.*



Anexo 15 *Intervención del tutor en la fase de toma de datos.*



Anexo 16 *Medición de las variables de crecimiento*



Anexo 17 *Peso de la biomasa fresca en balanza analítica.*



Anexo 18 Croquis de la distribución de los tratamientos.

