



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES.

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.

“ESTABLECIMIENTO DE UNA LÍNEA TECNOLÓGICA PARA LA  
PROPAGACIÓN ACELERADA DE *Musa paradisiaca*”

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

**Autor:** Bolívar Andrés Romero Benítez

**Director:** Ing. Klever Aníbal Chamba Caillagua

**Tutor:** PhD. Ferenc Sandor

**Loja – Ecuador**

**2021**

## CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TESIS

Ing. Klever Aníbal Chamba Caillagua

**DIRECTOR DE TESIS**

### CERTIFICO:

Que he recibido la tesis realizada por el Señor egresado de la Carrera de Ingeniería Agronómica, el estudiante Bolívar Andrés Romero Benítez, autor de la tesis titulada “**ESTABLECIMIENTO DE UNA LÍNEA TECNOLÓGICA PARA LA PROPAGACIÓN ACELERADA DE *Musa paradisiaca*** ” de la autoría del señor Bolívar Andrés Romero Benítez, Egresado de la Carrera de Agronomía, certificó que dicha tesis ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad, cumpliendo con las normas establecidas, y se ha realizado dentro del cronograma aprobado por las instancias correspondientes, por lo que autorizo su presentación pública y privada y continúe su proceso de graduación.

Loja, 13 de mayo de 2021



Ing. Klever Aníbal Chamba Caillagua.

**DIRECTOR DE TESIS**

## CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Una vez cumplida la reunión del tribunal de calificación del trabajo final de tesis titulado: **“ESTABLECIMIENTO DE UNA LÍNEA TECNOLÓGICA PARA LA PROPAGACIÓN ACELERADA DE *Musa paradisiaca*”** de autoría del Sr. Bolívar Andrés Romero Benítez, egresado de la carrera de Ingeniería Agronómica, ha incorporado las sugerencias efectuadas por los miembros del tribunal y está acorde con los requerimientos y exigencias de la Universidad Nacional de Loja.

En tal virtud, nos permitimos aprobar y calificar el presente trabajo de investigación, y autorizamos al interesado continuar con los trámites pertinentes.

Loja, 13 de mayo de 2021



PhD. Max Enrique Encalada Córdova  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



PhD. Miriam Irene Capa Morocho.  
**VOCAL**



Mg. Sc. Paulina Fernández Guarnizo.  
**VOCAL**

## AUTORÍA

Yo, Bolívar Andrés Romero Benítez, declaro ser el autor del presente TRABAJO DE TESIS y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes Jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Declaro, que durante la investigación y elaboración de la tesis el uso de referencias publicadas por otros autores cumplió con las normas y regulaciones establecidas. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.”



Firmado digitalmente por:  
**BOLIVAR ANDRES  
ROMERO BENITEZ**

Firma:

Autor: Bolívar Andrés Romero Benítez

Cédula: 1900610484

Fecha: 13/05/2021

## CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Bolívar Andrés Romero Benítez, declaro ser el autor de la tesis titulada **“ESTABLECIMIENTO DE UNA LÍNEA TECNOLÓGICA PARA LA PROPAGACIÓN ACELERADA DE *Musa paradisiaca*”** como requisito para optar al grado de Ingeniero en Agronomía, por lo que autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre al mundo la publicación intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden hacer uso de este trabajo investigativo en las redes de información del país (RID) y del exterior, con las que mantenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio de dicha tesis que realice una tercera persona.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los veinticinco días del mes de mayo del dos mil veintiuno, firma el autor:



Firmado electrónicamente por:  
**BOLIVAR ANDRES  
ROMERO BENITEZ**

Firma:

Autor: Bolívar Andrés Romero Benítez

Número de cédula: 1900610484

Dirección: Zamora Chinchipe

Correo electrónico: bolívar.romero@unl.edu.ec

Celular: 0939765711

### DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de tesis: Ing. Klever Aníbal Chamba Caillagua.

Tribunal de grado:

PhD. Max Enrique Encalada Córdova. **PRESIDENTE**

PhD. Miriam Irene Capa Morocho. **VOCAL**

Mg. Sc. Paulina Fernández Guarnizo. **VOCAL**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme tener y disfrutar de mi familia, gracias a mi familia por todo el amor y el apoyo recibido para la culminación de mis estudios y de la presente investigación.

Agradecer de igual forma a la Universidad Nacional de Loja por haber permitido ser parte de ella y abrirme sus puertas y permitirme estudiar mi carrera, asimismo a todos los docentes que me brindaron sus conocimientos y apoyo para seguir adelante en mi formación académica.

Retribuyo mis agradecimientos también a mi director de tesis el Ing. Klever Chamba por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico y haber tenido la destreza para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

En manera especial agradecer al PhD. Ferenc Sandor por todo el apoyo prestado y por ayudarme a cumplir mis objetivos en mi formación profesional.

Y agradecer a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado significativamente a mi entusiasmo de seguir adelante en mi carrera profesional.

***BOLÍVAR***

## **DEDICATORIA**

### ***A mi madre Luz María.***

*Por haberme dado la vida, su apoyo incondicional en todo momento por haberme educado permitiéndome ser una persona correcta, pero lo más importante por brindarme su amor.*

### ***A mi padre Bolívar.***

*Por su apoyo incondicional, por su sacrificio para poder completar mis logros, por ser mí ejemplo a seguir, por criarme como un hombre responsable, y principalmente por llenar mi vida de felicidad.*

### ***Mis hermanas.***

*Por ser mi inspiración y motivarme a superarme más en mis estudios como profesional agrónomo.*

### ***A mi Novia***

*Odeeibys Carrión por apoyarme en todo y ser un pilar fundamental para mi vida.*

### ***A mis amigos***

*Que siempre nos damos el apoyo para salir adelante y por permitirme ser su amigo y ser los hermanos que la vida me permitió escoger: Shuber Lupercio, Jefferson Bermeo, Deivi Verdesoto, Eddy Maldonado, Luis Gonzáles, Cristian Agreda, David Duque, Gio Viñan, Byron becerra, Paul Campoverde, Anival Coronel, Freddy Alvarado, Bernardo castillo, Jonathan Gonzáles Andrés Camacho.*

***BOLÍVAR***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TESIS.....	II
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	III
AUTORÍA.....	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
TÍTULO.....	XIII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general.....	3
1.2. Objetivos específicos.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Clasificación taxonómica de Musa paradisiaca.....	4
2.2 Características botánicas de Musa paradisiaca.....	4
2.3. Fenología de Musa paradisiaca.....	6
2.3.1. Fases fenológicas de Musa paradisiaca.....	6
2.3.2. Etapas fenológicas de Musa paradisiaca.....	7
2.3.3. Estados y estadios fenológicos en edad temprana de plántones de Musa paradisiaca ..	7
2.4. Características morfo-fisiológicas de la propagación vegetativa de Musa paradisiaca .....	7
2.5. Métodos de propagación de Musa paradisiaca.....	8
2.5.1. Macropropagación de Musa paradisiaca.....	9
2.5.2. Micropropagación de Musa paradisiaca.....	10
2.5.3. Regeneración natural de Musa paradisiaca.....	10
2.6. Calidad de plánton de Musa paradisiaca.....	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Área de estudio.....	13
3.2. Materiales.....	14



3.2.1 Materiales de oficina .....	14
3.4. Metodología general.....	18
3.5. Metodología para el primer objetivo: Determinar el índice de emergencia y desarrollo de tres tipos de yemas, en tres genotipos de Musa paradisiaca L. hasta la edad de trasplante. ....	19
3.6. Metodología para el segundo objetivo: Evaluar una línea tecnológica mediante el método de propagación acelerada para la producción de plántones certificados de tres genotipos del Musa paradisiaca L.....	22
3.6.1. Calidad fisiológica.....	23
3.6.2. Calidad morfológica .....	23
3.6.3. Calidad biológica.....	25
3.6.4. Calidad genética .....	26
3.6.5. Análisis de costos .....	26
4. RESULTADOS .....	27
4.1. Resultados de primer objetivo.....	27
4.1.1. Índice de germinación/prendimiento (IG) .....	27
4.1.2. Número de plantas en crecimiento (NPC).....	28
4.2. Resultados segundo objetivo.....	31
4.2.1. Calidad fisiológica.....	31
4.2.2. Calidad morfológica .....	32
4.2.2.5. Índice de calidad de Dickson (ICD.).....	40
4.2.3. Calidad biológica.....	44
4.2.4. Calidad genética .....	48
4.2.5. Análisis de rendimiento y costo.....	49
5. DISCUSIÓN .....	52
6. CONCLUSIONES .....	58
7. RECOMENDACIONES.....	59
8. BIBLIOGRAFÍA .....	60
9. ANEXOS .....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación del estudio. ....	14
<b>Figura 2.</b> Esquema de diseño en campo.....	17
<b>Figura 3.</b> Posición de siembra de yemas basales, coronarias e hijos brotados en bolsas. ....	20
<b>Figura 4.</b> Resultados de enraizamiento de los genotipos. ....	27
<b>Figura 5.</b> Resultados de enraizamiento del material de propagación. ....	28
<b>Figura 6.</b> Frecuencia para la variable genotipo.....	34
<b>Figura 7.</b> Resultado del análisis de frecuencia (IAF) por genotipo y material de propagación...	38
<b>Figura 8.</b> Resultado del Análisis de Frecuencia de (ICD) por genotipo. ....	42
<b>Figura 9.</b> Grados y estadios de hojas infectadas por <i>Mycosphaerella musicola</i> L. ....	46
<b>Figura 10.</b> La severidad de infección de las plantas por <i>Mycosphaerella musicola</i> L. ....	47
<b>Figura 11.</b> Limpieza, extracción y siembra de yemas.....	64
<b>Figura 12.</b> Resultados de enraizamiento de las variables material de propagación y genotipos.	65
<b>Figura 13.</b> Etapas y estados fenológicos de <i>Musa paradisiaca</i> . ....	66
<b>Figura 14.</b> Escala gráfica de estadios de la enfermedad. ....	67
<b>Figura 15.</b> Frecuencia (IR) hijo brotado. ....	69
<b>Figura 16.</b> Frecuencia (IAF) para material de propagación.....	73
<b>Figura 17.</b> Frecuencia (ICD) para el material de propagación. ....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Descripción de los factores y tratamientos. ....	16
<b>Tabla 2.</b> Índice R por materiales de propagación y por genotipo <i>de Musa paradisiaca</i> L. ....	31
<b>Tabla 3.</b> Índice de robustez (IR) por material de propagación y por genotipo. ....	32
<b>Tabla 4.</b> Frecuencia por material de propagación hijo brotado.....	33
<b>Tabla 5.</b> Frecuencia por material de propagación yemas coronarias y basales.....	33
<b>Tabla 6.</b> Promedio del área foliar (AF) por genotipos y material de propagación. ....	37
<b>Tabla 7.</b> Índice de (ICD) promedio por genotipos y materiales de propagación. ....	41
<b>Tabla 8.</b> Índice Dickson: análisis frecuencia resultados de Anova, Levene y correlación de Pearson de las variables para la frecuencia. ....	43
<b>Tabla 9.</b> Incidencia de sigatoka Amarilla.....	44
<b>Tabla 10.</b> Relación entre plantas vivas e infectadas por <i>Mycosphaerella musicola</i> L. dependiendo el material de propagación y genotipo.....	45
<b>Tabla 11.</b> El progreso de la enfermedad de la Sigatoka amarilla según el índice de HMJE. ....	48
<b>Tabla 12.</b> Tabla comparativa del rendimiento los diferentes métodos de macro-propagación....	50
<b>Tabla 13.</b> Estructura de costos usando el método de Extracción de yemas y brotes. ....	51
<b>Tabla 14.</b> Resultado prendimiento de las variables material de propagación y genotipos. ....	68
<b>Tabla 15.</b> Análisis estadístico (IR) para las variables. ....	68
<b>Tabla 16.</b> Análisis de Pearson correlación (IR) para las variables.....	69
<b>Tabla 17.</b> Resultados del análisis ANOVA y LEVENE para el índice de robustez por materiales de propagación y genotipos. ....	70
<b>Tabla 18.</b> Resultados del análisis de Pearson correlación para el índice de robustez por materiales de propagación.....	70
<b>Tabla 19.</b> Resultados del análisis ANOVA y LEVENE para IR por genotipos. ....	71
<b>Tabla 20.</b> Resultados del análisis de Pearson correlación para el IR por genotipos .....	71
<b>Tabla 21.</b> Análisis estadístico (IAF) para las variables.....	72
<b>Tabla 22.</b> Análisis de correlación de Pearson del IAF. ....	72
<b>Tabla 23.</b> Resultados estadísticos de frecuencia por brotes/yemas y genotipos. ....	74
<b>Tabla 24.</b> Resultados, Anova, Levene y Pearson (ICD) de las variables. ....	75
<b>Tabla 25.</b> Significancia del índice de PPI de las plantas por <i>Mycosphaerella musicola</i> L. ....	77
<b>Tabla 26.</b> Resultados de ANOVA, Levene y Pearson (PPI) de sigatoka amarilla.....	77
<b>Tabla 27.</b> El progreso de los estados y estadios fenológicos de las plantas durante el crecimiento .....	79
<b>Tabla 28.</b> Resultado de uniformidad de crecimiento de las plantas por material de propagación y por genotipos después de 91 días.....	80
<b>Tabla 29.</b> Índice de robustez durante el crecimiento vegetativo de las plántulas. ....	81
<b>Tabla 30.</b> Resultado estadístico de (IR) por variables durante el crecimiento vegetativo. ....	81
<b>Tabla 31.</b> Resultados estadísticos de frecuencia de IR por variables durante el crecimiento vegetativo.....	82
<b>Tabla 32.</b> Índice de área foliar durante el crecimiento vegetativo de las plantas. ....	83

<b>Tabla 33.</b> Resultados estadísticos de frecuencia de (IAF) por variables durante el crecimiento vegetativo.....	83
<b>Tabla 34.</b> Resultados correlación (Pearson) de frecuencia de (IAF) por variables durante el crecimiento vegetativo. ....	84
<b>Tabla 35.</b> Resultados estadísticos de frecuencia de IAF por variables durante el crecimiento vegetativo.....	84
<b>Tabla 36.</b> Brotes y yemas cosechadas de las plantas madres por variables. ....	85

**“ESTABLECIMIENTO DE UNA LÍNEA TECNOLÓGICA PARA LA PROPAGACIÓN  
ACELERADA DE *Musa paradisiaca*”**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Quinta experimental “El Padmi” de la Universidad Nacional de Loja ubicada en la parroquia “Los Encuentros” perteneciente al cantón Yanzatza, de la provincia de Zamora Chinchipe, ubicada a una altitud entre 775 y 783 msnm. El objetivo de la presente investigación fue desarrollar una línea tecnológica para la producción acelerada de plantones de “*Musa paradisiaca* L.” mediante la aplicación de un nuevo método de extracción de tres diferentes tipos de yemas (Propagación Acelerada de Extracción de Tres Tipos de Yemas), en tres genotipos de este género (Similar al método CRAS basado en las técnicas PIF y TRAS). Las variables evaluadas fueron: germinación/prendimiento, altura de planta, diámetro de tallo, número hojas, longitud de hojas, ancho de hojas, con estas variables se calcularon diferentes índices de calidad.

Se realizaron análisis estadísticos como: el análisis de varianza (ANOVA), el análisis de igualdad de Levene, y el análisis de correlación de Pearson. El porcentaje de germinación/prendimiento fue del 85 % no existiendo diferencias significativas entre los genotipos. En el crecimiento vegetativo, el genotipo Seda fue el más robusto, con índice 0,51 (índice de robustez) frente a los Maqueño y Plátano con índices 0,60 y 0,58 respectivamente. Según el Índice de calidad de Dickson, el genotipo Maqueño alcanzó el mejor índice con un valor de 29 seguido de Seda con 27 y Plátano con 26. En cuanto a la calidad biológica no presentaron diferencias significativas entre los diferentes genotipos debido a que se realizó una selección positiva, acción indispensable para obtener un mejor éxito. En relación a la calidad genética, el mejor genotipo fue Maqueño con 11 yemas por cormo, seguido por el genotipo Seda y Plátano con nueve yemas cada uno.

Utilizando el método de extracción tres tipos de yemas se puede producir un promedio de diez plantones por cada cormo en un término de 75 días. El costo de cada plantón es de \$0,71 cuando se produce en canteros y/o camas, y de \$1,01 cuando se produce en fundas.

## PALABRAS CLAVES

Yema coronaria, yema basal, hijo brotado, calidad genética.

## ABSTRACT

The present research work was developed in the experimental farm "El Padmi" of the National University of Loja located in the parish "Los Encuentros" belonging to the Yanzatza cantón, in the province of Zamora Chinchipe at an altitude between 775 and 1 150 meters above sea level. The main objective of this research was to develop an adequate technology for accelerated production of banana and platan ("Musa paradisiaca") saplings, through the extraction of three different types of buds (Accelerated Extraction Propagation of Three Types of Buds), the experiment included three genotypes of the Musa genus (Similar to CRAS method based on PIF and TRAS techniques). During the observation The following variables had been evaluated: time lap in days to germination/prendimiento, plant height, stem diameter, number of leaves, length and width of leaves. Different índices of cuality were calculated using the collected data of the previously mentioned variables.

Statistical analysis were carried out such as the analysis of variance (ANOVA), the Levene's equality analysis and the Pearson's correlation analysis. The obtained result for germination was 85 %, with no significant differences between the genotypes. In vegetative growth, the Silk genotype was the most robust, with an index value of 0,51 (robustness index) in comparison to the index values of Maqueño and Plátano genotypes, wich were 0,60 and 0,58 respectively. Regarding to the Dickson's quality index, the Maqueño genotype reached the best index value of 29, followed by Silk with 27 and Plátano with 26. In the aspect biological quality, there were no significant differences between the different genotypes due to the fact that previously a positive selection, of the exoplant had been carried out, an essential action to obtain better success. Regarding the genetic quality, the best genotype was Maqueño with 11 buds per corm, followed by the Silk and Plátano genotype with 9 buds of each one of them.

Using the bud and shoot extraction method, an average of ten seedlings can be produced for each corm in a period of 75 days. The cost of each seedling is \$ 0,71 when it is produced in beds or rows and \$ 1,01 when it is produced in nursery bags.

## KEYWORDS

Coronary bud, basal bud, sprouted son, genetic quality

## 1. INTRODUCCIÓN

El banano es un alimento básico y un producto de exportación, proporciona ingresos y empleo a poblaciones rurales, contribuye a la economía de muchos países en vías de desarrollo, como es el caso de Ecuador (Arias *et al.*, 2004). Ecuador es considerado uno de los principales exportadores de banano, con un área de cultivo cercana a las 186 222 ha las cuales representaron el 12,46 % de la superficie agrícola del país con una producción de 6 530 t/año (INEC, 2016).

En Zamora Chinchipe la producción anual de banano representa el 0,59 % respecto a la producción nacional de este cultivo, con una producción anual de 3 595 t/año (INEC, 2016). La producción platanera de la provincia es muy apreciada en el mercado internacional, hace más de algunos años, la Asociación de Pequeños Exportadores Agropecuarios Orgánicos del Sur de la Amazonía Ecuatoriana (APEOSAE) empezó con la comercialización del plátano hacia Francia (La Hora, 2007).

Ante esta oportunidad de mercado existe una limitante, que se presenta al momento de renovar o extender el área de cultivo de plátano o banano, la cual es la cantidad y calidad de semilla disponible para la siembra (García, 2016). En la provincia de Zamora Chinchipe se desconoce de técnicas de propagación y no posee centros de propagación certificados de semillas de este cultivo, razón por la cual los productores realizan una siembra tradicional que consiste en la regeneración natural o extracción de colinos (cebollines), donde la semilla se obtiene de plantaciones propias o externas. La siembra tradicional causa una disminución en la producción de fruta, ya que el arranque continuo de cormos afecta a la planta y por ende a la producción, causa volcamiento de algunas plantas y aumenta proliferación de enfermedades como: Erwinia (*Erwinia carotovora*), Mal de Panamá (*Fusarium oxysporium*), Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*) entre otras y plagas como picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y algunos insectos defoliadores los mismos que causan grandes pérdidas económicas (Coto, 2009).



Los métodos para la propagación de plántones de banano más utilizados son el sistema de regeneración convencional (natural) por medio de hijos o la división de cormos, algunos con aplicación de biorreguladores de crecimiento, y el método de cultivo de tejidos (micropropagación), los cuales debido al elevado potencial de multiplicación, viabilidad y vigor del material embriogénico son muy exitosos (Erick *et al.*, 2004).

Pero estos métodos presentan algunos inconvenientes con respecto a la zona de Zamora Chinchipe debido que se requiere de un nivel de alto de conocimiento, fuerza de trabajo, tiempo, y de recursos económicos para el uso de cultivos en medio líquido, (suspensiones celulares) y para la automatización de algún otro sistema, que utilice técnicas como la inmersión temporal y el cultivo con biorreactores (Aguilar *et al.*, 2008).

Por tal situación es importante, el desarrollo de una línea tecnológica para la obtención de gran cantidad de semillas de calidad de banano en menor tiempo, mediante la aplicación de un nuevo método de extracción de tres diferentes tipos de yemas, que permita obtener incrementos en la producción de fruta y evitar la proliferación de enfermedades. Los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación fueron los siguientes:

### **1.1. Objetivo general**

Establecer una línea tecnológica adecuada para la propagación acelerada en la producción de plántones de "*Musa paradisiaca* L." en la quinta experimental de la Universidad Nacional de Loja en el sector el Padmi".

### **1.2. Objetivos específicos**

Determinar el índice de emergencia/prendimiento y desarrollo de tres tipos de yemas, en tres genotipos de "*Musa paradisiaca*." hasta la edad de trasplante.

Diseñar una línea tecnológica mediante el método de propagación acelerada para la producción de plántones certificados de tres genotipos de "*Musa paradisiaca*.".

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Clasificación taxonómica de *Musa paradisiaca*

El banano se define como una planta herbácea con pseudotallos aéreos que se originan de cormos carnosos, en los que se desarrollan varias yemas laterales o "hijos". Sus nombres recurrentes, son muy distintos (banano, banana, plátano, cambur, topocho, maduro y guineo), se refieren a un enorme conjunto de plantas herbáceas del género; *Musa*, tanto híbridos como cultivares genéticamente puros de estas especies. Clasificado originalmente por Carlos Linneo como *Musa paradisiaca* L., en 1753 dentro del género *Musa*. *Musa paradisiaca* es el nombre aceptado para el híbrido entre *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*. Linneo originalmente uso el nombre *Musa paradisiaca* solo para plátanos o bananos de cocción, pero el uso moderno incluye cultivares híbridos utilizados para otros fines (postre, etc.).

La clasificación de banano es la siguiente: Reino: Plantae, División: Magnoliophyta, Clase: Liliopsida, Orden: Zingiberales, Familia: Musáceas, Género: *Musa*, Especie: *M. paradisiaca*, Serie: Eumusa. En la serie Eumusa se distinguen los cultivares triploides como: Bananos (AAA): Cavendish y Gros Michel; Plátanos: (AAB), y Guineos (ABB) como: Seda, (Nuñez, 2014).

### 2.2 Características botánicas de *Musa paradisiaca*

Torres (2012) menciona las siguientes características botánicas del banano:

**El sistema radicular:** está compuesto por una enorme cantidad de raíces primarias, secundarias y terciarias. Tienen forma de cordón y se muestran en grupos de tres o cuatro. El diámetro oscila entre 5 a 10 mm en relación del tipo de clon. Pueden alcanzar una longitud entre 5 a 10 m (Aquino, 2011).

**Cormo o bulbo:** es el tallo verdadero de forma tuberosa o cilíndrica. Su contextura es gruesa y carnosa con contenido elevado de agua. Juega un papel primordial por las reservas energéticas que almacena. Su procedencia es de una yema vegetativa de la planta madre. La yema floral proporciona origen a la continuación del tallo verdadero y al racimo con sus frutos. En la zona interna del bulbo se originan las raíces y numerosas yemas vegetativas con la intención de producir los hijos. Las yemas axilares se originaron en las axilas de las hojas y los brotes adventicios en la base del explante o cormo, desde el procambium.

**Vainas foliares:** están insertadas en el rizoma creciendo de manera helicoidal, conformando vainas envolventes que se traslapan a lo extenso dando origen al pseudotallo. El pseudotallo puede lograr hasta 5 m de alto y 0,40 m de diámetro, medido este último a una tercera parte de la altura de la planta. El desarrollo longitudinal dependiente de la luminosidad y del genotipo.

**Pseudopeciolo:** el pseudopeciolo es el extremo superior o distal de la vaina foliar que se estrecha y se adelgaza hacia el limbo o lámina foliar. La cara cóncava (envés) de la vaina se hace más pronunciada y se “abarquilla” por el desarrollo de los bordes, constituyendo un verdadero canal conductor de agua. Los alvéolos o canales aeríferos típicos de la vaina persisten, pero dispersos en otra forma y son más angostos.

**Lámina foliar:** la lámina foliar o limbo es una lámina delgada, muy verde en su cara superior y más o menos verdosa en la inferior. Está surcada por una nervadura estriada formada por las venas superiores que resaltan en la cara haz y están espaciadas de 5 a 10 mm.

**Inflorescencia o bellota:** se origina de los brotes florales, cuyo desarrollo es dentro del pseudotallo sufre un proceso de transformación. Las flores femeninas y las masculinas quedan expuestas. Las flores femeninas dispuestas en grupos de dos filas apretadas y sobrepuestas entre sí, se conocen con el nombre de mano, cuya organización es en forma helicoidal en todo el eje floral. Al grupo de flores femeninas agrupadas en manos se conoce con el nombre de “racimo”. Las flores masculinas quedan ubicadas en el final del racimo (parte apical), conformando la composición conocida como bellota (Torres, 2012).

**Fruto:** el fruto es carnoso y suave, conformado por tres carpelos que son los últimos órganos florales que se muestran, fusionándose de manera rápida para conformar el estilo y el estigma. Es de manera angulosa cuando es joven y paulatinamente cilíndrica mientras va creciendo de espesor por la acumulación de almidón. El avance del fruto o banano es partenocárpico, sin polinización. El tiempo necesario para el desarrollo de la fruta es de 70 a 90 días (10 a 13 semanas). Las condiciones vegetativas antes de la floración, influyen de forma predominante en el desarrollo de la fruta (Miranda, 2018).

### **2.3. Fenología de *Musa paradisiaca***

#### **2.3.1. Fases fenológicas de *Musa paradisiaca***

Los eventos fenológicos del banano se dividen para tres fases fenológicas:

**Fase vegetativa:** tiene una duración de seis meses y es donde en su inicio sucede la formación de raíces primarias y secundarias, el desarrollo de pseudotallo e hijos.

**Fase floral:** tiene una duración aproximada de tres meses a desde de los seis meses de la fase vegetativa. El tallo floral se eleva del cormo por medio del pseudotallo y es visto hasta de la aparición de la inflorescencia.

**Fase de fructificación:** tiene una duración aproximada de tres meses y sucede luego de la fase floral, en esta fase se distinguen las flores masculinas y las flores femeninas (dedos) y hay una reducción gradual del área foliar. Esta fase se finaliza con la cosecha. El tiempo desde inicio de la floración a la cosecha del racimo es de 81 a 90 días.

Para una mejor comprensión y manejo de las fases fenológicas, se dividen en etapas, estados y estadios fenológicos.

### **2.3.2. Etapas fenológicas de *Musa paradisiaca***

Las etapas fenológicas se dividen en fases para diez etapas en una escala numérica de cero a nueve, y cada dígito se le da un término descriptivo correspondiente a todas las diez etapas de desarrollo de la planta (Castaño *et al.*, 2012). La fase vegetativa incluye cuatro etapas de V0 a V3 desde el instante de la siembra hasta la iniciación de la bellota. La fase reproductiva consta con seis etapas de R4 a R9 desde la iniciación de la bellota hasta la madurez completa.

### **2.3.3. Estados y estadios fenológicos en edad temprana de plántones de *Musa paradisiaca***

Los eventos fenológicos a lo largo del desarrollo y avance de los plántones se ajustan a tres estados fenológicos:

Estado Fenológico 1 (EF1): Plántulas con hoja bandera rudimentaria

Estado Fenológico 2 (EF2): Plántulas con hoja bandera y una hoja normal formada

Estado Fenológico 3 (EF3): Plántulas con hoja bandera y más de una hoja normal formada.

En estos estados se tiene la posibilidad de dividir para estadios fenológicos, según la escala de BBCH compilada por Reimhold, por cada acontecimiento fenológico relacionado al comportamiento fenológico específico de las plantas en cada estadio. Un código decimal se divide entre los estadios de desarrollo principales y secundarios tomando como base el código creado por Zaddoks Chang y Konzak (1974), con la intención de ofrecerle un más grande uso a las claves fenológicas (García, 2016).

## **2.4. Características morfo-fisiológicas de la propagación vegetativa de *Musa paradisiaca***

La mitosis celular es básica en la propagación asexual de plantas, porque hace posible el uso de diferentes métodos y técnicas de propagación (Hartmann-Kester, 1998). Sin embargo, una planta propagada mediante el cultivo de tejido *in vitro* es muy diferente de una planta originada *in vivo* debido, a que el crecimiento *in vitro* es heterótrofo (dependiente de las condiciones exógenas es

decir, de los medios utilizados durante el proceso de regeneración) y el crecimiento in vivo es autótrofo (dependiente de las condiciones endógenas de los explantes) (García, 2016).

La propagación asexual es caracterizada por dos procesos morfogénicos principales en ambas condiciones (in vitro e in vivo): organogénesis y embriogénesis somática (Radice, 2014). La organogénesis se ocurre por dos vías principales: directa e indirecta. La organogénesis somática por vía directa obtiene los brotes y raíces directamente del explante (no existe la formación de callo) y por lo tanto, los plántones obtenidos son clones idénticos a la planta madre.

Por la vía indirecta primero ocurre la dediferenciación celular creando un tejido calloso y posteriormente la formación de brotes y raíces (Zhang & Lemaux, 2004). La organogénesis somática por vía indirecta da lugar a posibles variaciones genéticas (variación somaclonal) y por esta razón no es recomendable en los viveros comerciales (Rodríguez-Garay *et al.*, 1996).

## **2.5. Métodos de propagación de *Musa paradisiaca***

Comúnmente, en la propagación de banano se utilizan 4 partes de la planta madre:

**Meristemo apical:** los meristemas apicales o primarios son los responsables de la formación del cuerpo primario de la planta.

**Cebollines:** son brotes de las yemas (posteriormente denominados como “hijos brotados”).

**Yemas axilares:** se originan en las axilas de las hojas (posteriormente denominados como yemas coronarias”).

**Yemas laterales:** son los brotes adventicios en la base del explante o cormo (posteriormente denominados como yemas basales).

Los diferentes métodos de propagación se agrupan en dos condiciones:

**In situ:** la técnica se aplica en condiciones de campo, donde se puede hacer uso (opcional) de sustancias biorreguladoras.

**Ex situ:** a diferencia de la propagación in situ, todo el procedimiento se realiza en condiciones de propagadores y/o viveros de cultivos cubiertos de tela plástica con la finalidad de generar temperaturas húmedas relativas elevadas. Además, el uso de sustratos y biorreguladores es una práctica muy frecuente en estos métodos de propagación.

### **2.5.1. Macropropagación de *Musa paradisiaca***

**Inducción de cebollines en campo:** se procede a decapitar y eliminar la dominancia apical cortando en forma de bisel la planta a cinco centímetros por encima del suelo. Después cubren los rizomas con tierra y materia orgánica y posteriormente aplicar urea (Palencia *et al.*, 2006). Pasados 30 días se cosechan los "cebollines" y se les elimina las raíces y la corteza externa con el fin de sembrar en bolsas de polietileno en el vivero (Orzama, 2017). Los plantones estarán listos en 60 días para ser llevados al campo definitivo. Esta técnica rinde alrededor de diez cebollines por cormo.

**Método de Hamilton:** la técnica consiste en introducir un tubo de metal o algún trozo de madera al interior del pseudotallo a una altura de 0,20 m del nivel del suelo en pleno estado de desarrollo vegetativo. Interrumpiendo la dominancia apical y activando la brotación de yemas laterales se producen hasta 20 hijuelos/cormo en un periodo de nueve meses, de donde 15 hijos cumplirán los requerimientos de calidad (MINAGRI, 2003).

**Multiplificación rápida in situ con el uso de biorreguladores:** las plantas de diez meses de edad se decapitan y se retira el meristemo. Después el proceso sigue con la aplicación de benzilaminopurina. Cuando los hijuelos alcanzan entre 15 a 20 cm de altura, se repite el proceso para inducir la formación de brotes múltiples. Con esta metodología es posible obtener entre 45 - 50 plántulas/planta (García, 2016).



**División de cormos y técnica PIF:** los cormos seleccionados se dividen de acuerdo al número de yemas visualizadas (generalmente yemas axilares), por lo tanto cada sección debe tener al menos una yema para que el método sea eficiente (Jiménez *et al.*, 2008). Las secciones de cormo deben ser sembradas en fundas plásticas y totalmente cubiertas con el substrato (FAO, 2014). Con esta técnica es posible obtener de siete a diez plantas/cormo en un periodo de nueve meses (Orzama, 2017).

**Técnica de reproducción acelerada de semilla (TRAS):** esta técnica se inicia con la selección de la planta madre. Posteriormente se elimina el meristemo apical para eliminar la dominancia apical e inducir la brotación de las yemas axilares (Reyes *et al.*, 2004). Luego se siembran los cormos en canteros y aplican fertilizantes y riego. Después de 45 días se realiza la primera cosecha seguida con dos cosechas más (tres cosechas totales). Con el método se puede producir hasta 24 brotes en un periodo de cuatro meses (Aguilar *et al.*, 2004).

**Método de propagación en cámara térmica:** La cámara térmica se usa con dos fines. El primero es el saneamiento de las plantas a través de termoterapia. El segundo es la activación de yemas latentes. Cuando las plántulas alcanzan el tamaño requerido, pueden ser removidas del cormo madre y sembrados en bolsas plásticas (Álvarez *et al.*, 2013).

### **2.5.2. Micropropagación de *Musa paradisiaca***

Aplicando este método, se puede utilizar cualquier parte del explante e inducir la formación de tejido calloso (Colmenares, 2007). La más común es el uso de ápices meristemáticos, los cuales se inducen a crecer y a producir brotes múltiples en medios específicos (Torres *et al.*, 2007).

### **2.5.3. Regeneración natural de *Musa paradisiaca***

Es el método de propagación más utilizado por pequeños productores, y consiste en utilizar hijos de espada, hijos de agua y retoños (Cobeña & López, 2018). Este procedimiento además se conoce como “Propagación clásica”. La propagación clásica se ejecuta principalmente por medio de hijos y trozos de rizoma. El término hijo hace alusión a un rizoma separado de la planta madre, cuyo

punto de crecimiento central da lugar a la nueva planta y en el que todas las yemas axilares han sido eliminadas, permitiendo que una yema axilar se desarrolle para dar lugar a la nueva planta.

Los hijos de agua no son vigorosos y no deben utilizarse como material de plantación debido a su débil conexión con la planta madre al poseer una cantidad muy baja de sustancias de reserva y presentan débil potencial de enraizado. Los hijos de espada, por el contrario, tienen fuerte conexión física y fisiológica con la planta madre y poseen gran cantidad de sustancias de reserva que pueden acelerar el crecimiento. La mayoría de los productores que usan todavía hijos como material de plantación prefieren utilizar hijos de espada (Galán *et al.*, 2018).

## **2.6. Calidad de plantón de *Musa paradisiaca***

El éxito o fracaso para determinar que métodos y técnicas aplicadas producen la mejor calidad de plantón de banano depende del concepto principal usado para el término “Calidad de la planta” durante la investigación. Existen varios conceptos de calidad por parte de varios autores. Según Rueda-Sánchez *et al.* (2018) una planta de calidad es aquella que posee características morfo-fisiológicas que le permiten aclimatarse y desarrollarse vigorosamente en el campo de plantación definitivo. Probablemente, en el contexto de agronomía, este concepto es lo que más se acerca a los requerimientos de los productores.

La calidad de una planta es el resultado de cuatro componentes básicos: calidad genética, morfológica, fisiológica y sanitaria (Lloclla, 2014).

**Calidad genética:** se refiere a la procedencia de la semilla, contribuyendo al crecimiento de árboles con características de fenotipo deseables y a su vez heredables.

**Calidad biológica:** se busca obtener plantas libres de plagas y enfermedades. Se denomina también como calidad sanitaria (Lloclla, 2014).

**Calidad fisiológica:** este tipo de calidad se refiere al estado nutricional e hídrico, capacidad de formación de raíces y resistencia a diversos efectos meteorológicos (García, 2016) y (Lloclla, 2014).

**Calidad morfológica:** es la respuesta fisiológica de la planta a condiciones ambientales y a las prácticas de vivero (Royo *et al.*, 1998). Se mide a través de la influencia y comportamiento de la planta sobre las variables morfométricas evaluadas (García, 2016 y Quiroz *et al.*, 2001).

## **2.7. Requerimientos edafoclimáticos de *Musa paradisiaca***

Díaz-Granados & Aguayo (2010) mencionan los siguientes requerimientos para el cultivo de *Musa paradisiaca* L:

**El clima:** trópico húmedo. La temperatura adecuada es desde 18,5 °C a 35,5 °C a temperaturas inferiores de 15,5 °C se retarda el crecimiento. Hasta una temperatura de 40 °C no se observan efectos negativos, siempre y cuando la provisión de agua sea adecuada. En nuestro litoral ecuatoriano es necesario aplicar riego debido a sus estaciones lluviosas y secas. El banano necesita de buena luminosidad y ausencia de vientos fuertes.

**Altitud:** zonas comprendidas entre 0 y 30 msnm son las más adecuadas; no obstante, el banano se adapta a alturas que alcanzan los 2 200 msnm.

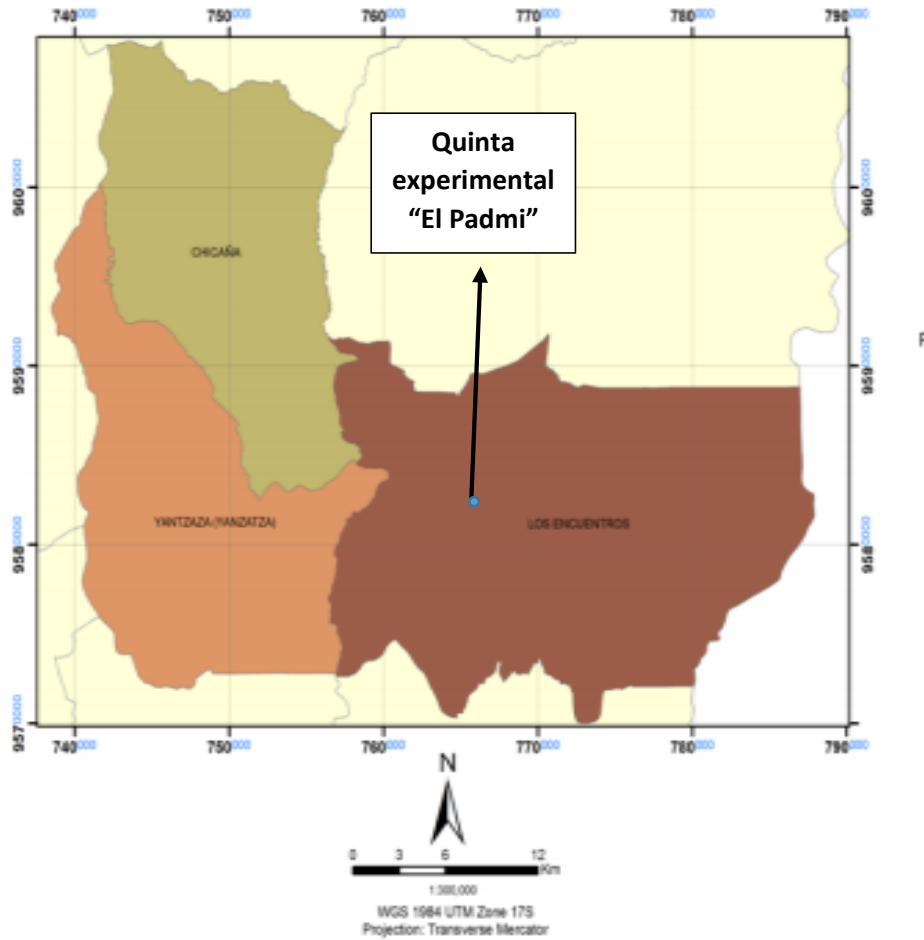
**Requerimiento hídrico:** el banano requiere niveles altos de agua debido a su naturaleza herbácea y a su gran superficie foliar expuesta a la evapotranspiración, aproximadamente el 85 % a 88 % del peso del banano está constituido por agua, por lo tanto, requiere un suministro mensual durante todo el año de aproximadamente 1 200 a 1 300 mm/ha por tanto, las necesidades de agua son elevadas.

**El suelo:** suelos de formación aluvial y que se encuentran en los valles costeros, de textura arenosa, pero suficientemente provistos de arcilla y limo para retener el agua (Torres, 2012).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Área de estudio**

La presente investigación se realizó en La Estación Experimental “El Padmi” que se encuentra ubicada en la parroquia “Los Encuentros” perteneciente al cantón Yanzatza, de la provincia de Zamora Chinchipe distancia de 123 km de la ciudad de Loja (Fig 1). La estación está ubicada a una altitud entre 775 y 783 msnm. El sitio de estudio se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas geográficas: Longitud: 78°36´53.4” W; Latitud: 3°44´43.2” S. Tiene un clima cálido húmedo con una temperatura promedio anual de 22,5 °C con promedios extremos que varía de 15 a 34 °C. La precipitación anual es entre 1 200 a 1 500 mm (Torres, 2012).



**Figura 1.** Ubicación del estudio.

## 3.2. Materiales

### 3.2.1 Materiales de oficina

Cuaderno  
 Esferos  
 Computadora  
 Impresora  
 Hojas

### **3.2.2 Materiales de campo**

#### **Material genético**

Plantas de tres genotipos de banano: Maqueño (tipo fruta); Plátano (tipo vianda); Seda (tipo guineo) que fueron adquiridas de la plantación madre en el vivero de la Quinta Experimental el “Padmi”.

#### **Sustratos**

Arena Limosa

Aserrín

#### **Herramientas y equipos**

Bolsas de vivero (polietileno) 20 x 30 cm de capacidad de 5 lb y 0,04 mm

Cinta métrica de 2 m

Pie de rey, para evaluación de diámetro

Machetes, para cortes y extracciones

Pala, para preparación de sustrato

Hidrolavadora, para limpieza de cormos

Sobres de papel manteca para secado de estufa del material vegetativo

Navaja, para seccionamiento de plantas

Cinta adhesiva y marcadores, para identificación de plantas

Balanza digital con precisión de centésimas de gramo

Termómetro digital, para control de temperatura en secado de plántulas

Estufa para secado de biomasa de las plántulas

Tableros, cartón prensado, clavos para tableros de identificación

Producto Oncarb, baldes, para desinfección de yemas

### 3.3. Tratamientos y diseño experimental

El diseño experimental aplicado corresponde a un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) y bifactorial. Factor 1 corresponde al tipo de yema y Factor 2 corresponde al genotipo (Tabla 1 y Figura 2).

- a) Unidad experimental: 4 yemas
- b) Número de tratamientos: 9 (3 tipos de yemas y 3 genotipos de *Musa paradisiaca*)
- c) Número de repeticiones 5
- d) Número total de unidad de experimental: 180
- e) Duración del experimento: 90 días

**Tabla 1.** Descripción de los factores y tratamientos.

<b>Factor 2</b>	<b>Genotipo</b>	<b>Código</b>
Fruta:	Maqueño	V1
Vianda:	Plátano	V2
Guineo:	Seda	V3

<b>Factor 1</b>	<b>Tipo</b>	<b>Código</b>
Yema 1	hijo brotado	Y1
Yema 2	yema coronaria	Y2
Yema 3	yema basal	Y3

<b>Tratamiento</b>	<b>Código</b>	<b>Repetición</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total</b>
1 Maqueño hijo brotado	V1Y1	5	4	20
2 Maqueño yema coronaria	V1Y2	5	4	20
3 Maqueño yema basal	V1Y3	5	4	20
4 Plátano hijo brotado	V2Y1	5	4	20
5 Plátano yema coronaria	V2Y2	5	4	20
6 Plátano yema basal	V2Y3	5	4	20
7 Seda hijo brotado	V3Y1	5	4	20
8 Seda yema coronaria	V3Y2	5	4	20
9 Seda yema basal	V3Y3	5	4	20

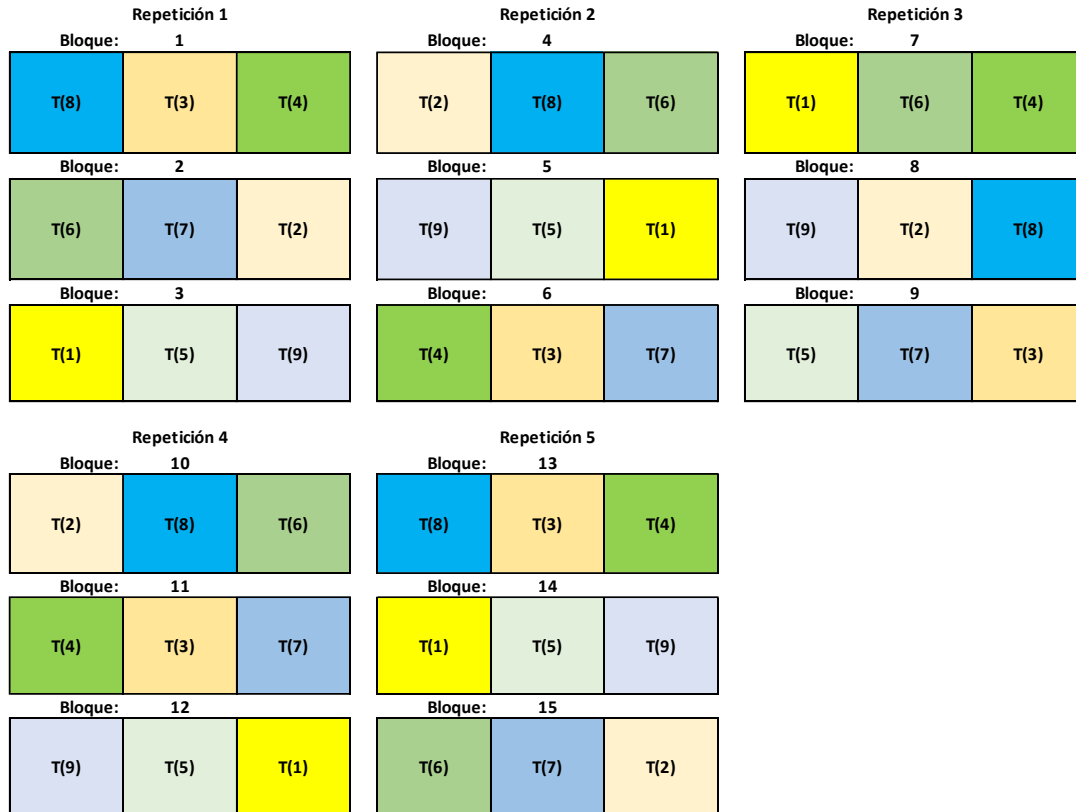


Figura 2. Esquema de diseño en campo.

### Modelo matemático del diseño experimental

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

$\mu$  = media general

$T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\beta_j$  = efecto del  $j$ -ésimo bloque

$\epsilon_{ij}$  = error experimental en la unidad  $j$  del tratamiento  $i$

$Y_{ij}$  = observación en la unidad experimental



### **3.4. Metodología general**

#### **Establecimiento de la plantación madre**

Previo al inicio del presente trabajo de investigación, la plantación madre se la estableció con seis meses de anticipación. Se inició con la selección positiva, que consiste en la visualización directa de las características fenotípicas y sanitarias de las plantas de banano (después de la cosecha de racimos), en las principales plantaciones de las zonas de producción de la Provincia de Zamora Chinchipe.

Posteriormente se lavaron los cormos con la ayuda de una hidrolavadora y se eliminó el sistema radical con un machete. Después de la limpieza, el proceso siguió con la extracción de yemas, se cortaron aproximadamente unos diez centímetros de diámetro de aproximadamente 250 g las cuales fueron desinfectadas en una solución de Oncarb (25 ml por 20 l de agua) por qué es un producto insecticida-nematicida sistémico de amplio espectro que tiene como ingrediente activo al Benfuracarb del grupo de los Carbamatos, las yemas fueron sumergidas durante cinco minutos.

Las semillas desinfectadas fueron sembradas en camellones de forma trapezoidal previamente preparadas con las siguientes dimensiones: 15 m de longitud; 1,5 m de base mayor, un metro de base menor y 0,3 m de altura. En cada camellón se sembró una sola fila ubicando cada yema a 0,15 m. La posición de las yemas basales y coronarias fue colocada a cinco centímetros de profundidad de forma inversa a su normal crecimiento; mientras que los hijos brotados se ubicaron en posición normal, enterrando todo el cormo.

Una vez brotadas las yemas y obteniendo los plantones durante dos meses, se realizó el trasplante a camellones de las mismas dimensiones, pero con una densidad de siembra de 1,50 entre plantas y 2,5 m entre camellones. Durante el crecimiento de las plantas madres se realizó un riego inicial manual con una frecuencia de cada siete días, además se realizó labores culturales

correspondientes a podas sanitarias y corte de hojas secas. Después seis meses los cormos de las plantas madres fueron cosechados manualmente.

### **3.5. Metodología para el primer objetivo: Determinar el índice de emergencia y desarrollo de tres tipos de yemas, en tres genotipos de *Musa paradisiaca* L. hasta la edad de trasplante.**

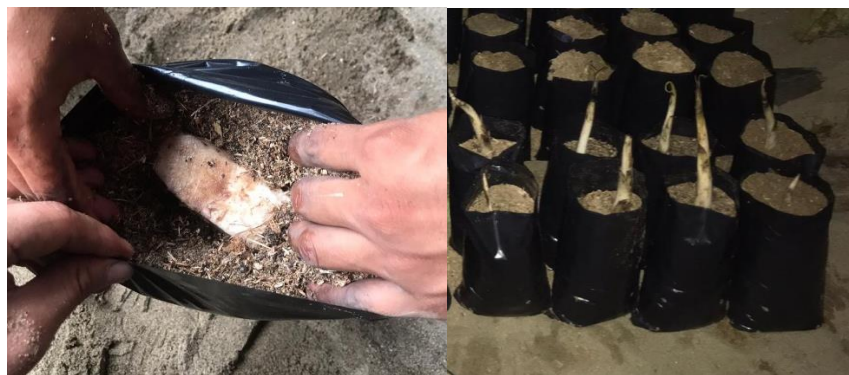
#### **Elaboración del sustrato y llenado de fundas**

Se utilizó una mezcla simple de 75 % arena limosa y 25 % aserrín, el sustrato fue colocado en fundas plásticas color negro de 20 cm por 40 cm y 0,04 mm de espesor. Al sustrato no se le administro ningún fertilizante en razón de que cada yema contenía una porción de cormo (tejido de reserva) con nutrientes para el desarrollo hasta la edad de trasplante.

#### **Extracción de yemas y siembra**

Se lavaron los cormos con la ayuda de la hidrolavadora y se eliminó el sistema radical con un machete. Después de la limpieza, los cormos se cortaron a fracciones de acuerdo al número de yemas visualizadas, por lo tanto cada sección tenía una yema con una cantidad de reserva de aproximadamente de 250 g y aproximadamente diez centímetros de diámetro (Anexo 1). Las cuales fueron sumergidos en una solución de Oncarb (25 ml por 20 l de agua) durante cinco minutos.

Finalmente, las yemas fueron sembradas en fundas plásticas, siembra de las yemas basales y coronarias, fue a cinco centímetros de profundidad de forma inversa a su normal crecimiento mientras que los hijos brotados se ubicaron en posición normal, enterrando todo el cormo (Figura 3).



**Figura 3.** Posición de siembra de yemas basales, coronarias e hijos brotados en bolsas.

### **Evaluación**

Para evaluación del primero objetivo se registraron las siguientes variables:

**Altura (m):** con la ayuda de una cinta métrica se midió a partir de base del pseudotallo hasta la base de la hoja con mayor altura en la planta.

**Diámetro pseudotallo (mm):** datos tomados con un pie de rey, a media altura de la planta a partir de la base del pseudotallo.

**Número de hojas por planta:** conteo de número de hojas completamente abiertas de la planta.

**Área foliar (AF):** el área foliar (AF) de banano se multiplica el factor “K” de 0,80 por el largo y ancho de la hoja determinando el área de la hoja mas no el área total de la panta.

$$AF = L * A * K$$

K (0,80) = Factor de curvatura de Murray (1960) mencionado por (Garcia, 2007).

**Peso biomasa:** para la obtención de la biomasa, se utilizó el método destructivo, el cual consistió en separar los tallos, hojas y raíces, y fueron pesadas en una balanza analítica digital (g). Para obtener la masa seca aérea y radical, se tomaron muestras de las diferentes partes vegetativas y fueron colocadas en una estufa de secado a una temperatura de 75 °C, durante 48 h asegurando la masa constante de las muestras secas; mismas que se determinaron su masa en una balanza analítica (Villalón *et al.*, 2016).

Las variables morfométricas (altura de planta, diámetro pseudotallo, área foliar, número de hojas totales) se evaluaron cada 15 días todas las unidades experimentales hasta la fecha de trasplante (plantones en fecha de cosecha) y al finalizar se evaluó el peso de biomasa por atribución de que se empleó un método destructivo.

**Índice de germinación/prendimiento (IG):** se contabilizó las plantas brotadas hasta terminar el ensayo, y seguido se determinó las plantas brotadas o enraizadas para calcular el índice con la siguiente fórmula (García, 2016):

$$IG = \frac{\text{Número plantas vivas (enraizadas)}}{\text{Número total de yemas sembradas}} * 100$$

**Desarrollo de plantones hasta la edad de trasplante:** para determinar el desarrollo de los plantones se realizó la identificación del estado fenológico inicial y se determinó el índice de número de plantas en crecimiento (NPC) de los tres tipos materiales de propagación y las características de cada uno, con la ayuda de escalas gráficas (Anexo 3) (Barrera *et al.*, 2011). Los mismos que fueron los siguientes:

**Hijos brotados (Denominados como “cebollines”):** se encontraron en diferentes fases de la inducción de brotación, la mayoría sin o con pocas raíces en formación y en un rango de peso entre 200 a 400 g correspondiente a la etapa fenológica V0 (Brotación y emergencia), estado fenológico EF1 (Plántulas con hoja bandera rudimentaria) y en los estadios de 10 100 1000 (Estado 0 de candela) y 1002 (1<sup>ra</sup> hoja en estado 2 de candela).

**Yemas coronarias y yemas basales:** obtenidos a través de extracción de yemas laterales con meristemos en diferentes etapas de desarrollo. Las yemas coronarias (Llamadas yemas axilares) se originaron en las axilas de las hojas y las yemas basales (Llamadas brotes adventicios) se originaron en la base del explante o cormo.

Ambos tipos de yemas se obtuvo de brotes (Yemas) directamente del explante original, lo cual no involucra la formación de callo, por lo tanto esta ruta organogénica ofrece la seguridad de que las plantas obtenidas sean clones idénticos a las plantas madre.

Las yemas correspondieron a la etapa fenológica V0 (Brotación y emergencia), estado fenológico EF0 (Yemas latentes) y el estadio 00 000 0000 (Material recién sembrado con ausencia de crecimiento visible).

En base a las siguientes variables: número de hojas totales, altura de la planta, diámetro de pseudotallo, área foliar se determinó e siguiente índice:

**Índice de número de plantas en crecimiento (NPC):** corresponde al número de plantas en cada estado y estadio fenológico en las diferentes fechas de muestreo (cada 15 días).

$$\text{NPC} = \frac{\text{Número total de plantas por estado y estadio}}{\text{Número de plantas del estado y estadio}} * 100$$

### **3.6. Metodología para el segundo objetivo: Evaluar una línea tecnológica mediante el método de propagación acelerada para la producción de plantones certificados de tres genotipos del *Musa paradisiaca* L.**

Para el segundo objetivo en base a la metodología del primer objetivo se llevaron a cabo las evaluaciones en dos aspectos:

1. Evaluación del producto final: en fecha de trasplante.
2. Evaluación de las plantas por eventos fenológicos.

Luego se realizó una base de datos la cual fue procesada, analizada y se calculó algunos indicadores. Los indicadores obtenidos se organizaron según la clasificación de calidad de la planta y fueron analizados con tres métodos como son:

Análisis descriptivo

Análisis de frecuencia

Análisis estadístico

Para la evaluación estadística se utilizó los programas como Infostat y DATAtab. El análisis estadístico incluyó el análisis de varianza ANOVA, el análisis de igualdad de Levene, el análisis de correlación de Pearson y la proyección gráfica del análisis descriptivo.

### **3.6.1. Calidad fisiológica**

Es la capacidad de formación de raíces y resistencia a diversos efectos meteorológicos, se evaluó con los siguientes indicadores: Capacidad de enraizamiento (IG) con respecto las plantas enraizadas y el Índice R que es la relación tallo/raíz o biomasa seca aérea/biomasa seca raíz.

**Índice de brotación/prendimiento (IG):** La metodología es la misma a la indicada en el apartado 3.5.

**Índice de R (BSAIBSR):** se calculó mediante la relación de tallo/raíz o biomasa seca aérea/biomasa seca raíz (García, 2007). Se empleó la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\text{Biomasa seca aérea (g)}}{\text{Biomasa seca raíz (g)}}$$

Para el índice R se muestreó diez unidades experimentales completamente al azar por cada tratamiento después de la cosecha.

### **3.6.2. Calidad morfológica**

Es la respuesta fisiológica de la planta a condiciones ambientales y a las prácticas de vivero se midió a través de las variables morfométricas. Tomando en cuenta que la organogénesis se relaciona con los parámetros de desarrollo como: formación del cormo, crecimiento del pseudotallo y producción de raíces y colinos. Se procedió con un análisis descriptivo de las muestras, se hizo en base de datos a los valores correspondientes de los componentes morfológicos más relevantes de las plantas como: altura de la planta, diámetro de pseudotallo, área foliar, y se calcularon los siguientes índices:

**Índice de robustez o esbeltez (IR):** es la relación entre la altura (cm) y el diámetro del cuello del pseudotallo (mm). Cuando el índice es menor a 6,0 valor que indica que se trata de plantones, más robustos y de mayor calidad. Es un indicador de la resistencia mecánica de la planta a la desecación por el viento, supervivencia y de crecimiento potencial en sitios secos (Garcia, 2016).

$$IR = \frac{\text{Altura de planta (cm)}}{\text{Diámetro de cuello de pseudotallo(cm)}}$$

### **Índice de robustez por eventos fenológicos**

La metodología es la misma a la indicada en el apartado anterior.

**Índice de área foliar (IAF):** el índice de área foliar (IAF) es la expresión numérica que conseguimos como resultado de la división del área de las hojas de un cultivo expresado en m<sup>2</sup> y el área de suelo sobre el cual se encuentra establecido. El IAF permite estimar la capacidad fotosintética de las plantas y ayuda a entender la relación entre acumulación de biomasa y rendimiento bajo condiciones ambientales específicas.

Se calcula en la siguiente manera:

$$IAF = L * A * K * N * K_2$$

Dónde:

IAFT = Índice de área foliar

L = Largo de la tercera hoja

A = Ancho de la tercera hoja

K (0,80) = Factor de curvatura de Murray (1960).

N = Número total de hojas al momento de la evaluación

K<sub>2</sub> (0,662) = Nuevo factor de curvatura de Kumar (Garcia, 2007).

### **Índice de área foliar por eventos fenológicos**

La metodología es la misma a la indicada en el apartado anterior

**Índice de calidad de Dickson (ICD):** Dickson *et al.* (1960); Orzama (2017), indican que un índice de calidad que permite evaluar mejor las diferencias morfológicas entre plantas de una muestra y predecir el comportamiento en campo.

Este índice es el mejor parámetro para indicar la calidad de planta, dado que expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, evitando seleccionar plantas desproporcionadas y descartar plantas de menor altura pero con mayor vigor (García, 2016). Asimismo, Dickson *et al.* (1960) y Jiménez *et al.* (2008) sugieren que a mayor valor del índice, mejor calidad de planta. Se calcula en la siguiente manera:

$$ICD = \frac{Masa\ seca\ total(g)}{\frac{Altura\ (cm)}{Díametro\ (cm)} + \frac{Masa\ seca\ parte\ aerea\ (g)}{Peso\ seco\ Raíz\ (g)}}$$

### 3.6.3. Calidad biológica

Con la finalidad de determinar la sanidad de las plantas se evaluó la incidencia y severidad de infección de plagas y enfermedades. Los indicadores calculados fueron los *siguientes*:

**Índice hojas totales de infección (HT):** número de hojas totales por planta contabilizadas por grado y estadío en relación con el promedio del total hojas de las plantas evaluadas. Para evaluar el grado de la infección se utilizó el método Stover modificado, lo cual contiene una escala de seis grados como se indica en la (Anexo 4)(Calle, 2014).

$$HT = \frac{Número\ de\ hojas\ por\ grado\ y\ estadío\ por\ planta}{Total\ de\ hojas\ de\ plantas\ evaluadas} * 100$$

**Índice de promedio ponderado de infección (PPI):** porcentaje de hojas por grado de severidad de plantas infectadas de cada variable en relación para el número total de plantas evaluadas.

$$PPI = \frac{\% \text{ de hojas por grados de severidad}}{Número\ total\ de\ hojas\ evaluadas}$$



Este indicador nos permite determinar la incidencia y severidad de sigatoka amarilla (y también la sigatoka negra) en la plantación; mientras que éste índice sea mayor, la severidad de la enfermedad también es más alta. Cuando el valor es menor de 2,5 se considera un bajo índice de daño pero cuando es mayor se considera una incidencia severa (Calle, 2014).

**Índice de hoja más joven enferma (HMJE):** se contabilizó todas las hojas especialmente las más jóvenes enfermas desde la parte superior hacia la base y se hizo la relación con el total de hojas de la planta. Este indicador nos muestra el progreso de la enfermedad; cuanto más jóvenes las hojas con síntomas, mayor es la incidencia de la enfermedad (Calle, 2014).

$$HMJE = \frac{\text{Hojas jóvenes enfermas}}{\text{Total de hojas}} * 100$$

#### **3.6.4. Calidad genética**

Se evaluó el comportamiento genético de las plantas madres cosechadas por Factor 1 y 2 a través de un análisis descriptivo. Las variables por tipo de material de propagación y por el genotipo de la especie son los siguientes:

1. Número de yemas/brotes cosechados
2. Cantidad promedio de yemas/brotes cosechados
3. Porcentaje de yemas/brotes cosechados

Se considerará de mayor calidad genética cuando se obtengan el mayor número de yemas y brotes cosechados.

#### **3.6.5. Análisis de costos**

Se calculó el costo unitario de los plántones desde la cosecha de los cormos de la plantación madre hasta la edad de trasplante de los plántones sembrados mediante este método.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Resultados de primer objetivo

#### 4.1.1. Índice de germinación/prendimiento (IG)

##### Resultado del análisis descriptivo

El comportamiento fisiológico de las yemas indicó, que un total de 86 % de las yemas obtuvieron la capacidad de enraizamiento (Anexo 5). Las yemas del genotipo Plátano obtuvieron el mayor porcentaje de enraizamiento con un 90 % y 54 yemas enraizadas y que las yemas del genotipo Maqueño un 87 % con 52 yemas enraizadas y Seda un 80% con 48 yemas enraizadas en promedio general se obtuvo un 86% de capacidad de enraizamiento en cuanto a genotipos. (Figura 4).

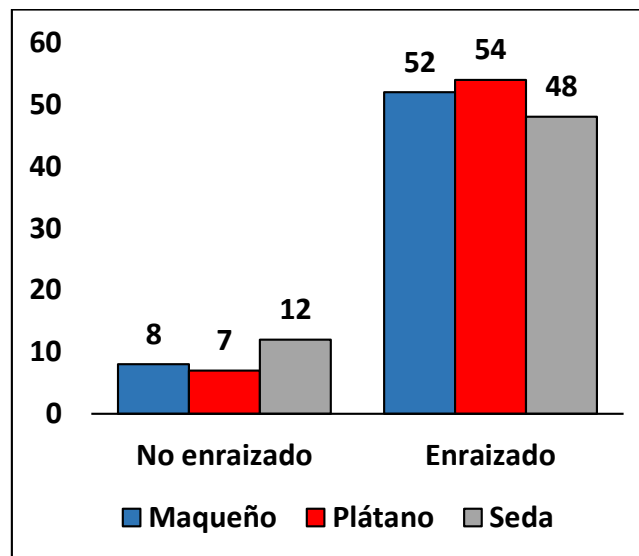


Figura 4. Resultados de enraizamiento de los genotipos.

El resultado del análisis por material de propagación reveló, que el porcentaje de enraizamiento fue mejor en el caso de los hijos brotados. Las yemas coronarias y basales muestran similares valores. El resultado total fue que 180 plantas produjeron 154 plantas enraizadas (Figura 5).

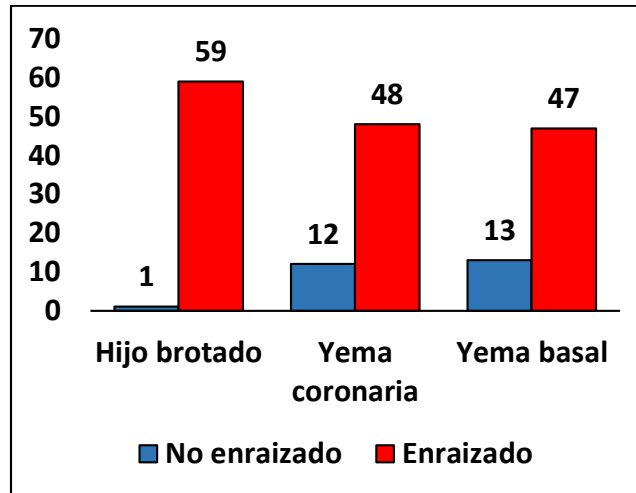


Figura 5. Resultados de enraizamiento del material de propagación.

#### 4.1.2. Número de plantas en crecimiento (NPC).

##### Resultado del análisis descriptivo

Durante el período del experimento (91 días) se observó dos etapas, tres estados y varios estadios fenológicos (Anexo 21):

El comportamiento fenológico de las plantas, independientemente del tipo de material de propagación o del genotipo, mostraron un patrón muy similar en crecimiento.

**Hijos brotados hasta 35 días:** Desde la siembra no se observó crecimiento significativo, excepto 9 plantas del genotipo Seda. Las plantas se mantenían en la etapa fenológica V0 estado fenológico EF1 y en los estadios 10 100 1000 y 1002 a 1008. Durante los primeros 35 días, las 9 plantas del genotipo Seda cambiaron de la etapa fenológica V0, estado fenológico EF1 a la etapa fenológica V1, estado fenológico EF2, estadio 1012-1018 y EF3, estadio 1022-1028 (Anexo 22).

**Yemas coronarias y basales hasta 35 días:** No se observó crecimiento durante los primeros 35 días. Se mantenían en la etapa fenológica V0 estado fenológico EF0 y el estadio 00 000 0000

excepto 1 planta de Maqueño de yema basal, lo cual en el día 21 se encontró en la etapa fenológica V1, estado fenológico EF1 y en el estadio 05 005 0005 (Anexo 22).

**Hijos brotados hasta los 49 días:** El genotipo Maqueño estaban en el estado fenológico EF2 y en el estadio 1012-1018. En caso de Plátano y Seda llegaron al estado fenológico EF3. Dentro del estado fenológico EF3, las plantas de Plátano se encontraron en el estadio fenológico 1022-1028 y las plantas de Seda en el estadio fenológico 1042-1048 (Anexo 22).

**Yemas coronarias y basales hasta los 49 días:** Independientemente del genotipo, la mayoría de las plantas entraron al estado fenológico EF2, estadio 1012-1018 y las plantas de yema basal al estado fenológico EF3, estadio fenológico 1022-1028. Se observaron cambios en el estadio fenológico sin cambio en estado fenológico; en otras palabras, aumentó el número de hojas (Anexo 22).

Durante un período de 28 días, se registró un crecimiento mucho más lento debido a que un mayor porcentaje de plantas permaneció en los mismo estado y estadio fenológico (alrededor 27 % a 30 % de las plantas por cada 14 días). En término de 77 días dejaron de crecer las plántulas de Maqueño y Plátano, mientras que 11,9 % de las plantas de Seda han cambiado estadio fenológico.

Al final del período (91 días) de crecimiento mostraron la siguiente uniformidad de crecimiento:

**Por material de propagación:**

- a) **Hijo brotado:** la mayoría de las plantas de genotipo Maqueño y Plátano se encontraron en el estadio 1032-1038 y 1042-1048 (Maqueño: 80 %, Plátano: 70 %) y las plantas de Seda en el estadio 1052-1058 y 1062-1068 (74 %). Se considera como uniformidad alta con el mejor crecimiento en caso del genotipo Seda (Anexo 23).
- b) **Yema coronaria:** prácticamente 90 % - 100 % de las plantas de genotipo Maqueño y Plátano se encontraron en el estadio 1032-1038 y 1042-1048 (Maqueño: 88 %, Plátano: 100 %) y las plantas de Seda en el estadio 1022-1028 y 1032-1038 (Seda: 92 %) (Anexo 23).

c) **Yema basal:** sobre 80% de las plantas de las tres genotipos se encontraron en el estadio 1032-1038 y 1042-1048 (Maqueño: 80 %, Plátano: 89 %, Seda: 86 %). Adicionalmente, en el estadio 1052-1058 se registraron 20 % de plantas Maqueño, 12 % de plantas Plátano y 14 % de plantas Seda respectivamente (Anexo 23).

**Por genotipo:** la mayoría de las plantas de genotipo Maqueño y Plátano se encontraron en el estadio 1032-1038 y 1042-1048 (Maqueño: 82 %, Plátano: 85 %). En caso de la genotipo Seda 54% de las plantas se observaron en este estadio y en tres estadios más se registraron cantidades superiores de 10 % (estadio 1022-1028: 13 %, estadio 1052-1058: 17 % y estadio 1062-1068: 17 %) mostrando el menos nivel de uniformidad entre los tres genotipos (Anexo 23).

## 4.2. Resultados segundo objetivo

### 4.2.1. Calidad fisiológica

#### 4.2.1.1. Índice de germinación/prendimiento (IG).

Los resultados se encuentran en el apartado 4.1.1

#### 4.2.1.2. Índice de R (BSAIBSR).

### Resultado del análisis descriptivo

Los genotipos Maqueño y Plátano mostraron valores similares, para todo tipo de material de propagación excepto las plantas provenientes de yemas basales del genotipo Plátano con un valor sumamente alto. En el caso de genotipos Seda, destacó ya que se obtuvo valores más bajos para las plantas de hijos brotados y yemas basales sin embargo las plantas provenientes de yemas coronarias mostraron los valores más altos queda perfectamente descrita (Tabla 3).

**Tabla 2.** Índice R por materiales de propagación y por genotipo *de Musa paradisiaca* L.

<b>Índice R</b>			
<b>Tratamiento</b>	<b>Maqueño</b>	<b>Plátano</b>	<b>Seda</b>
Hijo brotado	0,36	0,28	0,16
Yema coronaria	0,31	0,37	0,46
Yema basal	0,37	0,45	0,28
<b>Promedios &gt;R</b>	<b>0,35</b>	<b>0,37</b>	<b>0,30</b>

## 4.2.2. Calidad morfológica

### 4.2.2.1. Índice de IR.

#### Resultado del análisis descriptivo

El índice IR debe ser menor o cerca al IR= 0,6. En cuanto IR es un indicador de la resistencia de la planta a la desecación por el viento, la supervivencia y del crecimiento potencial. El menor valor indica que se trata de plantas más bajas y gruesas, más robustas y con tallo vigoroso. El resultado de las plantas por las variables señaló que yema coronaria obtuvo plántulas con el más bajo valor de IR. En cuanto a la variable genotipos Seda obtuvo plántulas con el más bajo valor de IR sin embargo todos los valores son igual o menos de 0,60 (Tabla 3).

**Tabla 3.** Índice de robustez (IR) por material de propagación y por genotipo.

Tratamiento	Índice IR		
	Maqueño	Plátano	Seda
Hijo brotado	0,64 *	0,64 *	0,59 *
Yema coronaria	0,52 *	0,51 *	0,42 *
Yema basal	0,63 *	0,60 *	0,51 *
<b>Promedios</b>	0,60 *	0,58 *	0,51 *

\* Existe diferencia significativa \*\* No existe diferencia significativa

#### Análisis de biometría

El análisis de ANOVA demostró que existe una diferencia significativa entre las variables material de siembra y genotipos (Anexo 6). Mientras que los análisis de Pearson indicaron que no existe asociación significativa para la variable genotipos excepto para el material de siembra, en el caso de yema coronaria y yema basal hubo una asociación positiva significativa (Anexo 7).

## Resultados del análisis de frecuencia

Mediante el rango de dominancia de intervalos (Min=0,40; Max=0,90; TIC=0,15) en etapa fenológico V1, estadio fenológico entre 1032 y 1038 (Mínimo 3 hojas o más abiertos completamente) (Anexo 8) se obtuvo el siguiente resultado:

Después de 3 meses los valores de IR, en caso de las plantas de hijo brotado, se registraban principalmente entre los intervalos n4, n5 y n6 de todas las tres variedades (Tabla 4).

**Tabla 4.** Frecuencia por material de propagación hijo brotado.

Indicador	Hijo brotado						
	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7
Maqueño Frecuencia relativa	0 %	0 %	0 %	25 %	60 %	15 %	0 %
Plátano Frecuencia relativa	0 %	0 %	5 %	25 %	40 %	30 %	0 %
Seda Frecuencia relativa	5 %	0 %	0 %	60 %	30 %	5 %	0 %

En el caso de Maqueño hijo brotado y Plátano hijo brotado se obtuvo que el 95 % de las plantas están dentro de un intervalo de  $0,45 < IR < 0,90$  y para Seda hijo brotado el resultado indicó, que 90 % de las plantas se ubicaron dentro de los intervalos n4 (50 %) y n5 (30 %) y solo 5 % de las plantas se registró en el intervalo n6 y n1. Los resultados de los plantones provenientes de yemas coronarias y basales fueron los siguientes (Tabla 5):

**Tabla 5.** Frecuencia por material de propagación yemas coronarias y basales.

Indicador Frecuencia relativa	Yema coronaria						
	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7
Maqueño(EF2,EF3)	20 %	0 %	5 %	65 %	10%	0 %	0 %
Plátano (EF3)	10 %	0 %	10 %	37 %	10 %	0 %	0 %
Seda (EF2,EF3)	25 %	15 %	25 %	30 %	5 %	0 %	0 %
Yema basal							
Maqueño (EF3)	25 %	0 %	0 %	25 %	45 %	5 %	0 %
Plátano (EF3)	15 %	0 %	0 %	35 %	50 %	0 %	0 %
Seda (EF3)	30 %	0 %	20 %	35 %	15 %	0 %	0 %



El resultado del análisis de frecuencia para la variable de genotipos, en el caso de Maqueño mostró, que el 95 % de las plantas se ubicaron dentro de los intervalos n5 (38 %) n4 (37 %), n1 (15 %) y solo el 5 % de las plantas se registró en el intervalo n6. Para el genotipo Plátano se registraron valores de 38 % en el intervalo n4, 35 % en n5 y 10 % en n6 (Total: 83 %). En el caso de Seda la distribución de los valores ha sido más disperso debido, que al final del experimento se encontraron plantas en el estado fenológico EF2, estadio fenológico de 1022 a 1028. Se registraron valores en los intervalos de n4 (42 %), n1 (20 %), n5 (17 %), n3 (15 %), n2 (5 %) y n6 (2 %) respectivamente (Figura 6).

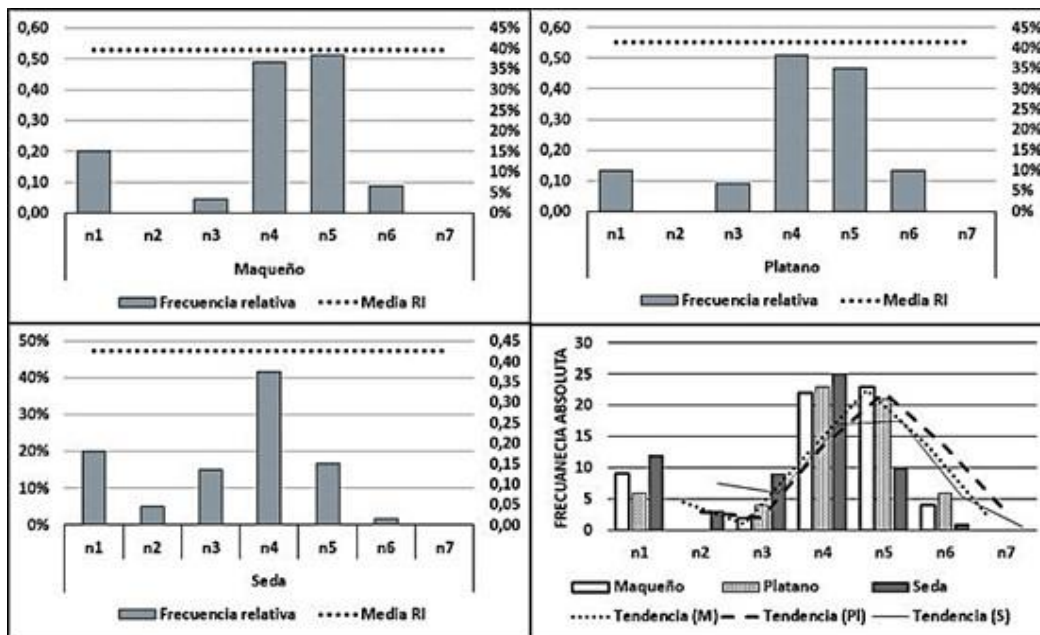


Figura 6. Frecuencia para la variable genotipo.

### Estadístico del análisis de frecuencia

El análisis ANOVA para dos variables (material de propagación y genotipos) indicó, que independientemente del material usado para la propagación, no existe una diferencia significativa entre las variedades. Y mediante el análisis de Levene nos reveló que existe igualdad de varianza en las muestras (Anexo 9). El análisis de correlación de Pearson, considerando ambas variables, señaló una asociación positiva significativa entre Maqueño y Plátano (Anexo 10).

El análisis de varianza, considerando solo para la variable de genotipos, demostró que no existe una diferencia significativa entre las variables así como también el análisis de LEVENE indicó que existe igualdad de varianza en las muestras (Anexo 11). El análisis de Pearson demostró que existe asociación significativa entre los genotipos (Anexo 12). El análisis de correlación indica existe asociación significativa entre los genotipos.

#### ***4.2.2.2. Índice de IR por eventos fenológicos.***

##### **Resultado del análisis descriptivo**

- a) **Plántulas provenientes de hijo brotado:** el genotipo Maqueño mostró un ligero crecimiento desde el valor de 0,55 en el estado fenológico EF1 llegando a 0,64 en el estado EF3 en un período de 91 días. Plátano tuvo el mayor crecimiento de IR entre los tres estados fenológicos llegando a un valor de 0,62 de 0,41 en un período de 77 días y no se cambió posteriormente (Anexo 24).
  
- b) **Plántulas nacidas de yema coronaria:** hubo variación de tiempo en el estado fenológico EF1 entre los genotipos; 21 días del Plátano, 35 días del Maqueño y 49 días de Seda respectivamente. Se registró muy poca variación en el valor de IR durante el estado EF2 llegando a un valor entre 0,46 y 0,48. En el estado EF2, el valor de IR subió a un valor de 0,52 y 0,51 en los casos de Maqueño y Plátano durante 77 días y se mantuvo posteriormente. Seda obtuvo un valor de IR de 0,42 al final del estado EF3. Los estados fenológicos tenían una duración total de 91 días (Anexo 24).
  
- c) **Plántulas nacidas de yema basal:** los valores de IR son similares en el caso de Maqueño y Plátano llegando a un valor de 0,63 y 0,60 respectivamente durante los estados EF2 y EF3 durante 77 días, los valores no se cambiaron posteriormente. En caso de Seda, el valor de IR subió de 0,31 en estado EF1 hasta 0,48 durante el estado EF2 y se elevó ligeramente a un valor de 0,51 en el estado de EF3. Los estados fenológicos tenían una duración total de 91 días (Anexo 24).

### **Análisis de biometría**

Los resultados para las variables material de propagación y genotipos ha demostrado que no existe una diferencia significativa entre las variables y existe igualdad de varianza para las muestras excepto para material de propagación, ha indicado que no hay igualdad de varianza en las muestras. El resultado de correlación mostró que hubo una asociación significativa excepto entre hijo brotado y yema basal y entre Maqueño y Seda (Anexo 25).

### **Análisis de frecuencia**

El análisis para material de propagación y genotipos demostró que no existe una diferencia significativa entre las variables y señalo que existe igualdad de varianza en las muestras excepto hijo brotado y se confirmó, que existe una asociación positiva significativa entre los tres genotipos independientemente del tipo de material de propagación (Anexo 26).

#### **4.2.2.3. Índice de área foliar (IAF).**

### **Análisis descriptivo**

El IAF permite estimar la capacidad fotosintética de las plantas y ayuda a entender la relación entre acumulación de biomasa y rendimiento bajo condiciones ambientales específicas. En base de los valores obtenidos para el índice de área foliar (IAF) (Tabla 6), se determinó el siguiente orden:

- a) Por el variable genotipos:
  - a. Maqueño > Plátano > Seda.
- b) Por el variable de material de propagación:
  - a. Hijo brotado: Maqueño = Plátano > Seda.
  - b. Yema coronaria: Plátano > Maqueño > Seda.
  - c. Yema basal: Maqueño > Plátano > Seda.

**Tabla 6.** Promedio del área foliar (AF) por genotipos y material de propagación.

<b>Genotipo</b>	<b>Índice</b>	<b>Genotipo</b>	<b>Índice</b>	<b>Genotipo</b>	<b>Índice</b>
<b>Maqueño</b>	<b>&gt;AF</b>	<b>Plátano</b>	<b>&gt;AF</b>	<b>Seda</b>	<b>&gt;AF</b>
<b>Tratamiento</b>		<b>Tratamiento</b>		<b>Tratamiento</b>	
Hijo brotado	517,14 *	Hijo brotado	434,80 *	Hijo brotado	240,58 *
Yema coronaria	237,43 *	Yema coronaria	238,67 *	Yema coronaria	99,16 *
Yema basal	269 *	Yema basal	209,68 *	Yema basal	141,21 *
<b>Promedios</b>	<b>333,60 *</b>		<b>286,14 *</b>		<b>165,10 *</b>

\* Significativa \*\* No Significativa.

(Anova MP: F=18,595 P=0,000 \* Anova G: F=8,795 P=0,001 \*)

### **Análisis de biometría**

Los resultados estadísticos para las variables de material de propagación y genotipos demostraron que existe una diferencia significativa entre las variables (Anexo 13). El análisis correlación indicó que existe una asociación positiva entre las variables de material de propagación y únicamente entre Maqueño - Seda y Plátano- Seda con respecto a genotipos (Anexo 14).

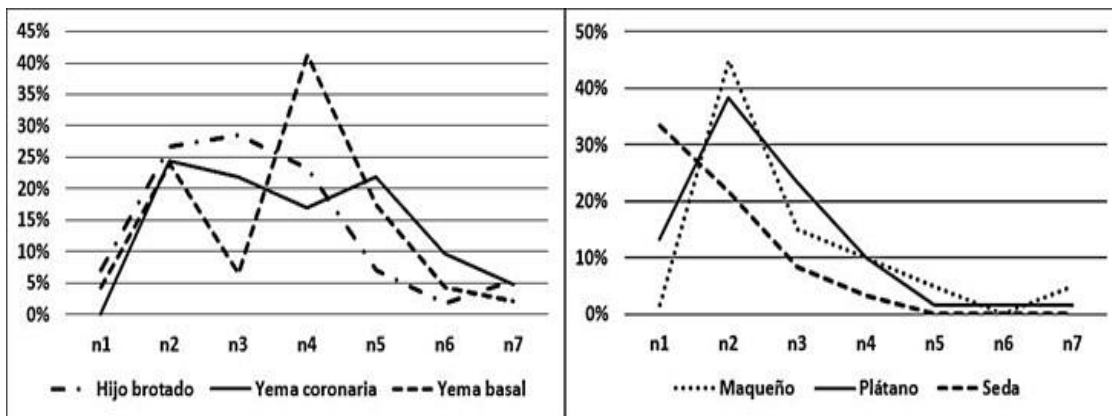
### **Análisis de frecuencia**

Se obtuvo mediante el rango de dominancia de intervalos (Min=153; Max=1068; TIC=152,55) en etapa fenológica V1, estadio fenológico entre 1032 y 1068 (Mínimo 3 hojas o más abiertos completamente).

Después de tres meses los valores de IAF por material de propagación: en caso de las plantas de hijo brotado se registraban principalmente entre los intervalos n2, n3 y n4 con la suma total de 79 % de las plantas, en cuanto a yemas coronarias mostraron una distribución con mayor diversidad (n2 = 24 %, n3 = 22 %, n4 = 17 %, n5 = 22 %, en total 85 %) indicando menos uniformidad y finalmente las provenientes de yemas basales mostraron la mayor uniformidad para la capacidad fotosintética debido a que el 41% de las plantas tenían un valor (IAF) que se ubicó en el rango de n4 (IAF n4 = 207-276) (Anexo 15).

El análisis de frecuencia para la variable genotipo muestra similar capacidad fotosintética de los plantones del genotipo Maqueño y Plátano dentro del rango dominante de IAF n2 (Maqueño: 45 %, Plátano: 38 %).

En el caso del genotipo Seda la capacidad fotosintética de las plantas es mucho menor dominando el rango n1 donde se ubicó 33 % de las plantas y solo 22 % de las plantas se clasificó en el rango n2. El rango máximo alcanzado por las plantas fue el n5 pero con un menor porcentaje de las plantas de los genotipos Maqueño y Plátano (Figura 7).



**Figura 7.** Resultado del análisis de frecuencia (IAF) por genotipo y material de propagación.

### Resultado estadístico del análisis de frecuencia

Los resultados estadísticos (variable material de propagación y genotipos) demostraron que no existe una diferencia significativa entre las variables y que existe igualdad de varianza en las muestras. Los resultados de correlación para las plantas provenientes de hijo brotado indicaron que no existe asociación y que solo hubo una asociación positiva significativa entre Maqueño y Plátano. En los casos de las plantas provenientes de yema coronaria y basal los resultados demostraron que no existe una asociación significativa entre las variables. (Anexo 16).

#### 4.2.2.4. Índice de área foliar por eventos fenológicos.

##### Resultado del análisis descriptivo

- a) **Hijo brotado:** durante el experimento, las plantas de genotipo Maqueño y Plátano produjeron incrementos progresivos de la Índice de AF muy similares, casi idénticos llegando a un valor promedio final de 465,28 cm<sup>2</sup>. En caso de las plántulas de Seda este incremento ha sido progresivo, pero con valores de casi la mitad comparando con los otros dos genotipos (236,45 cm<sup>2</sup>) (Anexo 27).
- b) **Yema coronaria:** desde la segunda mitad del experimento, las plantas de genotipo Maqueño y Plátano produjeron incrementos progresivos, pero con valores diferentes. El Plátano alcanzó a un valor promedio de 216,13 cm<sup>2</sup> y el maqueño a 186,88 cm<sup>2</sup> para el índice de AF. En el caso de las plántulas de Seda, el incremento de AF ha sido lento y tardío llegando a un valor promedio final de 43,88 cm<sup>2</sup> (Anexo 27).
- c) **Yema basal:** las plántulas de los tres genotipos mostraron incrementos progresivos con un comportamiento fenológico similar los valores promedios finales alcanzados eran en orden de incremento: Maqueño (201,88 cm<sup>2</sup>) > Plátano (194,93 cm<sup>2</sup>) > Seda (103,50 cm<sup>2</sup>), los cuales son 43 %, 42 % y 22 % de los valores promedios calculadas para las plántulas de maqueño y plátano de yema basal (Anexo 27).
- d) **Análisis de IAF por genotipo:** el comportamiento también era similar lo que se observó en caso de las plantas de hijo brotado. Los valores promedios finales alcanzados eran en orden de incremento: Maqueño (299,63 cm<sup>2</sup>) > Plátano (283,05 cm<sup>2</sup>) > Seda (124,95 cm<sup>2</sup>), los cuales son 64 %, 61 % y 27 % de los valores promedios calculados respectivamente (Anexo 27).

### **Resultado del análisis de biometría**

El análisis para el material de propagación ha señalado que existe una diferencia significativa entre las variables y existe igualdad de varianza en las muestras (Anexo 28). Mientras que el análisis de la correlación reveló que hubo una asociación positiva significativa entre las variables (Anexo 29).

El análisis para genotipos manifestó que no existe una diferencia significativa entre las variables y que existe igualdad en las muestras (Anexo 28). Los resultados de correlación revelaron que hubo una asociación positiva significativa entre Maqueño y Plátano y que ocurrió una asociación negativa significativa entre Maqueño y Seda y entre Plátano y Seda (Anexo 29).

### **Estadístico del análisis de frecuencia**

El análisis para el material de propagación demostró que no existe diferencia significativa entre las variables y existe igualdad de varianza en las muestras excepto la yema coronaria demostrando que no hay igualdad de varianza en la muestra. Los resultados de correlación para las plantas de hijo brotado y yema basal indicaron que hubo una asociación positiva significativa entre los tres genotipos mientras que las plantas de yema coronaria indicaron que hay una asociación positiva significativa entre Maqueño y Plátano, pero que no existe asociación entre Maqueño y Seda y entre Plátano y Seda (Anexo 30).

El análisis para genotipos ha demostrado que no existe una diferencia significativa entre los variables además existe igualdad de varianza en las muestras mientras el análisis correlación confirmó, que existe una asociación positiva significativa entre los tres genotipos, (Anexo 30).

#### ***4.2.2.5. Índice de calidad de Dickson (ICD.)***

### **Resultado del análisis descriptivo**

Este índice es el mejor parámetro para indicar la calidad de planta. Cuando el valor de índice es mayor, la calidad de planta es mejor. El resultado de los valores registrados del comportamiento morfo métrico de las variables (Tabla 7), proporcionó el siguiente orden de  $ICD_{MEDIA}$ :

- a) Por genotipos:
  - a. Maqueño > Seda > Plátano
- b) Por material de propagación:
  - a. Hijo brotado: Maqueño > Plátano > Seda
  - b. Yema coronaria: Maqueño > Plátano > Seda
  - c. Yema basal: Seda > Maqueño > Plátano

**Tabla 7.** Índice de (ICD) promedio por genotipos y materiales de propagación.

<b>Índice (ICD)</b>			
<b>Tratamiento</b>	<b>Maqueño</b>	<b>Plátano</b>	<b>Seda</b>
Hijo brotado	55,52	53,20	38,89
Yema coronaria	23,29	23,50	13,28
Yema basal	19,64	14,12	38,12
<b>Promedios</b>	<b>29,81</b>	<b>26,04</b>	<b>27,00</b>

### **Resultado del análisis de biometría**

El análisis de varianza para material de propagación ha demostrado que existe una diferencia significativa entre las variables pero el análisis de varianza para genotipos ha demostrado que no existe una diferencia significativa entre los genotipos. El análisis de LEVENE indicó que existe igualdad de varianza en las muestras. Los promedios de todos los grupos están considerados iguales.

En otras palabras, la diferencia entre las varianzas de todos los grupos no es lo suficientemente grande como para ser estadísticamente significativa. El test de Tukey HSD / Tukey Kramer indicó que no hay diferencias significativas entre las variaciones de cualquier par. Los resultados de la correlación para la variable material de propagación indicaron que existe una asociación positiva entre las variables, pero para la variable genotipos no existe asociación entre las variables excepto para Maqueño y Plátano (Anexo 17).



## Resultados del análisis de frecuencia

Mediante el rango de dominancia de intervalos (Min=15; Max=95; TIC=10) en etapa fenológica V1, estadio fenológico entre 1032 y 1068 (Mínimo 3 hojas o más abiertos completamente) se pudo observar que:

En el caso de los plántones provenientes de hijos brotados, la distribución de las plantas es bastante similar en los rangos de n1 al n6 (de 12 % a 15 %) con la excepción del rango sobre saliente de n5 (23 %). En el caso de yemas coronaria y basal, crecieron la mitad de las plantas y se ubicaron en el rango n1. Sin embargo, las plantas provenientes de yema coronaria alcanzaron un valor alto de 14 % en los rangos n4 y n5 respectivamente (Anexo 18).

Igualmente el análisis para los genotipos demostró, los plántones del genotipo Maqueño se ubicaron entre los rangos de n3 a n6 y con un valor de 27 % en el rango n7 y en el rango n10 se registró 10 %. En el caso del genotipo Plátano, la mayoría de los plántones se ubicaron entre los rangos n1 y n4 con el mayor porcentaje en el rango n2 (27 %). Las plantas del genotipo Seda se dispersaron entre los rangos de n2 hasta n9 con un porcentaje bajo, pero un tercer parte de todas las plantas se ubicaron en el rango n1 con valores más altos (30 %) (Figura 8).

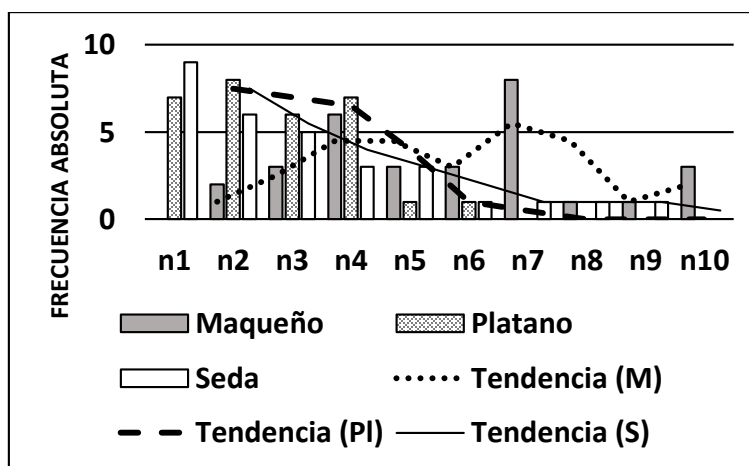


Figura 8. Resultado del Análisis de Frecuencia de (ICD) por genotipo.

## Resultado estadístico del análisis de frecuencia

Los resultados estadísticos (material de propagación) demostraron que los plántones provenientes de hijos brotados y yemas coronarias no tienen una diferencia significativa poseen igualdad de

varianza en las muestras he indicaron que no existe asociación significativa entre los genotipos. Igual manera, en caso de las plantas de yema coronaria, no existe asociación significativa entre Maqueño y Plátano y entre Maqueño y Seda, pero si existe una asociación positiva entre Plátano y Seda. Para las plantas de yema basal el análisis mostró lo contrario, que existe una asociación fuertemente significativa entre Maqueño y Plátano, pero no existe asociación significativa entre Maqueño y Seda y entre Plátano y Seda.

Los resultados para los genotipos demostró que no existe una diferencia significativa entre los genotipos y se confirmó, que existe igualdad de varianza en las muestras así mismo indicaron que no existe asociación significativa entre Maqueño y Plátano y entre Maqueño y Seda, pero existe una asociación positiva entre Plátano y Seda (Tabla 8).

**Tabla 8.** Índice Dickson: análisis frecuencia resultados de Anova, Levene y correlación de Pearson de las variables para la frecuencia.

<b>ÍNDICE DE CALIDAD DE DICKSON (ICD) - FRECUENCIA ABSOLUTA</b>								
	<b>Por material de propagacion</b>						<b>Por Genotipo</b>	
	<b>Hijo brotado</b>		<b>Yema coronaria</b>		<b>Yemas basal</b>			
<b>ANOVA</b>	F= 0,000 P=1,000 **		F= 0,000 P=1,000 **		F= 0,000 P=1,000 **		F= 0,000 P=1,000 **	
<b>LEVENE</b>	F= 0,598 P=0,559 *		F= 0,346 P=0,711 *		F= 1,307 P=0,292 *		F= 2,960 P=0,069 *	
F= Estadístico de contraste de comparación.					P: Probabilidad del 5% de significancia.			
* Significativa ** No Significativa.					* Existe igualdad ** No existe igualdad.			
	<b>Hijo brotado</b>		<b>Yema coronaria</b>		<b>Yema basal</b>			
	<b>PEARSON R</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>P</b>
<b>Maqueño-Plátano</b>	0,547	0,161 **	0,582	0,131 **	0,932	0,001 *	0,106	0,771 **
<b>Maqueño-Seda</b>	0,290	0,486 **	0,594	0,120 **	0,048	0,910 **	-0,371	0,292 **
<b>Plátano-Seda</b>	-0,389	0,341 **	0,747	0,033 *	0,099	0,815 **	0,842	0,002 *

\* Existe correlación \*\* No existe correlación.

### 4.2.3. Calidad biológica

#### 4.2.3.1. Incidencia de plagas y enfermedades.

#### Resultado del análisis descriptivo

En cuanto confiere a la calidad biológica del ensayo, se pudo observar lo siguiente:

- a) Incidencia de plagas: Ninguno
- b) Incidencia de enfermedades: Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola* L.)
- c) Fecha inicial de ocurrencia: 14 de noviembre de 2020 (56 días después de la siembra)

**Plantas infectadas por genotipos:** En las plantas del genotipo Seda fue el menos afectado entre los tres genotipos, seguido por las plantas de Maqueño. La mayor ocurrencia de sigatoka amarilla se observó en el genotipo Plátano registrando mayor plantas infectadas sobre el total de las plantas vivas, lo cual es igual a 55,6 % (Tabla 9).

**Tabla 9.** Incidencia de sigatoka Amarilla.

Genotipos	Incidencia de la enfermedad		
	Plantas vivas	Plantas infectadas	Infectadas %
Maqueño	52	26	50,0 %
Plátano	54	30	55,6 %
Seda	48	22	45,8 %

### Plantas infectadas por material de propagación:

**Hijo brotado:** Los registros demostraron diferencias grandes entre los genotipos. De todas las plantas infectadas el más afectado fue el genotipo Seda con un total de 84,2 %. (Tabla 10).

**Yema coronaria y yema basal:** No se registró grandes diferencias entre Maqueño y Plátano. En caso de plantas provenientes de yema coronaria, y de igual manera para las plantas de yema basal (Tabla 10).

Las incidencias de esta enfermedad en Seda fueron muy diferentes en comparación a los otros genotipos. A parte de la ocurrencia significativamente mayor en las plantas provenientes de hijos brotados, se registró un 42,9 % de infección entre las plantas de yema basal y no se observó infecciones en las plantas de yema coronaria (Tabla 10).

**Tabla 10.** Relación entre plantas vivas e infectadas por *Mycosphaerella musicola* L. dependiendo el material de propagación y genotipo.

Incidencia de la enfermedad			
Material de Propagación	Plantas vivas	Plantas infectadas	Infectadas %
Maqueño hijo brotado	20	6	30,0 %
Maqueño yema coronaria	16	11	68,8 %
Maqueño yema basal	16	9	56,3 %
Plátano hijo brotado	20	12	60,0 %
Plátano yema coronaria	17	9	52,9 %
Plátano yema basal	17	9	52,9 %
Seda hijo brotado	19	16	84,2 %
Seda yema coronaria	15	0	0,0 %
Seda yema basal	14	6	42,9 %

#### 4.2.3.2. Índice de hojas totales (HT).

##### Análisis descriptivo

Se contabilizó a un total de 579 hojas funcionales, de los cuales se registró 407 hojas en el grado G-0 (70,29%) y 364 hojas en estadio E-0 (68,2%) considerando hojas sanas sin síntomas visibles de esta enfermedad. Se contó 59 hojas (10,19%) en el grado G-6 (El grado más severo. Más del 50% del área foliar enferma) y 69 hojas (12,9%) en el estadio E-6 (Necrosis: El centro de la mancha se seca y necrosa, toma un color gris) (Figura 9).

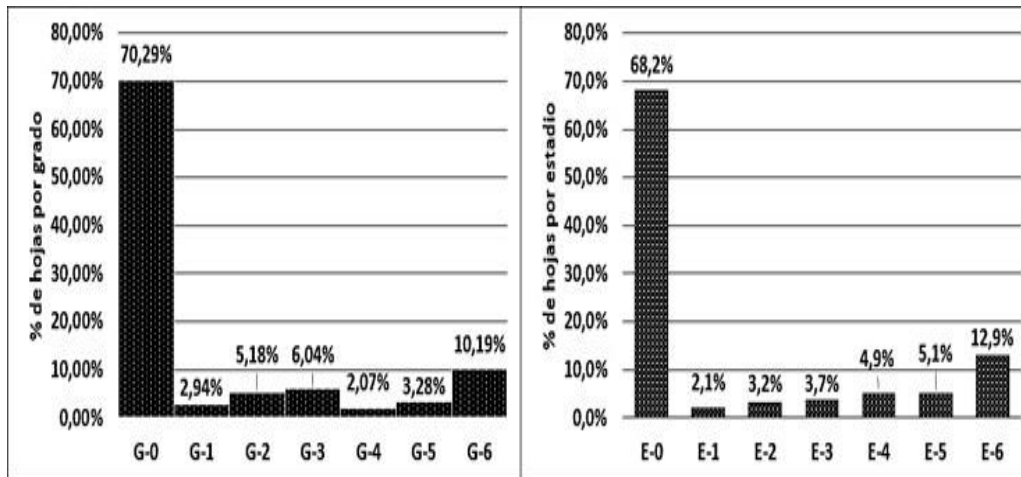


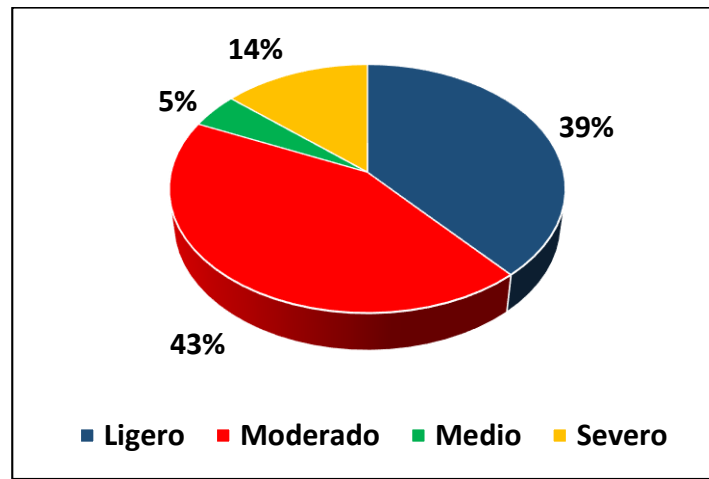
Figura 9. Grados y estadios de hojas infectadas por *Mycosphaerella musicola* L.

#### 4.2.3.3. Índice de promedio ponderado de infección (PPI).

El valor de PPI debe de mantenerse por debajo de 0,5 para evitar que la enfermedad ocasione daños en el crecimiento de la planta y en el rendimiento y calidad del fruto. El índice de daño será mayor según aumenta el PPI. Un índice de más de 2,5 ya se considera una incidencia severa y causa serios daños en la plantación.

##### Resultado del análisis descriptivo

El análisis de la severidad de infección mostró un 39 % de infección ligera, 43 % moderada, 5 % media y un 14 % severa (Figura 10).



**Figura 10.** La severidad de infección de las plantas por *Mycosphaerella musicola* L.

Lo más afectadas eran las plantas del genotipo Seda seguido por el genotipo Maqueño. Lo menos afectados eran las plantas del genotipo Plátano, donde no se registró infecciones medias o severas (Anexo 19).

#### **Resultado estadístico del análisis de PPI**

El análisis estadístico de PPI demostró que no existe una diferencia significativa entre los genotipos y existe igualdad de varianza en las muestras además indicaron que existe una asociación positiva significativa entre Maqueño y Plátano. Así mismo indicaron que no existe asociación significativa con el genotipo Seda (Anexo 20).

#### **4.2.3.4. Índice de hoja más joven enferma (HMJE).**

#### **Resultado del análisis descriptivo**

El índice de hoja más joven enferma (HMJE) indicó el progreso de la enfermedad; cuanto más jóvenes las hojas con síntomas, mayor es la incidencia de la enfermedad. Los registros de HMJE revelan que la enfermedad ha progresado moderadamente, debido a que las hojas afectadas pertenecen a las dos hojas más viejas. Entre los genotipos, las plantas de Seda donde la enfermedad

progresaba considerablemente, en las tres hojas más jóvenes, en el caso de Maqueño y Plátano solo en la 3ra hoja más joven se observó incidencia, respectivamente (Tabla 11).

**Tabla 11.** El progreso de la enfermedad de la Sigatoka amarilla según el índice de HMJE.

<b>HMJE</b>	<b>Maqueño</b>	<b>Plátano</b>	<b>Seda</b>	<b>Total</b>
Hoja 5	0,0 %	0,0 %	4,3 %	1,4 %
Hoja 4	0,0 %	0,0 %	21,7 %	6,8 %
Hoja 3	4,5 %	20,7 %	30,4 %	18,9 %
Hoja 2	68,2 %	41,4 %	34,8 %	47,3 %
Hoja 1	27,3 %	37,9 %	8,7 %	25,7 %
Total	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

#### **4.2.4. Calidad genética**

##### **Resultado del análisis descriptivo**

En el inicio del experimento se determinó la calidad genética de la material de propagación por genotipos a través del rendimiento de la plantación madre. En la edad de ocho meses se cosechó diez cormos de cada genotipo dado en un total de 30 cormos para el análisis.

El comportamiento genético de los genotipos indicó, que el mayor número de yemas produce el genotipo Maqueño, seguido el genotipo Seda y Plátano.

Los resultados del análisis de material de propagación por planta proporcionaron el siguiente resultado por orden (Anexo 31):

- a) Hijos brotados: Maqueño (46 %), Plátano (39 %) y Seda (35 %)
- b) Yemas coronarias: Seda (39 %), Maqueño (31 %) y Plátano (23 %)
- c) Yemas basales: Plátano (38 %), Seda (26 %) y Maqueño (23 %)

El resultado del análisis por genotipo ha sido el siguiente (Anexo 31):

- a) Hijos brotados: Maqueño (42 %), Plátano (30 %) y Seda (28 %)
- b) Yemas coronarias: Seda (41 %), Maqueño (36 %) y Plátano (23 %)
- c) Yemas basales: Plátano (41 %), Maqueño (30 %) y Seda (29 %)

### **Descripción del estado morfológico y fenológico de las yemas:**

- a) **Hijos brotados (Llamados “cebollines):** se encontraron en diferentes fases de la inducción de brotación, la mayoría sin o poco raíces en formación y en un rango de peso entre 200 a 400 g correspondiente a la etapa fenológica V0 (Brotación y emergencia), estado fenológico EF1 (Plántulas con hoja bandera rudimentaria) y en los estadios 10 100 1 000 (Estado 0 de candela). Y 1 002 (1ra hoja en estado 2 de candela).
  
- b) **Yemas coronarias y yemas basales:** obtenidos a través de extracción de yemas laterales con meristemas en diferentes etapas de desarrollo. Las yemas coronarias (Llamadas yemas axilares) se originaron en las axilas de las hojas y las yemas basales (Llamadas brotes adventicios) se originaron en la base del explante o cormo. Las yemas correspondieron a la etapa fenológica V0 (Brotación y emergencia), estado fenológico EF0 (Yemas latentes) y el estadio 00 000 0000 (Material recién sembrado con ausencia de crecimiento visible).

#### **4.2.5. Análisis de rendimiento y costo**

##### **Resultado del análisis descriptivo**

Se analizó la productividad de los diferentes métodos de Macropropagación con la finalidad de comparar con el método de extracción de yemas (Tabla 12).



**Tabla 12.** Tabla comparativa del rendimiento los diferentes métodos de macro-propagación.

<b>Método de Macro-propagación</b>	<b>Fase 1</b>		<b>Fase 2</b>		<b>Fase 3</b>		<b>Rendimiento</b>	
	<b>Brote</b>	<b>Días</b>	<b>Brote</b>	<b>Días</b>	<b>Brote</b>	<b>Días</b>	<b>No./ planta</b>	<b>Días</b>
Inducción de cebollines en campo	5	45	9	60	0	0	<b>45</b>	<b>105</b>
Método de Hamilton	15	270	0	0	0	0	<b>15</b>	<b>270</b>
Multiplicación in situ con biorreguladores	1	300	5	30	10	30	<b>50</b>	<b>360</b>
División de cormos y técnica PIF	10	300	0	0	0	0	<b>10</b>	<b>300</b>
Técnica de TRAS	5	30	5	120	0	0	<b>25</b>	<b>150</b>
Método de propagación en cámara térmica	6	30	60	6	0	0	<b>6</b>	<b>60</b>
Técnica de CRAS (Extracción de yemas y brotes)	10	75	0	0	0	0	<b>10</b>	<b>75</b>

El resultado del experimento indicó que utilizando el método de extracción de yemas y brotes se puede producir un promedio de diez plantones (9,71) por cada explante en un término de 75 días. El periodo más corto requiere el método de propagación en cámara térmica, lo cual se realiza en promedio de 60 días con una productividad de 6 plantones por explante en contrario al método de multiplicación in situ con biorreguladores, lo cual produce 50 plantones por explante en término de 360 días.

El costo de la producción por plantón usando el método de extracción de yemas y brotes varía entre \$ 0,84 y \$1,01 dependiendo las características de la línea tecnológica aplicada, siendo el más caro la producción en fundas de vivero (\$1,01), seguido por la producción en cantero y/o camas (\$0,84). Lo más barato es la producción en camellones en el campo (\$0,84), lo cual a la vez es lo más riesgoso también considerando la calidad biológica (Tabla 13).

**Tabla 13.** Estructura de costos usando el método de Extracción de yemas y brotes.

<b>Centro de Costos</b>	<b>CRAS 1</b>	<b>CRAS 2</b>
Transporte de insumos	\$20,00	\$20,00
Elaboración de camas	\$36,00	\$36,00
Arena limosa	\$17,00	\$17,00
Aserrín	\$3,00	\$3,00
Fundas de vivero	\$8,00	\$0,00
Llenado de fundas	\$18,00	\$0,00
Cosecha	\$36,00	\$36,00
Limpieza y riego	\$18,00	\$18,00
<b>Costo total</b>	<b>\$156,00</b>	<b>\$130,00</b>
<b>Costo por plantón</b>	<b>\$1,01</b>	<b>\$0,84</b>

## 5. DISCUSIÓN

El comportamiento fisiológico de las plantas cumplió con las expectativas. Entre los genotipos el Plátano y el Maqueño logró obtener el 90 % y 87 % enraizamiento de las plantas, aunque las plantas del genotipo Seda tampoco bajaron de 80 %. Este resultado comparado con los resultados publicados por otros autores es mucho mejor. Las plantas propagadas con el método Hamilton produjeron 75% de los plantones enraizado y en el caso de propagación con el método del uso de biorreguladores este valor ha sido solo 71 % (Garcia, 2016).

Entre los tipos de material de propagación, los hijos brotados tuvieron el mejor resultado de enraizamiento con un valor de 98 %, aunque las yemas coronarias (80 %) y yemas basales (78 %) también superaron los resultados de los otros dos métodos. Rueda-Sánchez *et al.* (2018) señala que una planta de calidad debe presentar un relación biomasa aérea/radical lo más baja posible para asegurar su sobrevivencia en campo. Concluyendo con la opinión Garcia (2016), señala que la relación parte aérea/raíz baja indica que las raíces son abundantes con respecto al follaje y por lo tanto habrá mayor capacidad para evitar o soportar la deficiencia hídrica, por lo que se verá favorecida la sobrevivencia de los plantones. El genotipo Seda de la investigación realizada respondió mejor al método aplicado, produciendo las plantas más bajas y vigorosas (0,30) con respecto a los genotipos Plátano y Maqueño los cuales obtuvieron resultados próximos (0,37 y 0,35 respectivamente), considerando esto se puede expresar que es un resultado satisfactorio.

Los resultados para el IAF, comprobaron que las plantas del Maqueño y Plátano mostraron un crecimiento dos veces mayor que las plantas de Seda. De Igual manera, el análisis de LEVENE manifestó que si bien hubo igualdad de varianza en la frecuencia de las muestras, no existió asociación entre el genotipo Seda y los otros dos genotipos siendo el genotipo Seda el que menos respondió al tratamiento. Como se esperaba, las plantas provenientes de hijos brotados (cebollines) alcanzaron el mejor resultado con valores mayores de IAF, mientras que las plantas, de origen de yemas coronarias y basales, obtuvieron valores bajos y similares entre sí. Se observó y se

comprobó, que después un crecimiento lento durante los primeros 30 días, la capacidad fotosintética de las plantas aumentó aceleradamente. Después de aproximadamente 60 días, el aumento del índice se disminuye y a partir de los 80 días no se observó cambios significantes en el valor de IAF indicando, que la planta consumió en su totalidad a los nutrientes disponibles en la reserva del tejido del explante.

El hecho, que el crecimiento de las plantas no ha sido afectado por la ausencia de nutrientes del suelo indica que la siembra con suficientes reservas de tejido del explante, garantiza el desarrollo adecuado sin la aplicación de fertilizantes adicionales. Sin embargo, la mayoría de las publicaciones sobre los diferentes métodos de macro-propagación recomiendan fertilización adicional. Palencia *et al.* (2006) propone que usando el método de inducción de cebollines, se debe realizar la aplicación inicial de materia orgánica y urea. Así mismo Erick *et al.* (2004) menciona en su descripción de la técnica de propagación TRAS, que se procede la siembra de los cormos en canteros previamente acondicionados en donde se someterán a riego y fertilización, respectivamente. Además Garcia (2016), indica que usando la técnica “Split corm” es recomendable utilizar sustratos ricos en materia orgánica y nutrientes.

Asumiendo que el índice de robustez, debe ser menor a 0,6 debido a que es un indicador de la resistencia de la planta a la desecación por el viento, de la supervivencia y del crecimiento potencial en sitios secos. El menor índice de robustez indica que la planta es más vigorosa y por lo tanto de mayor calidad, por lo contrario valores altos indican que la planta es menos fuerte al producirse desproporción entre la altura y el diámetro. En este sentido lo ideal es que este índice sea lo menor posible, dado que por encima de este valor la planta puede sufrir daño por vientos y sequía. Por lo tanto el índice de esbeltez estima el grado de resistencia mecánica de las plantas a factores abióticos adversos (Garcia, 2016).

El análisis de biometría claramente indicó, que existe diferencia significativa entre los tres materiales de propagación. Aunque existe correlación entre las yemas coronarias y basales, entre Hijos brotados y los otros dos tipos de yemas no hay. La razón se encuentra en el hecho, que los brotes usados para el ensayo estaban en diferentes estados de desarrollo. El análisis de frecuencia

demonstró gran uniformidad de robustez para todos los genotipos debido que 90% de las plantas se ubicaron dentro de lo mismo rango.

El análisis de IR por eventos fenológicos confirmó el resultado obtenido de IAF. Las plantas no mostraron cambios después de 77 días de crecimiento, manteniendo el mismo índice de robustez y finalizando el crecimiento usando las reservas disponibles. Un detalle interesante es, que mientras el genotipo mantenía lo mismo rango de IR para las plantas provenientes de Hijos brotados durante todas las etapas, estados y estadios fenológicos, los genotipos Plátano y Seda mostraron un crecimiento de valor para IR durante todo el período hasta alcanzar el valor final después de 77 días.

Este hecho es una indicación, que no todos los genotipos responden en la misma manera al tratamiento cuando la material de propagación es hijos brotados (cebollines). El análisis de biometría confirmó esta observación, debido que el Plátano que se ubicó entre los otros dos genotipos tenía correlación con ambos, pero entre Maqueño y Seda no se detectó ninguna asociación significativa. Lo mismo se observó entre las materiales de propagación. Entre yemas coronarias y los otros tipos de yemas/brotes hubo asociación, pero entre hijos brotados y yemas basales no. Los métodos y técnicas de propagación basados en el uso de cebollines pueden causar variaciones significativas en la uniformidad del producto final de algunos genotipos, dependiendo el estado vegetativo del brote en la fecha de propagación.

Probablemente, entre todos los indicadores, el Índice de Calidad Dickson es el que mejor describe la calidad de una planta. Según Garcia (2016), a través de la integración de características morfológicas y fisiológicas, es una medida integral del vigor de la planta, donde valores altos de este índice representan una mejor calidad, indicando así una mayor potencialidad de adaptarse y desarrollarse en un ambiente particular. De hecho, los resultados del ensayo confirmaron esta opinión.

Los datos obtenidos indicaron que los diferentes genotipos responden diferente al tratamiento, aunque estadísticamente no existe diferencia significativa entre ellos, lo cual ha sido demostrado a través del análisis de ANOVA. Maqueño alcanzó al mejor índice de calidad, seguido por Seda y por ultimo por el Plátano. Sin embargo, observando los resultados por el aspecto de material de

propagación, la diferencia es significativa. Las plantas del genotipo Maqueño y Plátano tenían similares resultados para hijos brotados y yemas coronarias con un índice casi doble que las plantas del genotipo Seda.

Por otro lado, las plantas de yemas basales de estos dos genotipos respondieron pobremente al tratamiento, mientras que las plantas de Seda alcanzaron un valor alto (38,12), lo que causó, que las plantas de Plátano quedaron detrás de las plantas de Seda. Este comportamiento morfológicos de los genotipos se comprobó con los resultados del análisis de correlación Pearson indicando una asociación significativa entre Maqueó y Plátano ( $r = 0,533$ ,  $p = 0,002$ ), mientras que ninguno de los dos genotipos tenía asociación con el genotipo Seda.

Sin embargo este resultado solo no ayuda establecer procedimientos claros para la propagación de esta especie, claramente señala un comportamiento muy diferente del genotipo Seda al tratamiento. Analizando la tabla de frecuencia se observó mayor uniformidad de las plantas de Maqueño y Plátano dentro de los rangos medianos y los rangos más altos es en el caso de Seda para la variable hijo brotado. En el caso de las plantas de yema coronaria, el genotipo Seda demostró muchas variaciones y poco desarrollo incluyendo el más alto índice de mortalidad. Contra parte, las plantas provenientes de yemas basales del genotipo Seda mostraron una uniformidad alta (rangos n3 y n5). Las diferentes técnicas de macro-propagación generalmente recomiendan el uso de yemas axilares (Yemas coronarias) o hijos brotados (Cebollines) Garcia (2016), esto conlleva la pérdida del uso de las yemas basales.

Sin embargo, el ensayo demostró que algunos genotipos, como la Seda, responden mejor a la propagación de yemas basales, que los otros tipos de materiales de propagación y desarrollan plantones más uniformes. La uniformidad de los plantones es sumamente importante debido que posteriormente determina la uniformidad de la plantación. Tiene consecuencias serias en término de mano de obra, sobrevivencia, labores culturales, fitosanitarias y por último, en los costos.

En este aspecto, los resultados del ensayo indicaron diferencias similares que en caso de ICD entre los genotipos y materiales de propagación. Mientras que los genotipos Maqueño y Plátano produjeron plantones altamente uniformes correspondientes al estadio fenológico 1032-1038 y

1042-1048 (Maqueño: 82 %, Plátano: 85 %), en el caso del genotipo Seda se registraron tres estadios fenológicos más con un valor superior de 10% (Estadio 1022-1028: 13 %, estadio 1052-1058: 17 % y estadio 1062-1068: 17 %) mostrando el menos nivel de uniformidad entre los tres genotipos. El mismo análisis por material de propagación demostró, que independientemente del tipo de brote/yema, la mayoría de los plántones llegaron al mismo estadio fenológico dominando el estadio 1032-1038 y 1042-1048. La uniformidad ha sido excepcionalmente alta para las plantas provenientes de Yema coronaria. En este aspecto el experimento alcanzó un resultado excelente.

Con respecto a la calidad biológica no se observó incidencia de plagas, aunque el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) es altamente común en esta región del país, la ausencia de esta plaga obedeció a la selección de cormos y al tratamiento previo a la siembra, que garantizó la sanidad necesario del material de propagación. Respecto a la incidencia de enfermedades, se observó la presencia de Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola* L.) a los 56 días después de la siembra y se concluyó que es la enfermedad con mayor riesgo y difícil control para viveros de esta región. En caso del genotipo Seda, 80 % de las plantas infectadas corresponden a las plantas de origen hijos brotados. Este hecho ya es un señal que durante la selección de los explantes hay que tratar a elegir plantas con una edad no mayor de 4-5 meses, limitando el número de cebollines, por lo menos en el caso de Seda o genotipos con similar comportamiento.

En caso del índice de área foliar, a partir de 77 días disminuyó el ritmo de crecimiento de los tres genotipos, y presento pérdidas del número total de hojas por causas de la enfermedad. Sin embargo, en esta etapa de crecimiento vegetativo las plantas deberían mantener el ritmo de crecimiento. Entre los tres genotipos el más afectado por sigatoka era la Seda llegando a una infección severa de 33 % según el PPI. En cuanto al progreso de la enfermedad el más afectado ha sido el genotipo Seda. Los registros de HMJE indicaron que 56,5 % de las hojas infectadas de plantas de Seda fueron de las tres hojas más jóvenes.

El resultado del ensayo indicó que utilizando el método de extracción de yemas y brotes se puede producir un promedio de diez plántones (9,71) por cada explante en un término de 75 días. El único método que supera este resultado es la propagación en cámara térmica, lo cual se realiza en promedio de 60 días, pero el uso de cámara térmica eleva el costo de la producción

significativamente incluyendo también la inversión inicial requerida (Garcia, 2016). La inducción de cebollines de campo, dependiendo la técnica, puede producir diez plantones en 90 días (Garcia, 2016). Inclusivamente, la técnica de TRAS para producir 25 plantones requiere 150 días (Erick et al., 2004). La propagación in situ con biorreguladores para obtener 50 plantones por explante es de 360 días. El método utilizado durante el experimento puede producir 90-100 plantones por explante en término de diez meses superando en rendimiento de los métodos antes mencionados.



## 6. CONCLUSIONES

De manera general, se puede concluir que el método de “Extracción de tres tipos de yemas” es un método que posee un índice de enraizamiento que supera al 85 % independientemente del genotipo, además es un método de alta productividad y bajo costo. Produce plantas (clones) sanas y uniformes de buen vigor.

El resultado de los diferentes indicadores morfométricas indicó, que el comportamiento morfológico del genotipo Seda ha sido significativamente diferente y el mejor genotipo, mientras que los genotipos Maqueño y Plátano produjeron resultados similares mediante la utilización de este nuevo método.

Los hijos brotados que inicialmente tuvieron una des uniformidad en el crecimiento vegetativo debido a su estado, al final del ensayo manifestaron similares resultados con respecto a las plantas provenientes de yemas coronarias o basales demostrando que mediante este método se obtiene plantas uniformes.

Los plántones no requieren aplicación de fertilizantes durante los primeros 75 días, pero requieren suficiente reserva de nutrientes (diez centímetros de diámetro y 250 g), por tal motivo el criterio del tipo de sustrato utilizado, debe enfocarse en la estructura y textura garantizando un sustrato que facilite el desarrollo radical y la retención de humedad.

Mediante la aplicación de este nuevo método de extracción que incluye los tres tipos de yemas se consiguió producir gran cantidad de plántones de *Musa paradisiaca* de calidad.

## **7. RECOMENDACIONES**

Realizar una buena selección positiva de las plantas madres, que presenten buenas características de sanidad y calidad de racimo.

Las plantas madres seleccionadas no deben tener más de 4-5 meses de edad, aunque el primer ciclo de producción (clonación de la generación) necesitan plantas con racimos producidos.

Cada semilla debe llevar una fracción de corno del explante de aproximadamente 250 g o superior, para garantizar la cantidad de reservas de nutrientes para el crecimiento de los plántones.

Utilizar el método en canteros con la finalidad de obtener un medio que facilita enraizamiento y la cosecha de plántones sin mayor daño al sistema radical.

Realizar otros estudios en la que se evalúen densidades de siembra, así como la fertilización en la fase de crecimiento a partir del trasplante y producción de fruta.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, M., Reyes, G., & Acuña, M. (2004). Métodos alternativos de propagación de semilla agámica de plátano (*Musa sp.*). *Guía técnica UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA Dirección de Investigación, Extensión y Postgrado (DIEP)*, 1, 20.
- Álvarez, E., Ceballos, G., Gañán, L., Rodríguez, D., González, S., & Pantoja, A. (2013). Producción de material de 'siembra' limpio en el manejo de las enfermedades limitantes del plátano. *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*. <https://doi.org/10.1007/s00424-004-1343-9>
- AQUINO, E. J. Z. (2011). *Universidad nacional de piura*. 1-110.
- Arias, P., Dankers, C., Liu, P., & Pilkauskas, P. (2004). *La economía mundial del banano*. 95.
- Barrera, J., Cardona, C., & Cayón, D. (2011). El cultivo de plátano (*Musa AAB Simmonds*): Ecofisiología y manejo cultural sostenible. En *Editorial Zenú*. <https://editorialzenu.com/images/1467833541.pdf>
- Calle, H. (2014). La Sigatoka Negra en el Ecuador. *Sogat*.
- Castaño, Á. M., Aristizábal, M., & González, H. (2012). Requerimientos hídricos del plátano dominico- hartón (*Musa AAB Simmonds*) en la región santágueda (Palestina, Caldas). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15(2), 331-338. <https://doi.org/10.31910/rudca.v15.n2.2012.831>
- Cobeña, E. V. C., & López, R. S. L. (2018). *Dirección De Carrera : Agrícola*.
- Colmenares, M. (2007). *In duc ción de ye mas múl ti ples en Musa ( AAB ) Plá ta no “ Har tón Gi gan te ” con In mer sión Tem po ral Musa ( AAB ) “ Fal se Horn ” scalps in duc tion by tem po rary im mer sion*. 15(September), 331-340.
- Coto, J. (2009). *Guía para la multiplicación rápida de cormos de plátano y banano*. 14.
- Díaz-Granados, M. E. C., & Aguayo, S. L. H. (2010). Adaptacion de vitroplantas de banano (*Mussa AAA variedad Williams*) en condiciones de invernadero utilizando Bio-Fertilizantes.

*Tesis. Universidad católica de santiago de guayaquil.*

- Dickson, A., Leaf, A. L., & Hosner, J. F. (1960). Quality Appraisal of White Spruce and White Pine Seedling Stock in Nurseries. *The Forestry Chronicle*, 36(1), 10-13. <https://doi.org/10.5558/tfc36010-1>
- E. Héctor, A. Torres, S. Algoe, M. C. y A. L. (2007). Propagación in vitro del plátano macho (*musa sp. ABB*) clón sobrino con los bioestimulantes cubanos BB-6 y Biostan como sustitutos de los reguladores del crecimiento. *Cultivos Tropicales*, 28(1), 13-18.
- Elena Aguilar, M., Ortiz, J. L., & Sandoval, J. A. (2008). Embriogénesis somática en plátanos y bananos: Perspectivas y limitaciones. En *Corporación bananera Nacional [CORBANA]*. [https://doi.org/\(Serie técnica. Boletín técnico / CATIE](https://doi.org/(Serie_técnica_Boletín_técnico_CATIE))
- Erick, B., Martínez, A., Agr, I., & Aguilar, M. (2004). *Micropropagacion in vitro del clon de banano (Musa sp). enano ecuatoriano (AAA)*. 1-39.
- Fod and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2014). *Siembra Directa En Campo*. 1-7. <http://www.fao.org/3/CA2801ES/ca2801es.pdf>
- Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., Hernandez, J. B. P., Sandoval, J., & Rocha, H. S. (2018). Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(4). <https://doi.org/10.1590/0100-29452018574>
- García, A. G. (2016). Aplicación de biorreguladores para la macro-propagación del banano cv. Williams en cámara térmica. *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 397. <https://doi.org/10.15517/am.v27i2.24390>
- García, C. (2016). «BIORREGULADORES PARA LA PROPAGACIÓN INTENSIVA DEL BANANO WILLIAMS (*Musa AAA Simmonds*) EN CÁMARA TÉRMICA». 511, 114.
- García, M. (2007). Importancia de la calidad del plantín forestal. *XXII Jornadas Forestales de Entre Rios. Área Forestal de la EEA Concordia del INTA*, 1-10.
- Hartmann/Kester. (1998). Propagacion de Plantas. En *Universidad Nacional de Educacion* (p. 200). [http://www.une.edu.pe/fan/docs/expoferia/SEGUNDA UNIDAD - PROPAGACIÓN DE PLANTAS POR SEMILLA BOTÁNICA O SEXUAL.pdf](http://www.une.edu.pe/fan/docs/expoferia/SEGUNDA_UNIDAD_-_PROPAGACIÓN_DE_PLANTAS_POR_SEMILLA_BOTÁNICA_O_SEXUAL.pdf)

- INEC. (2016). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*, 23. <https://doi.org/10.4206/agrosur.1974.v2n2-09>
- Jiménez, R., Rengifo, D., Céspedes, C., & Suárez, P. (2008). Producción rápida de plantas de musáceas a partir de cormitos bajo sombra controlada. *Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF)*, 3, 1-28. [www.idiaf.org.do](http://www.idiaf.org.do)
- La Hora. (2007). *Zamora produce plátano de exportación : Noticias Zamora : La Hora Noticias de Ecuador, sus provincias y el mundo*. 25 Junio 2007. <https://lahora.com.ec/noticia/586301/zamora-produce-pltano-de-exportacin>
- Lloclla, I. R. (2014). *EFFECTO DEL SUSTRATO Y TIPO DE EVASE EN LA CALIDAD DE PLANTAS DE CEDRO LILA (Cedrela lilloi C. DC) EN VIVERO*. 125.
- MINAGRI. (2003). *Tecnología para la producción rápida de semilla (hijuelos) de Banano (Musa sp.) en campo*.
- Miranda, C. M. (2018). *Departamento Académico de Ciencias Agrarias*.
- Núñez, A. (2014). Edad adecuada de cosecha de brotes obtenidos mediante la eliminación de dominancia apical en cormos de banano Isla (Musa acuminata x Musa balbisiana) ABB en la zona en la zona de Sapotipo. *Universidad Nacional del litoral Facultad de Ciencias Agrarias.*, 56.
- Orzama, M. (2017). *INFLUENCIA DE TRES NIVELES DE CARBAMIDA SOBRE LA INDUCCIÓN DE HIJUELOS DE PLÁTANO (Musa AAB Simmonds) EN EL VALLE DEL RÍO CARRIZAL. AUTORA: 59*. <http://repositorio.espm.edu.ec/bitstream/42000/539/1/TA65.pdf>
- Palencia, G. E., Raúl, C., Santos, G., Martín, J. E., & Bucaramanga, S. (2006). *Manejo sostenible del cultivo del plátano*. Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA. [www.produmedios.com](http://www.produmedios.com)
- Quiroz, I., Flores, L., Pincheira, M., & Villarroel, A. (2001). *Manual de Viverización y Plantación de Especies Nativas*. 159.
- Radice, S. (2014). *Morfogénesis in vitro II . -Capítulo 1 Morfogénesis in vitro*. July 2010.

- Reyes, G., Carcache, E. R., López, R., & García, R. (2004). *La calera*. 39-47.
- Rodríguez-Garay, B., Gutiérrez-Mora, A., & Acosta-Dueñas, B. (1996). Somatic embryogenesis of *Agave victoria-reginae* Moore. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 46(1), 85-87. <https://doi.org/10.1007/BF00039700>
- Royo, A., Brichler, T., Rose, R., & Pardos Minguez, M. (1998). La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Forest Systems*, 7(1), 109-121. <https://doi.org/10.5424/594>
- Rueda-Sánchez, A., Benavides-Solorio, J. D. D., Saenz-Reyez, J. T., Muñoz Flores, H. J., Prieto-Ruiz, J. Á., & Orozco Gutiérrez, G. (2018). Calidad De Planta Producida En Los Viveros Forestales De Nayarit. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 5(22), 58-73. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v5i22.350>
- Torres, S. (2012). Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira. *Hidalgo Impresores E.I.R.L.*, 72.
- Villalón, H., Ramos, J. C., Vega, B. M., & Muños, M. A. (2016). Indicadores de calidad de la planta de *Quercus canby* Trel . ( encino ) en vivero forestal. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 12(1), 46-52.
- Zhang, S., & Lemaux, P. G. (2004). Molecular analysis of in vitro shoot organogenesis. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 23(4), 325-335. <https://doi.org/10.1080/07352680490484569>

## 9. ANEXOS

### Anexo 1.



**Figura 11.** Limpieza, extracción y siembra de yemas.

Anexo 2.

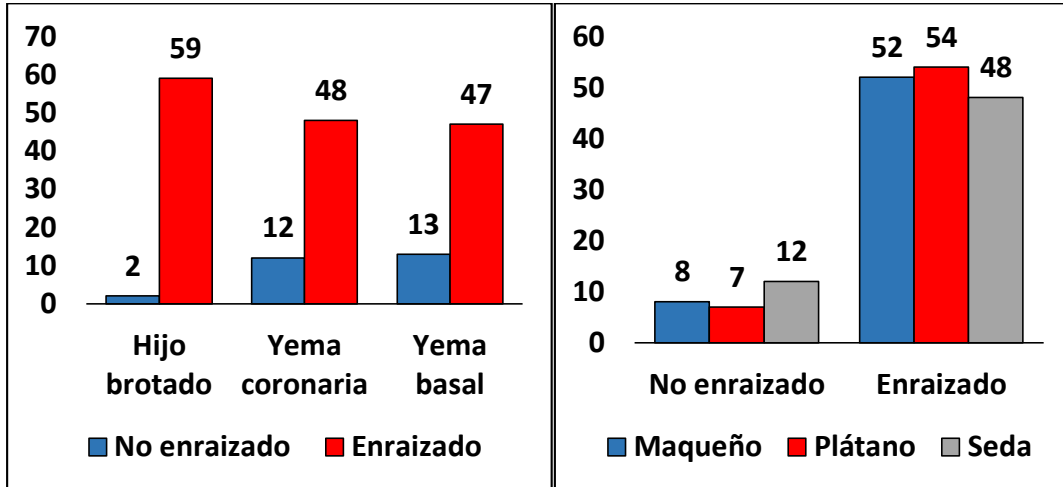


Figura 12. Resultados de enraizamiento de las variables material de propagación y genotipos.



Anexo 3.

Fase	Etapas	Designación	Descripción
V E G E T A T I V A	V0	Brotación y emergencia	Desde el momento de la siembra hasta la aparición de la primera hoja funcional.
	V1	Plántula	Desde la aparición de la primera hoja funcional hasta la aparición del primer hijuelo.
	V2	Formación de hijuelos	Desde la aparición del primer hijuelo hasta el inicio del alargamiento de entrenudos.
R E P R O D U C T I V A	V3	Alargamiento inicial de entrenudos	Desde el alargamiento de los entrenudos nueve o 10, hasta la iniciación de la bellota.
	R4	Iniciación Floral	Desde la iniciación de la bellota hasta que el primordio de ésta se observa a simple vista.
	R5	Desarrollo de la bellota	Desde que el primordio de bellota se observa a simple vista hasta su emisión en la parte terminal del pseudotallo.
	R6	Floración	Desde la emisión de la bellota hasta la apertura de la primera bráctea.
	R7	Iniciación del racimo	Desde la apertura de la primera bráctea hasta que los primordios de todos los dedos se hacen visibles
	R8	Llenado del racimo	Desde que los primordios de dedos se hacen visibles hasta madurez fisiológica
	R9	Maduración	Desde madurez fisiológica hasta maduración completa

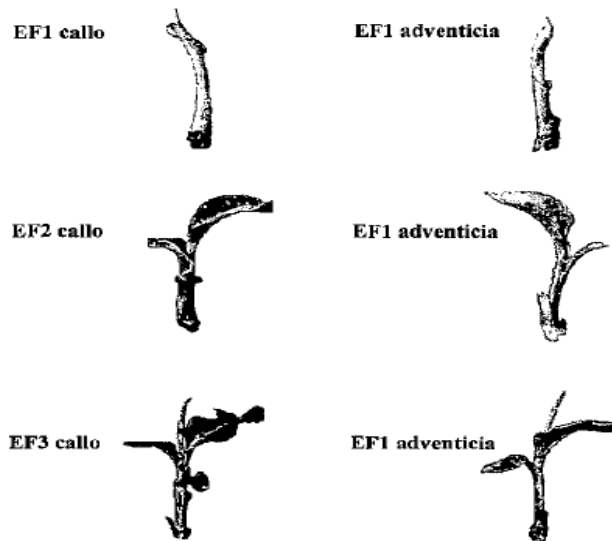


Figura 13. Etapas y estados fenológicos de *Musa paradisiaca*.

Fuente: (Barrera et al., 2011).

Anexo 4.



**Figura 14.** Escala gráfica de estadios de la enfermedad.

**Fuente:** (Calle, 2014).

Anexo 5.

**Tabla 14.** Resultado prendimiento de las variables material de propagación y genotipos.

Variedad	Tipo de Yema	No enraizado	Vivo	Enraizado	%
Maqueño	Hijo brotado	0	20	20	100%
	Yema coronaria	4	16	20	80%
	Yema basal	4	16	20	80%
Platano	Hijo brotado	1	20	20	100%
	Yema coronaria	3	17	20	85%
	Yema basal	3	17	20	85%
Seda	Hijo brotado	1	19	20	95%
	Yema coronaria	5	15	20	75%
	Yema basal	6	14	20	70%
<b>Total</b>		<b>27</b>	<b>154</b>	<b>180</b>	<b>86%</b>

Variedad	No enraizado	Enraizado	Total	Muerto (%)
Maqueño	8	52	60	13%
Plátano	7	54	60	12%
Seda	12	48	60	20%
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>154</b>	<b>180</b>	<b>15%</b>

Tipo de Yema	No enraizado	Enraizado	Total	Muerto (%)
Hijo brotado	2	59	60	98%
Yema coronaria	12	48	60	80%
Yema basal	13	47	60	78%
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>154</b>	<b>180</b>	<b>86%</b>

Anexo 6.

**Tabla 15.** Análisis estadístico (IR) para las variables.

ANOVA: IR <sub>MEDIA</sub>	ANOVA: IR <sub>MEDIA</sub>
<b>Repeticiones</b>	<b>Repeticiones</b>
<b>Grupos:</b>	<b>Grupos:</b>
Hijo brotado	Maqueño
Yema coronaria	Plátano
Yema basal	Seda
<b>F = 19,124</b>	<b>F =13,846</b>
<b>P = 0,000 *</b>	<b>P = 0,000 *</b>
El análisis de varianza ha demostrado que existe una diferencia significativa. * Significativa ** no significativa.	

Anexo 7.

Tabla 16. Análisis de Pearson correlación (IR) para las variables.

**ANÁLISIS DE PEARSON CORRELACIÓN**

Tipo de yema	r 2-colas	p	r 2-colas	p	r 2-colas	p
	Hijo brotado		Yema coronaria		Yema basal	
Hijo brotado	1,000	0,000 **	0,219	0,383 **	-0,011	0,965 **
Yema coronaria	0,219	0,383 **	1,000	0,000 **	0,508	0,032*
Yema basal	-0,011	0,965 **	0,508	0,032*	1,000	0,000 **

**ANÁLISIS DE PEARSON CORRELACIÓN**

Variedad	r 2-colas	p	r 2-colas	p	r 2-colas	p
	Maqueño		Plátano		Seda	
Maqueño	1,000	0,000 **	0,190	0,497 **	-0,051	0,856 **
Plátano	0,190	0,497 **	1,000	0,000 **	0,469	0,078 **
Seda	-0,051	0,856 **	0,469	0,078 **	1,000	0,000 **

\* Existe correlación \*\* No existe correlación.

Anexo 8.

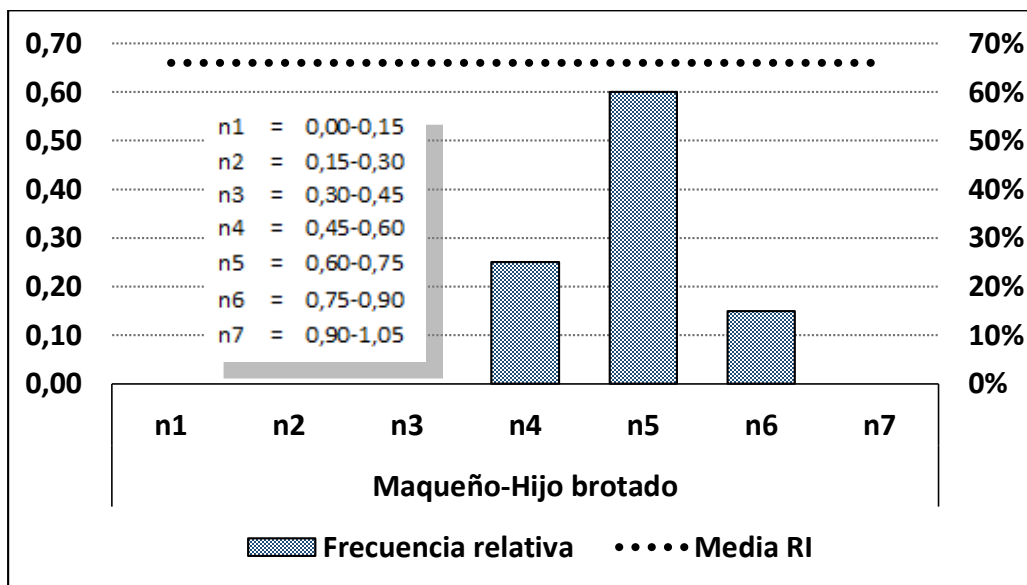


Figura 15. Frecuencia (IR) hijo brotado.

**Anexo 9.**

**Tabla 17.** Resultados del análisis ANOVA y LEVENE para el índice de robustez por materiales de propagación y genotipos.

<b>ÍNDICE DE ROBUSTEZ AL FINAL (IR) DEL EXPERIMENTO - FRECUENCIA ABSOLUTA</b>								
	<b>Por material de propagación</b>						<b>Por variedad</b>	
	<b>Hijo brotado</b>		<b>Yema coronaria</b>		<b>Yema basal</b>			
	<b>F =</b>	<b>P =</b>	<b>F =</b>	<b>P =</b>	<b>F =</b>	<b>P =</b>		
<b>ANOVA</b>	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	<b>F = 0,561</b>	<b>P = 0,582</b>
	**		**		**		**	**
<b>LEVENE</b>	<b>F =</b>	<b>P =</b>	<b>F =</b>	<b>P =</b>	<b>F =</b>	<b>P =</b>	<b>F = 0,677</b>	<b>P = 0,430</b>
	0,182	0,835	0,788	0,477	0,668	0,527		
	*		*		*		*	*

F= Estadístico de contraste de comparación.

P: Probabilidad del 5% de significancia.

\* Significativa \*\* No Significativa.

\* Existe igualdad \*\* No existe igualdad.

**Anexo 10.**

**Tabla 18.** Resultados del análisis de Pearson correlación para el índice de robustez por materiales de propagación.

<b>ÍNDICE DE ROBUSTEZ (IR) AL FINAL DEL EXPERIMENTO - FRECUENCIA ABSOLUTA</b>						
	<b>Por material de propagación</b>					
	<b>Hijo brotado</b>		<b>Yema coronaria</b>		<b>Yema basal</b>	
	<b>R</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>P</b>
<b>Maqueño-Plátano</b>	0,890	0,018 *	0,971	0,006 *	0,949	0,004 **
<b>Maqueño-Seda</b>	0,603	0,205 **	0,596	0,289 **	0,476	0,340 **
<b>Plátano-Seda</b>	0,572	0,235 **	0,576	0,309 **	0,482	0,333 **

\* Existe correlación \*\* No existe correlación.

**Anexo 11.**

**Tabla 19.** Resultados del análisis ANOVA y LEVENE para IR por genotipos.

<b>ANOVA: Frecuencia absoluta</b>	<b>LEVENE: Frecuencia absoluta</b>
<b>Repeticiones</b>	<b>Repeticiones</b>
<b>Grupos:</b>	<b>Grupos:</b>
Maqueño	Maqueño
Plátano	Plátano
Seda	Seda
<b>F = 0,561 P = 0,582 **</b>	<b>F = 0,677 P = 0,430 *</b>

F= Estadístico de contraste de comparación. P: Probabilidad del 5% de significancia.  
 \* Significativa \*\* No Significativa. \* Existe igualdad \*\* No existe igualdad.

**Anexo 12.**

**Tabla 20.** Resultados del análisis de Pearson correlación para el IR por genotipos

<b>IR - FRECUENCIA ABSOLUTA</b>		
	<b>Por genotipo</b>	
	<b>R</b>	<b>P</b>
Maqueño y Plátano	0,982	0,000 *
Maqueño y Seda	0,765	0,045 *
Plátano y Seda	0,781	0,038 *

\* Existe correlación \*\* No existe correlación.

Anexo 13.

**Tabla 21.** Análisis estadístico (IAF) para las variables.

ANOVA: $AF_{MEDIA}$		ANOVA: $AF_{MEDIA}$	
<b>Repeticiones</b>		<b>Repeticiones</b>	
<b>Grupos:</b>		<b>Grupos:</b>	
Hijo brotado		Maqueño	
Yema coronaria		Plátano	
Yema basal		Seda	
<b>F = 18,595</b>		<b>F = 8,795</b>	
<b>P = 0,000 *</b>		<b>P = 0,001*</b>	

F= Estadístico de contraste de comparación. P: Probabilidad del 5% de significancia

\* Significativa \*\* No Significativa.

Anexo 14.

**Tabla 22.** Análisis de correlación de Pearson del IAF.

ANÁLISIS DE PEARSON CORRELACIÓN						
Tipo de yema	r 2-colas	p	r 2-colas	p	r 2-colas	p
	Hijo brotado		Yema coronaria		Yema basal	
Hijo brotado	1,000	0,000 **	0,733	0,002 *	0,812	0,000 *
Yema coronaria	0,733	0,002 *	1,000	0,000 **	0,637	0,011 *
Yema basal	0,812	0,000 *	0,637	0,011 *	1,000	0,000 **
Variedad	r 2-colas	p	r 2-colas	p	r 2-colas	p
	Maqueño		Plátano		Seda	
Maqueño	1,000	0,000	0,856	0,000	<b>0,785</b>	<b>0,001*</b>
Plátano	0,856	0,000	1,000	0,000	<b>0,626</b>	<b>0,013 *</b>
Seda	<b>0,785</b>	<b>0,001 *</b>	<b>0,626</b>	<b>0,013 *</b>	1,000	0,000

\* Existe correlación \*\* No existe correlación.

Anexo 15.

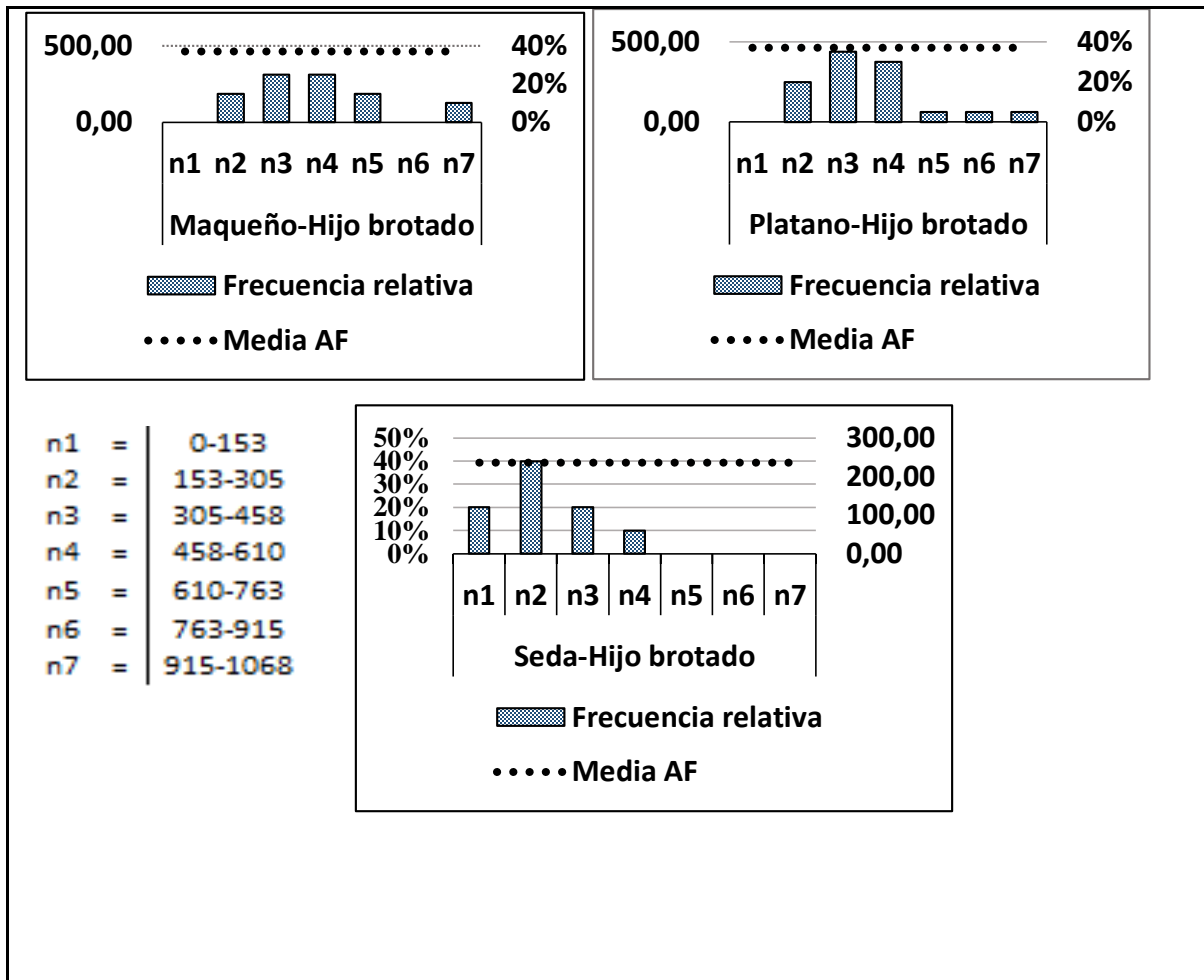


Figura 16. Frecuencia (IAF) para material de propagación.



Anexo 16.

**Tabla 23.** Resultados estadísticos de frecuencia por brotes/yemas y genotipos.

<b>ÁREA FOLIAR AL FINAL (IAF) DEL EXPERIMENTO - FRECUENCIA ABSOLUTA</b>								
<b>Por material de propagación y genotipo</b>						<b>Por genotipo</b>		
<b>Hijo brotado</b>		<b>Yema coronaria</b>		<b>Yema basal</b>				
<b>ANOVA</b>	F = 0,022	P = 0,978	F = 0,343	P = 0,714	F = 0,034	P = 0,966	F = 0,099	P = 0,906
	**		**		**		**	
<b>LEVENE</b>	F = 1,097	P = 0,355	F = 0,583	P = 0,568	F = 0,037	P = 0,964	F=0,001	P=0,999
	*		*		*		*	

F= Estadístico de contraste de comparación. P: Probabilidad del 5% de significancia.  
 \* Significativa \*\* No Significativa. \* Existe igualdad \*\* No existe igualdad.

<b>Correlación de Pearson</b>								
<b>Por material de propagación y genotipo</b>						<b>Por genotipo</b>		
<b>Hijo brotado</b>		<b>Yema coronaria</b>		<b>Yema basal</b>				
<b>R</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>P</b>	
<b>Maqueño-Plátano</b>	0,881	0,009 *	0,456	0,303 **	0,591	0,162 **	0,904	0,005 *
<b>Maqueño-Seda</b>	-0,351	0,440 **	-0,354	0,437 **	-0,252	0,586 **	0,337	0,460 **
<b>Plátano-Seda</b>	-0,182	0,695 **	-0,623	0,135 **	-0,463	0,296 **	0,596	0,158 **

\* Existe correlación \*\* No existe correlación.

Anexo 17.

**Tabla 24.** Resultados, Anova, Levene y Pearson (ICD) de las variables.

ANOVA: ICD		ANOVA: ICD		LEVENE: ICD	
M. Propagación		Genotipos		Genotipos	
Hijo brotado	<b>F=12,309</b>	Maqueño	<b>F= 0,314</b>	Maqueño	<b>F=2,960</b>
Yema coronaria	<b>P= 0,000</b>	Plátano	<b>P=0,886**</b>	Plátano	<b>P=0,731 *</b>
Yema basal	*	Seda		Seda	

F= Estadístico de contraste de comparación. P: Probabilidad del 5% de significancia.

\* Significativa \*\* No Significativa.

\* Existe igualdad \*\* No existe igualdad.

**ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON ICD**

Variable	r 2-colas	p	r 2-colas	p	r 2-colas	p
	Hijo brotado		Yema coronaria		Yema basal	
Hijo brotado	1,000	0,000**	0,151	0,525 *	-0,301	0,197 *
Yema coronaria	0,151	0,525*	1,000	0,000* *	-0,047	0,844 *
Yema basal	-0,301	0,197*	-0,047	0,844*	1,000	0,000 **

Variedad	r 2-colas	p	r 2-colas	p	r 2-colas	p
	Maqueño		Plátano		Seda	
Maqueño	1,000	0,000 **	0,533	0,002 *	0,167	0,377 **
Plátano	0,533	0,002 *	1,000	0,000 **	0,125	0,510 **
Seda	0,167	0,377 **	0,125	0,510 **	1,000	0,000 **

\* Existe correlación \*\* No existe correlación.

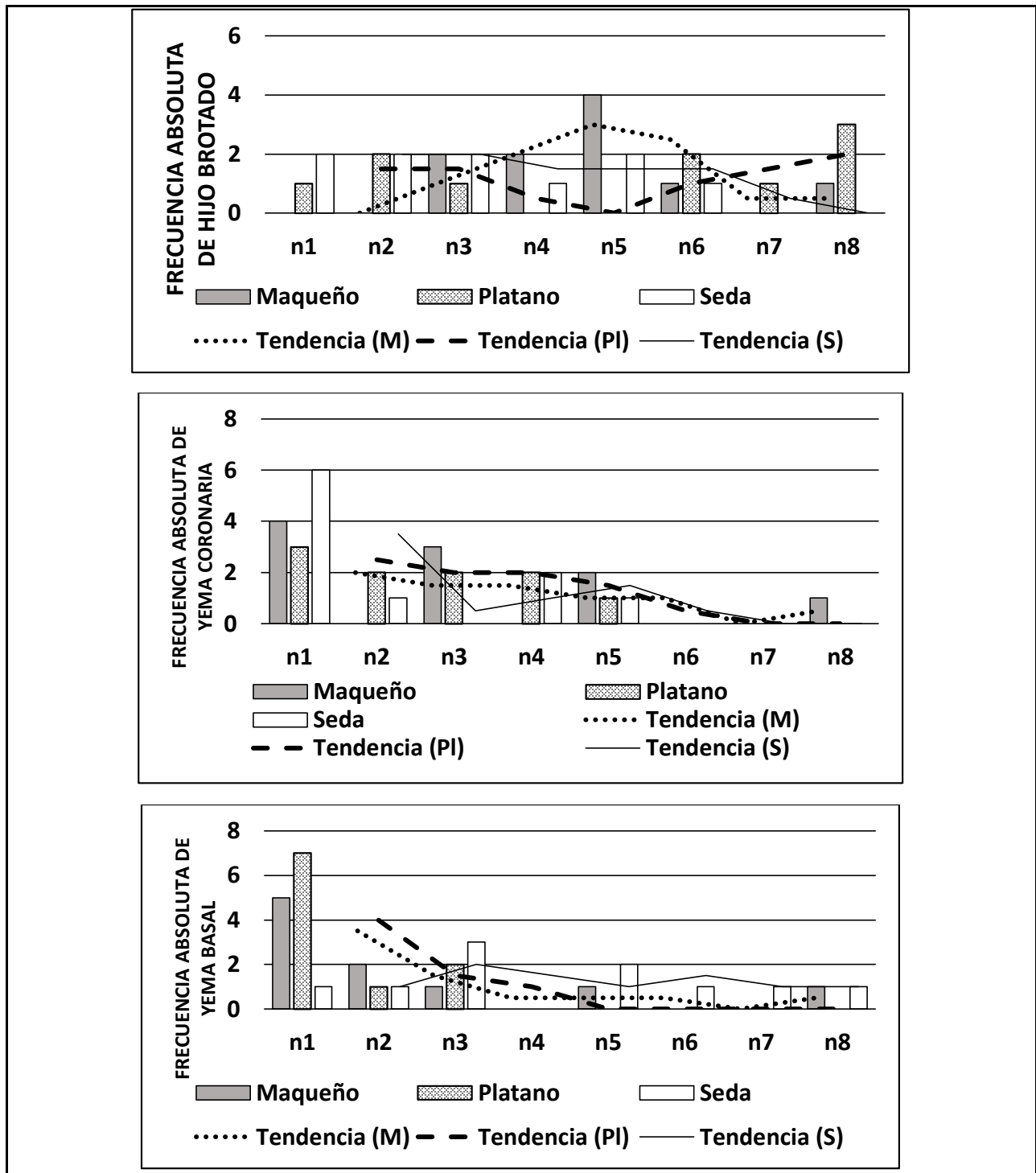


Figura 17. Frecuencia (ICD) para el material de propagación.

Anexo 19.

Tabla 25. Significancia del índice de PPI de las plantas por *Mycosphaerella musicola* L.

Significado	Maqueño PPI	Plátano PPI	Seda PPI	Rango
Ligero	26,7%	33,3%	53,3%	0,00-0,50
Moderado	60,0%	66,7%	6,7%	0,51-1,99
Medio	6,7%	0,0%	6,7%	2,00-2,49
Severo	6,7%	0,0%	33,3%	>2,50

Anexo 20.

Tabla 26. Resultados de ANOVA, Levene y Pearson (PPI) de sigatoka amarilla.

ANOVA: Sigatoka amarilla		LEVENE: Sigatoka amarilla	
Variedades		Repeticiones	
Grupos:		grupos	
Maqueño		Maqueño	
Plátano		Plátano	
Seda		Seda	
<b>F = 0,097</b>	<b>P = 0,908 **</b>	<b>F= 0,233</b>	<b>P= 0,797 *</b>

F= Estadístico de contraste de comparación.

P: Probabilidad del 5% de significancia.

\* Significativa \*\* No Significativa.

\* Existe igualdad \*\* No existe igualdad.

ANÁLISIS DE PEARSON CORRELACIÓN - Frecuencia absoluta

Genotipos	r 2-colas	p	r 2-colas	p	r 2-colas	p
	Maqueño		Plátano		Seda	
Maqueño	1,000	0,000 **	<b>0,994</b>	<b>0,006 *</b>	-0,235	0,764 **
Plátano	<b>0,994</b>	<b>0,006 *</b>	1,000	0,000 **	-0,138	0,861 **
Seda	-0,235	0,764 **	-0,138	0,861 **	1,000	0,000 **

\* Existe correlación \*\* No existe correlación.

**Anexo 21.** Descripción de etapas y estadios de las yemas.

Durante el período del experimento (91 días) se observó dos etapas, tres estados y varios estadios fenológicos (Anexo 17):

- a) Etapa Fenológica V0: Desde el momento de la siembra hasta la aparición de la primera hoja funcional.
  - a. Estado Fenológico 1 (EF0): Brotación y emergencia.
    - i. Estadio Fenológico 10 100 1000: Formación de 1ra hoja del corno sembrado o de hoja candela en plantas de cultivo de tejidos (estado 0 de candela).
- b) Etapa Fenológica V1: Desde la aparición de la primera hoja funcional hasta la aparición del primer hijuelo.
  - a. Estado Fenológico 1 (EF1): Plántulas con hoja bandera rudimentaria
    - i. Estadio Fenológico 1002-1008: 1ra hoja en estado de 2 a 8 de candela.
  - b. Estado Fenológico 2 (EF2): Plántulas con hoja bandera y una hoja normal formada
    - i. Estadio Fenológico 1012-1018: 1 hoja completamente abierta y hoja más joven en estado de 2 a 8 de candela.
  - c. Estado Fenológico 3 (EF3): Plántulas con hoja bandera y más de una hoja normal formada.
    - i. Estadio Fenológico 1022-1028: 2 hojas completamente abiertas y hoja más joven en estado de 2 a 8 de candela
    - ii. Estadio Fenológico 1032-1038: 3 hojas completamente abiertas y hoja más joven en estado de 2 a 8 de candela.
    - iii. Estadio Fenológico 1042-1048: 4 hojas completamente abiertas y hoja más joven en estado de 2 a 8 de candela.
    - iv. Estadio Fenológico 1052-1058: 2 hojas completamente abiertas y hoja más joven en estado de 2 a 8 de candela.
    - v. Estadio Fenológico 1062-1068: 2 hojas completamente abiertas y hoja más joven en estado de 2 a 8 de candela.

**Anexo 22.**

**Tabla 27.** El progreso de los estados y estadios fenológicos de las plantas durante el crecimiento

<b>Yema</b>	<b>21 días</b>	<b>35 días</b>	<b>49 días</b>	<b>63 días</b>	<b>77 días</b>	<b>91 días</b>
Hijo brotado-Maqueño	EF1	EF1	EF2	EF3	EF3	EF3
Hijo brotado-Plátano	EF1	EF1	EF3	EF3	EF3	EF3
Hijo brotado- Seda	EF2	EF2	EF3	EF3	EF3	EF3
Yema coronaria- Maqueño	EF1	EF1	EF2	EF3	EF3	EF3
Yema coronaria-Plátano	EF1	EF1	EF2	EF3	EF3	EF3
Yema coronaria-Seda	EF1	EF1	EF2	EF3	EF3	EF3
Yema basal-Maqueño	EF1	EF1	EF3	EF3	EF3	EF3
Yema basal- Plátano	EF1	EF1	EF3	EF3	EF3	EF3
Yema basal- Seda	EF1	EF3	EF3	EF3	EF3	EF3
<b>Yema</b>	<b>21 días</b>	<b>35 días</b>	<b>49 días</b>	<b>63 días</b>	<b>77 días</b>	<b>91 días</b>
Hijo brotado-Maqueño	1002-1008	1002-1008	1012-1018	1022-1028	1032-1048	1042-1048
Hijo brotado-Plátano	1002-1008	1002-1008	1022-1028	1032-1038	1042-1048	1042-1048
Hijo brotado- Seda	1012-1018	1022-1028	1042-1048	1052-1058	1052-1058	1062-1068
Yema coronaria- Maqueño	101001000	1002-1008	1012-1018	1022-1028	1032-1038	1032-1038
Yema coronaria-Plátano	101001000	1002-1008	1012-1018	1022-1028	1032-1038	1032-1038
Yema coronaria-Seda	101001000	101001000	1012-1018	1022-1028	1022-1028	1032-1038
Yema basal-Maqueño	101001000	1002-1008	1022-1028	1032-1038	1042-1048	1042-1048
Yema basal- Plátano	101001000	1002-1008	1022-1028	1032-1038	1042-1048	1042-1048
Yema basal- Seda	1012-1018	1022-1028	1022-1028	1032-1038	1032-1038	1042-1048

Anexo 23

**Tabla 28.** Resultado de uniformidad de crecimiento de las plantas por material de propagación y por genotipos después de 91 días.

	Número de Plantas						Total
	EF2	EF3					
	1012-1018	1022-1028	1032-1038	1042-1048	1052-1058	1062-1068	
Hijo brotado-Maqueño	0%	5%	45%	35%	15%	0%	100%
Hijo brotado-Plátano	0%	0%	20%	50%	30%	0%	100%
Hijo brotado-Seda	0%	0%	11%	16%	32%	42%	100%
Yema coronaria-Maqueño	0%	6%	63%	25%	6%	0%	100%
Yema coronaria-Plátano	0%	0%	65%	35%	0%	0%	100%
Yema coronaria-Seda	0%	40%	47%	13%	0%	0%	100%
Yema basal-Maqueño	0%	0%	20%	60%	20%	0%	100%
Yema basal-Plátano	0%	0%	18%	71%	12%	0%	100%
Yema basal-Seda	0%	0%	57%	29%	14%	0%	100%

Después 91 días	Número de Plantas						Total
	EF2	EF3					
	1012-1018	1022-1028	1032-1038	1042-1048	1052-1058	1062-1068	
Maqueño	0	2	22	20	7	0	51
Plátano	0	0	18	28	8	0	54
Seda	0	6	17	9	8	8	48

	%Número de Plantas						Total
	EF2	EF3					
	1012-1018	1022-1028	1032-1038	1042-1048	1052-1058	1062-1068	
Maqueño	0%	4%	43%	39%	14%	0%	100%
Plátano	0%	0%	33%	52%	15%	0%	100%
Seda	0%	13%	35%	19%	17%	17%	100%

Anexo 24.

Tabla 29. Índice de robustez durante el crecimiento vegetativo de las plántulas.

	21 días	35 días	49 días	63 días	77 días	91 días
Hijo brotado-Maqueño	0,55	0,55	0,58	0,61	0,57	0,64
Hijo brotado-Plátano	0,41	0,44	0,57	0,67	0,64	0,64
Hijo brotado- Seda	0,42	0,45	0,54	0,59	0,58	0,59
Yema coronaria-Maqueño	0,00	0,40	0,46	0,53	0,52	0,52
Yema coronaria-Plátano	0,42	0,39	0,48	0,50	0,51	0,51
Yema coronaria-Seda	0,00	0,00	0,46	0,46	0,44	0,42
Yema basal-Maqueño	0,41	0,41	0,53	0,60	0,63	0,63
Yema basal- Plátano	0,00	0,34	0,52	0,59	0,59	0,60
Yema basal- Seda	0,31	0,37	0,43	0,48	0,50	0,51

Anexo 25.

Tabla 30. Resultado estadístico de (IR) por variables durante el crecimiento vegetativo.

ANOVA: IR	LEVENE: IR	ANOVA: IR	LEVENE: IR
Hijo brotado	Hijo brotado	Maqueño	Maqueño
Yema coronaria	Yema coronaria	Plátano	Plátano
Yema basal	Yema basal	Seda	Seda
F = 2,700	F = 5,752	F = 2,463	F = 3,669
P = 0,100 **	P = 0,014 **	P = 0,119 **	P = 0,050*
F= Estadístico de contraste de comparación		P: Probabilidad del 5% de significancia.	
* Significativa ** No Significativa ( Anova) (Levene)		* Existe igualdad ** No existe igualdad	

**ANÁLISIS DE PEARSON CORRELACIÓN - IR EVENTOS FENOLÓGICOS**

Variedad	r 2-colas	p	r 2-colas	p	r 2-colas	p
	Hijo brotado		Yema coronaria		Yema basal	
Hijo brotado	1,000	0,000**	0,819	0,046*	0,073	0,097 **
Yema coronaria	0,819	0,046 *	1,000	0,000**	0,975	0,001*
Yema basal	0,073	0,097 **	0,975	0,001*	1,000	0,000**
	Maqueño		Plátano		Seda	
Maqueño	1,000	0,000**	0,844	0,035 *	0,760	0,079 **
Plátano	0,844	0,035 *	1,000	0,000 **	0,985	0,000 *
Seda	0,760	0,079 **	0,985	0,000*	1,000	0,000 **



Anexo 26.

**Tabla 31.** Resultados estadísticos de frecuencia de IR por variables durante el crecimiento vegetativo.

<b>ÍNDICE DE ROBUSTEZ DURANTE CRECIMIENTO (IR) - FRECUENCIA ABSOLUTA</b>								
<b>Por material de propagación</b>						<b>Por genotipo</b>		
	<b>Hijo brotado</b>		<b>Yema coronaria</b>		<b>Yema basal</b>			
<b>ANOVA</b>	F = 2,185	P = 0,147	F = 0,455	P = 0,643	F = 0,342	P = 0,716	F = 0,866	P = 0,441
	**		**		**		**	
<b>LEVENE</b>	F = 5,333	P = 0,018	F = 3,032	P = 0,078	F = 0,691	P = 0,516	F = 0,787	P = 0,396
	**		*		*		*	

F= Estadístico de contraste de comparación. P: Probabilidad del 5% de significancia.  
 \* Significativa \*\* No Significativa. \* Existe igualdad \*\* No existe igualdad.

<b>ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE PEARSON</b>								
<b>Por material de propagación</b>						<b>Por genotipo</b>		
	<b>Hijo brotado</b>		<b>Yema coronaria</b>		<b>Yema basal</b>			
	<b>R</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>P</b>
<b>Maqueño-Plátano</b>	0,817	0,047 *	0,914	0,011*	0,866	0,026 *	0,989	0,000 *
<b>Maqueño-Seda</b>	0,845	0,034 *	0,959	0,003 *	0,999	0,000 *	0,988	0,000 *
<b>Plátano-Seda</b>	0,988	0,000 *	0,820	0,045 *	0,869	0,026 *	0,975	0,001 *

\* Existe correlación \*\* No existe correlación.

Anexo 27.

**Tabla 32.** Índice de área foliar durante el crecimiento vegetativo de las plantas.

<b>MEDIA AF</b>						
<b>Hijo brotado</b>	3-Oct	17-Oct	31-Oct	14-Nov	28-Nov	12-Dec
<b>Maqueño</b>	0,00	0,00	26,70	202,13	427,14	465,28
<b>Plátano</b>	0,00	0,00	41,95	266,96	419,51	465,28
<b>Seda</b>	0,00	26,70	114,41	179,25	213,57	236,45
<b>Yema coronaria</b>	3-Oct	17-Oct	31-Oct	14-Nov	28-Nov	12-Dec
<b>Maqueño</b>	0,00	0,00	16,25	48,75	165,75	186,88
<b>Plátano</b>	0,00	0,00	0,00	61,75	173,88	216,13
<b>Seda</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	19,50	43,88
<b>Yema basal</b>	3-Oct	17-Oct	31-Oct	14-Nov	28-Nov	12-Dec
<b>Maqueño</b>	0,00	0,00	0,00	124,20	174,23	201,83
<b>Plátano</b>	0,00	0,00	0,00	105,23	169,05	194,93
<b>Seda</b>	0,00	0,00	10,35	70,73	96,60	103,50
<b>Genotipos Media AF</b>	3-Oct	17-Oct	31-Oct	14-Nov	28-Nov	12-Dec
Maqueño	0,00	0,00	14,03	126,23	258,83	299,63
Plátano	0,00	0,00	14,03	149,18	248,63	283,05
Seda	0,00	8,93	43,35	79,05	105,83	124,95

Anexo 28.

**Tabla 33.** Resultados estadísticos de frecuencia de (IAF) por variables durante el crecimiento vegetativo.

<b>ANOVA: AF<sub>MEDIA</sub></b>	<b>LEVENE: IR<sub>EVENTOS</sub> FENOLÓGICOS</b>	<b>ANOVA: IR<sub>EVENTOS</sub> FENOLÓGICOS</b>	<b>LEVENE: IR<sub>EVENTOS</sub> FENOLÓGICOS</b>
<b>Repeticiones Grupos:</b>	<b>Repeticiones Grupos:</b>	<b>Repeticiones Grupos:</b>	<b>Repeticiones Grupos:</b>
Hijo brotado	Hijo brotado	Maqueño	Maqueño
Yema coronaria	Yema coronaria	Plátano	Plátano
Yema basal	Yema basal	Seda	Seda
<b>F = 18,595</b>	<b>F = 2,526</b>	<b>F = 0,429</b>	<b>F = 2,526</b>
<b>P = 0,000 *</b>	<b>P = 0,121*</b>	<b>P = 0,661 **</b>	<b>P = 0,121*</b>

F= Estadístico de contraste de comparación.

P: Probabilidad del 5% de significancia.

\* Significativa \*\* No Significativa.

\* Existe igualdad \*\* No existe igualdad.

**Anexo 29.**

**Tabla 34.** Resultados correlación (Pearson) de frecuencia de (IAF) por variables durante el crecimiento vegetativo.

<b>ANÁLISIS DE PEARSON CORRELACIÓN - IR EVENTOS FENOLÓGICOS</b>						
Variedad	r 2-colas	p	r 2-colas	p	r 2-colas	p
	Maqueño		Plátano		Seda	
Maqueño	1,000	0,000 **	0,958	0,010 *	-0,961	0,009 *
Plátano	0,958	0,010 *	1,000	0,000 **	.0,972	0,006 *
Seda	-0,961	0,009 *	.0,972	0,006*	1,000	0,000 **

<b>ANÁLISIS DE PEARSON CORRELACIÓN - IR EVENTOS FENOLÓGICOS</b>						
Variedad	Hijo brotado		Yema coronaria		Yema basal	
	Hijo brotado	1,000	0,000 **	0,846	0,000 *	0,546
Yema coronaria	0,846	0,000 *	1,000	0,000 **	0,779	0,001 *
Yema basal	0,546	0,044 *	0,779	0,001 *	1,000	0,000 **

\* Existe correlación \*\* No existe correlación.

**Anexo 30.**

**Tabla 35.** Resultados estadísticos de frecuencia de IAF por variables durante el crecimiento vegetativo

<b>ÁREA FOLIAR (IAF) DURANTE CRECIMIENTO - FRECUENCIA ABSOLUTA</b>								
	Hijo brotado		Yema coronaria		Yema basal		Por genotipo	
<b>ANOVA</b>	F = 0,201	P = 0,821	F = 1,854	P = 0,212	F = 0,565	P = 0,587	F = 0,590	P = 0,570
	**		**		**		**	
<b>LEVENE</b>	F = 3,186	P = 0,078	F = 10,284	P = 0,005	F = 0,809	P = 0,475	F = 3,802	P = 0,570
	*		**		*		*	

F= Estadístico de contraste de comparación.

P: Probabilidad del 5% de significancia.

\* Significativa \*\* No Significativa.

\* Existe igualdad \*\* No existe igualdad.

	Hijo brotado		Yema coronaria		Yema basal		Por Genotipo	
	R	P	R	P	R	P	R	P
<b>Maqueño-</b>	0,991	0,001 *	0,992	0,008 *	0,996	0,004 *	0,995	0,000 *
<b>Plátano</b>								
<b>Maqueño-</b>	0,919	0,028 *	0,891	0,109 **	0,997	0,003 *	0,965	0,008 *
<b>Seda</b>								
<b>Plátano-</b>	0,949	0,014 *	0,902	0,098 **	0,997	0,003 *	0,973	0,005*
<b>Seda</b>								

\* Existe correlación \*\* No existe correlación.

**Anexo 31.**

**Tabla 36.** Brotes y yemas cosechadas de las plantas madres por variables.

<b>Número de yemas cosechadas</b>					
<b>Variedad</b>	<b>No. Planta</b>	<b>Hijo brotado</b>	<b>Yema coronaria</b>	<b>Yema basal</b>	<b>Total</b>
Maqueño	10	49	33	25	107
Platano	10	35	21	34	90
Seda	10	33	37	24	94
<b>Promedio (No. de yemas)</b>					
<b>Variedad</b>	<b>Hijo brotado</b>	<b>Yema coronaria</b>	<b>Yema basal</b>	<b>Planta</b>	
Maqueño	5	3	3	11	
Platano	4	2	3	9	
Seda	3	4	2	9	
<b>Promedio (%)</b>					
<b>Variedad</b>	<b>Hijo brotado</b>	<b>Yema coronaria</b>	<b>Yema basal</b>	<b>Planta</b>	
Maqueño	46%	31%	23%	100%	
Platano	39%	23%	38%	100%	
Seda	35%	39%	26%	100%	
<b>Promedio (%)</b>					
<b>Variedad</b>	<b>Hijo brotado</b>	<b>Yema coronaria</b>	<b>Yema basal</b>	<b>Planta</b>	
Maqueño	42%	36%	30%	37%	
Platano	30%	23%	41%	31%	
Seda	28%	41%	29%	32%	
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	