

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO

TEMA

“REACCIÓN DE DIEZ CULTIVARES DE *Musa* spp. AL ATAQUE DE PICUDO
NEGRO (*Cosmopolites sordidus* Germar) DURANTE EL PRIMER AÑO DE
ESTABLECIMIENTO”

AUTORA

MAYRA CAROLINA VÉLEZ RUIZ

INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

2011

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO

TEMA

“REACCIÓN DE DIEZ CULTIVARES DE *Musa* spp. AL ATAQUE DE PICUDO
NEGRO (*Cosmopolites sordidus* Germar) DURANTE EL PRIMER AÑO DE
ESTABLECIMIENTO”

AUTORA

MAYRA CAROLINA VÉLEZ RUIZ

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO

SANTO DOMINGO-ECUADOR

2011

TEMA

“REACCIÓN DE DIEZ CULTIVARES DE *Musa* spp. AL ATAQUE DE PICUDO NEGRO (*Cosmopolites sordidus* Germar) DURANTE EL PRIMER AÑO DE ESTABLECIMIENTO”

AUTORA

MAYRA CAROLINA VÉLEZ RUIZ

REVISADO Y APROBADO

ING. M.Sc. Vicente Anzules
DIRECTOR DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO

Ing. Marcelo Patiño
DIRECTOR

Ing. Armando Tumbaco
CODIRECTOR

Ing. Vinicio Uday
BIOMETRISTA

TEMA

“REACCIÓN DE DIEZ CULTIVARES DE *Musa* spp. AL ATAQUE DE PICUDO NEGRO (*Cosmopolites sordidus* Germar) DURANTE EL PRIMER AÑO DE ESTABLECIMIENTO”

AUTORA

MAYRA CAROLINA VÉLEZ RUIZ

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO

	CALIFICACIÓN	FECHA
Ing. Marcelo Patiño DIRECTOR	_____	_____
Ing. Armando Tumbaco CODIRECTOR	_____	_____

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN ESTA SECRETARÍA

SECRETARÍA ACADÉMICA

DEDICATORIA

A mis padres, el Lcdo. Eduardo Vélez y la Lcda. Gloria Ruiz por su confianza y dedicación, indispensables en mi formación personal y profesional.

A mi querida abuela, Sra. Carmela Samaniego, por brindarme siempre su amor y cariño.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional.

A mis sobrinos, por regalarme siempre sus hermosas sonrisas.

AGRADECIMIENTO

A mi familia por su apoyo, amor y confianza incondicional, por guiarme y acompañarme en cada paso que he dado y por permitirme ser quien hoy soy.

A la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), por haberme brindado la oportunidad de realizar la presente investigación.

A la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y sus docentes, quienes han colaborado en mi formación como profesional.

Un agradecimiento especial al Ing. M.Sc. Ignacio Sotomayor Herrera, Ex Director de la EET-Pichilingue del INIAP, por su confianza y amistad brindada.

Al Ing. M.Sc., José Villacís Santos, actual Director de la EET-Pichilingue del INIAP, por su apoyo y sugerencias durante la ejecución del trabajo de tesis.

A la Dra. Carmen Suárez, Líder del Departamento Nacional de Protección Vegetal del INIAP, por darme la oportunidad de realizar el presente trabajo de investigación bajo su dirección.

A Bioersity International entidad que financió el presente trabajo.

Al Ing. Raúl Quijije y al Dr. Wills Flowers, por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias sobre el amplio mundo de la Entomología.

A los Ings. Marcelo Patiño, Armando Tumbaco, Vinicio Uday, Director, Codirector y Biometrista de Tesis, respectivamente, por todo su apoyo durante la ejecución de la presente investigación.

Al Ing. Agustín Delgado, por permitirme realizar la investigación de tesis en su propiedad, Finca “Soledad”, El Carmen-Manabí.

Al personal que integra el Departamento Nacional de Protección Vegetal de la EET-Pichilingue, Ings. Danilo Vera, Karina Solís, Juan Agama, Bióloga Adela Quevedo, Tecnóloga Sofía Peñaherrera y Lorena Ledesma.

A mis amigos y compañeros de la EET-Pichilingue, Diego Saquicela, José Cedeño, Omar Tarqui, Luis Plaza, Jonathan López, Jefferson Zambrano, José Vélez, Bernardo Castro, Jonathan Espinoza, Pablo Páez, Galo Cedeño, y Stalin Revelo, por su amistad y apoyo.

A mis queridos amigos: Evelyn Cueva, Paúl Vaca, Geovanny Ramírez, Cristian Castro, Diego Mancheno, Sergio Paredes, Walter Revilla, y Ferdinand Santana, con quienes compartí hermosos momentos de mi vida universitaria y fuera de ella.

A Diego Quezada, por llenar de alegría mis días con su comprensión, amor y apoyo incondicional.

AUTORÍA

Las ideas expuestas en el presente trabajo de investigación, así como los resultados, discusión y conclusiones son de exclusiva responsabilidad del autor.

Mayra Vélez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN	1
	OBJETIVO GENERAL.....	4
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
	2.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL PICUDO NEGRO (<i>Cosmopolites sordidus</i>). 6	
	2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL PICUDO NEGRO.....	6
	2.3. BIOLOGÍA Y CICLO DE VIDA DEL PICUDO NEGRO.....	7
	2.3.1. Estados de desarrollo	7
	2.3.2. Ciclo de vida	8
	2.4. SÍNTOMAS PRODUCIDOS EN LA PLANTA	8
	2.5. MÉTODOS DE CONTROL	10
	2.5.1. Control químico	11
	2.5.2. Control cultural	11
	2.5.3. Control biológico	12
	2.6. RESISTENCIA VARIETAL.....	14
	2.6.1. Mecanismos de resistencia.....	16
	2.7. BIODIVERSIDAD Y EFECTO SOBRE LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES. 17	
	2.8. DIVERSIDAD DE MUSÁCEAS	18
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	22
	3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....	22
	3.1.1. Ubicación Política.....	22
	3.1.2. Ubicación Geográfica	22
	3.1.3. Ubicación Ecológica	23
	3.2. MATERIALES	24
	3.2.1. Materiales de campo	24
	3.2.2. Materiales y equipos de oficina	25

3.3.	MÉTODOS	25
3.3.1.	Diseño Experimental.....	25
3.3.2.	Análisis Estadístico.....	26
3.3.3.	Variables evaluadas.....	27
3.3.4.	Métodos Específicos de Manejo del Experimento.....	30
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
V.	CONCLUSIONES	45
VI.	RECOMENDACIONES	46
VII.	RESUMEN	48
VIII.	SUMMARY	49
IX.	BIBLIOGRAFIA	50
X.	ANEXOS	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cultivares evaluados en el ensayo.....	25
Cuadro 2. Efecto comparativo de las variables altura, diámetro y número de hojas de diez cultivares de <i>Musa</i> spp. en el sitio de estudio (alta infestación) y en una plantación con baja infestación de <i>C. sordidus</i>	40
Cuadro 3. Categorización de diez cultivares de <i>Musa</i> spp. de acuerdo a la preferencia del picudo negro (<i>C. sordidus</i>).....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis del lugar del experimento.....	23
Figura 2. Porcentaje de mortalidad de diez cultivares de <i>Musa</i> spp. sometidos al ataque de <i>C. sordidus</i> durante la fase fenológica del cultivo	34
Figura 3. Porcentaje de severidad de diez cultivares de <i>Musa</i> spp. sometidos al ataque de <i>C. sordidus</i> . haciendo uso de la escala de Vilardebo.....	35
Figura 4. Número de galerías en cormos de diez cultivares de <i>Musa</i> spp. sometidos al ataque de <i>C. sordidus</i>	36
Figura 5. Número de larvas encontradas en cormos de diez cultivares de <i>Musa</i> spp. sometidos al ataque de <i>C. sordidus</i>	37
Figura 6. Evaluación de la variable altura de planta.....	66
Figura 7. Evaluación de la variable diámetro del pseudotallo.....	66
Figura 8. Metodología para la aplicación de la escala de Vilardebo.....	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Croquis del ensayo.....	56
Anexo 2. Escala de Brun.....	57
Anexo 3. Prueba de Tukey al 5% para las variables de crecimiento.....	58
Anexo 4. Prueba de Tukey al 5% para las variables de severidad de daño.....	62
Anexo 5. Análisis nematológico de diez cultivares de <i>Musa</i> spp. utilizados en el proyecto de investigación.....	65
Anexo 6. Evaluación de variables de crecimiento en diez cultivares de <i>Musa</i> spp.....	66
Anexo 7. Metodología para la aplicación de Escala de Vilardebo en cultivares de <i>Musa</i> spp.....	67
Anexo 8. Aplicación de la escala de Vilardebo en diez cultivares de Musas.....	68

I. INTRODUCCIÓN

El plátano en Ecuador se ha constituido en un cultivo de creciente importancia socioeconómica, alcanzando en la actualidad el segundo lugar como exportador de esta fruta a nivel mundial. Su explotación inicialmente es parte de la seguridad alimentaria, tornándose progresivamente en una fuente de generación de empleo y divisas. Genera una importante fuente de trabajo con alrededor de 400,000 plazas directas, lo que significa que alrededor del 12% de la población económicamente activa se beneficia de esta actividad de una u otra forma. (Armijos 2008 citado por Cedeño 2010, Sánchez 2010).

El cantón El Carmen, con alrededor de 45 000 mil hectáreas de plátano, es la principal área de producción. Se encuentra ubicado en la provincia de Manabí al Noroeste del país. El tipo de explotación se caracteriza por ser monocultivo, con baja diversidad de variedades, tornándose extremadamente vulnerables a las variaciones de mercado al provocar la dependencia absoluta de muchos productores a una sola variedad (Suárez *et al.* 2001).

El picudo negro *Cosmopolites sordidus* Germar, se encuentra entre los principales problemas fitosanitarios de las plantaciones de banano y plátano, por el daño directo que las larvas causan al alimentarse del cormo, e indirecto al reducir la producción y vida útil de la plantación, obligando al productor a tomar medidas de control químico con productos altamente tóxicos, que aumentan los costos de producción, contribuyendo a la contaminación del agroecosistema (Castrillón *et al.* 2002). Adicionalmente, una pérdida no cuantificada es la debilidad que ocasiona a la

planta tornándola susceptible a enfermedades foliares (Gold y Messiaen 2000, Tazán 2003).

En los cultivos de banano en donde el uso de agroquímicos es intensivo, las pérdidas por el ataque del insecto son menores. En el plátano se han registrado pérdidas de más del 40% debido al picudo negro, afectando especialmente a los pequeños agricultores que dependen de este cultivo para su subsistencia (Gold y Messiaen 2000, Tazán 2003).

En Ecuador se han realizado múltiples estudios de la biología del picudo negro, de la sintomatología de los daños, evaluación de daños y procedimientos de control, tanto cultural como químico en el cultivo de banano y plátano, apoyando a los programas de desarrollo para los sistemas plataneros en Ecuador, en la búsqueda de alternativas que permitan la sustentabilidad y sostenibilidad de las plantaciones para el beneficio de los agricultores, con un mínimo uso de insecticidas (Tazán 2003).

El mejor método de control de cualquier problema fitosanitario es el uso de variedades resistentes (Grisales y Lescot, citado por Castrillón *et al.* 2002). Al respecto se conoce que la resistencia de plantas a insectos es considerada una estrategia segura y duradera para el control de *C. sordidus* (Gold y Messiaen 2000). Con este enfoque se está produciendo un nuevo esfuerzo para promover el uso de la diversidad de Musáceas como estrategia global para conservar variedades locales (Bioversity International 2006).

El presente estudio ha sido ejecutado como una actividad dentro del proyecto “Conservación y uso de la diversidad genética cultivada para el control de plagas en apoyo a la agricultura sostenible”¹, que tiene como objetivo conservar la diversidad cultivada *in situ* para reducir las epidemias de plagas en los cultivos de maíz, fréjol, haba y plátano, a fin de fortalecer la producción agrícola sostenible en diferentes localidades, estableciendo criterios que permitan conocer primero si las variedades locales tienen alguna resistencia y luego cuándo y dónde dicha diversidad intra-específica, puede facilitar una estrategia eficiente para disminuir las pérdidas causadas por plagas.

La información obtenida es de fundamental importancia para alcanzar con el objetivo del proyecto en especial en lo que respecta al cultivo de plátano, al obtener herramientas que sirvan de base para desarrollar estrategias que permitan usar eficientemente esta diversidad genética en el manejo del insecto, estableciendo patrones de biodiversidad, esperando que éstos además de ser importantes en la agricultura tradicional puedan ser adaptados a sistemas intensivos de cultivo.

¹ Proyecto que se desarrolla en el marco del convenio **INIAP - BIOVERSITY INTERNATIONAL**. Bioersity International es uno de los 15 centros de investigación agrícola apoyado por el Grupo Consultivo de Investigación Agrícola Internacional (GCAI) que se dedica a la conservación y el uso de la diversidad agrícola para mejorar el sustento de los pobres.

Para cumplir con la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

- Determinar la reacción de diez cultivares de *Musa* spp. al ataque de picudo negro, (*Cosmopolites sordidus* Germar), en condiciones de campo durante el primer año de establecimiento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer características de los cultivares que pudieran estar asociadas a las preferencias del insecto.
- Establecer la severidad de los daños causados por picudo negro, (*Cosmopolites sordidus* Germar) en cada uno de los cultivares en estudio.
- Determinar si la variabilidad genética existente en los diferentes cultivares pueden constituir una herramienta promisorio para el control de picudo negro.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Los bananos, plátanos y otras Musáceas comestibles han sido utilizados como alimento por miles de años, siendo unos de los primeros frutales cultivados por el hombre (Gold y Messiaen 2000).

El banano constituye en la actualidad el segundo rubro de exportación de nuestro país, mientras que la producción platanera en Ecuador ha ido en aumento en los últimos años. Actualmente, tiene una significativa importancia por el consumo generalizado de este producto el mismo que conjuntamente con el arroz y la yuca, constituyen alimentos básicos en la población del litoral, especialmente en el área campesina. Por esta importante razón, las áreas de producción están diseminadas en toda la región del litoral ecuatoriano (Tazán 2003).

Como en la mayoría de cultivos, el plátano y el banano también están expuestos a una serie de plagas y enfermedades que afectan su normal desarrollo, causando limitaciones en su producción y productividad. Los productores de plátano vienen enfrentando un serio problema que compromete la vida útil de la plantación, debido principalmente a los daños que las larvas del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) ocasionan en el cormo o cepa de las plantas, daños que se agravan a causa de la siembra intensiva en monocultivo (Armijos 2008).

2.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL PICUDO NEGRO (*Cosmopolites sordidus*)

El origen del picudo negro es probablemente el sudeste de Asia y se ha propagado a todas las regiones productoras de banano y plátano del trópico y subtropical. Los problemas con este insecto parecen ser más severos en el plátano, los bananos de cocción de altiplanos y en los del género Ensete (Gold y Messiaen 2000). El picudo negro se encuentra presente en las plantaciones bananeras y plataneras en las regiones tropicales de todo el mundo (Tazán 2003).

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL PICUDO NEGRO

Anderson (2002), menciona que la clasificación taxonómica del insecto es la siguiente:

- **Reino** : Animalia
- **Filo** : Arthropoda
- **Clase** : Insecta
- **Orden** : Coleoptera
- **Superfamilia** : Curculionoidea
- **Familia** : Dryophthoridae
- **Subfamilia** : Rhynchophorinae
- **Tribu** : Litosomini
- **Género** : *Cosmopolites*
- **Especie** : *sordidus*

2.3. BIOLOGÍA Y CICLO DE VIDA DEL PICUDO NEGRO

2.3.1. Estados de desarrollo

En las fincas plataneras es común observar grandes cantidades de plantas volcadas a causa del ataque del picudo negro, en cuyas cepas se distingue fácilmente las galerías y zonas necrosadas y podridas. Una observación detenida permite identificar adultos y larvas localizados en el interior de dichas galerías en donde desarrollan su ciclo de vida (Armijos 2008).

Los adultos miden entre 10 a 15 mm de largo, son de color negro, con fuertes élitros y un pico pronunciado, debido a ello el nombre de Picudo negro. El adulto al inicio es marrón rojizo, pero con frecuencia se vuelve uniformemente negro. Cuando se deseca tiene aspecto grisáceo (Tazán 2003).

Los adultos del picudo negro tienen un pico largo y curvo con dos grandes antenas que le sirven de orientación, y pueden permanecer en la misma planta por períodos largos, pero en condiciones favorables pueden movilizarse una distancia de 25 metros, en 15 días (Quijije *et al.* 2002).

Tazán (2003), menciona que los picudos son nocturnos y se esconden durante el día alrededor de los rizomas, o entre las vainas de las hojas de la planta, sobre el suelo. Salen por la noche a alimentarse y las hembras depositan sus huevos en el tallo cortado o podrido o bien se trasladan a una cepa viva, donde las hembras ovipositan uno a uno, en orificios hechos con el pico. El punto preferido para la

oviposición es entre las escamas de la vaina de la hoja en la corona del rizoma, justamente por encima del suelo.

El huevo es alargado, oval de aproximadamente 2 mm de longitud y blanco completamente (Tazán 2003). Las larvas son de color blanco cremoso y de 1 a 1,5 cm de longitud y provistas de mandíbulas de color café, grandes y bien desarrolladas (Armijos 2008). La pupa es de tipo exarata, se encuentra en el túnel hecho por las larvas, cerca de la superficie de la planta (Yust y Smith, citados por Quijije, 2003). En el interior del caparazón de la pupa se ve claramente la estructura del futuro picudo: pico, antenas y alas muy prominentes.

2.3.2. Ciclo de vida

Arias (1999) afirma que los huevos de *C. sordidus* se incuban en 4 a 7 días, dependiendo de la temperatura. Las larvas pasan por cinco estadios y a medida que crecen, aumentan el tamaño de la galería en las cepas. El estado larval dura de 22 a 120 días y depende de las condiciones climáticas, de la variedad de la planta hospedera y de la edad del cormo. En estado de prepupa vive de 2 a 3 días y la pupa de 7 a 10 días. El adulto puede vivir de dos a cuatro años.

2.4. SÍNTOMAS PRODUCIDOS EN LA PLANTA

Los picudos negros son atraídos por los rizomas recién cortados, lo que convierte a los retoños que se utilizan como material de plantación especialmente susceptibles al ataque (Gold y Messiaen 2000).

La plaga puede atacar cualquier estado de desarrollo de la planta, en plantaciones nuevas, el insecto hace túneles en la semilla, lo que ocasiona retraso o pérdida de la emergencia del cultivo, amarillamiento y enanismo de la planta, hasta secamiento de las hojas. En plantaciones establecidas, la plaga produce túneles fundamentalmente en la periferia del cormo, provoca pudrición del mismo, amarillamiento de las hojas, reducción del vigor y caída de la planta; algunas veces causa esterilidad. En regiones donde no se maneja adecuadamente el cultivo, se han registrado hasta 132 adultos por planta, con un daño que supera el 30% de destrucción en la cepa (Quijije 2003).

El ataque del picudo negro interfiere con la iniciación de las raíces, mata las raíces existentes, limita la absorción de nutrientes, reduce el vigor de las plantas, demora la floración y aumenta la susceptibilidad a plagas y enfermedades. Las reducciones de rendimiento son causadas tanto por la pérdida de plantas (muerte de las plantas, el rompimiento de los rizomas, volcamiento), como por el reducido peso de los racimos. El volcamiento, más comúnmente atribuido a los nemátodos, ha sido observado bajo condiciones de fuertes ataques de los picudos negros (Gold y Messiaen 2000).

Los niveles poblacionales del insecto a menudo son bajos en un campo recién sembrado. Con bajas tasas de oviposición, el crecimiento de la población es lento y el problema se encuentra con mayor frecuencia en el segundo ciclo. Las pérdidas del rendimiento en el cultivo han aumentado de 5% en el primer ciclo a más de 40% en el tercer ciclo de cultivo. En las áreas donde los bananos o plátanos se replantan después de 1-3 años, las poblaciones de picudo negro pueden no tener suficiente

tiempo para crecer hasta niveles de plaga, aún en presencia de germoplasma susceptible (Gold y Messiaen 2000).

2.5. MÉTODOS DE CONTROL

Los estudios realizados por el INIAP², en las zonas plataneras de El Carmen y Milagro, demuestran que esta plaga es la más importante del plátano; se presenta en cualquier etapa de desarrollo del cultivo, registrándose una mayor infestación en aquellas plantaciones donde las labores culturales de deshoje, deshije y eliminación de los restos de cosecha son muy escasas (Armijos 2008).

Los métodos de control para el picudo negro probablemente varían de sistema a sistema y reflejan la importancia y el estado de la plaga del picudo negro. En las plantaciones comerciales, el control químico es el método más difundido para controlar el picudo negro (Gold y Messiaen 2000), mientras que los agricultores del Ecuador dedicados principalmente al cultivo del plátano utilizan una tecnología baja en insumos y la aplicación de agroquímicos no constituye una práctica general por lo tanto es común encontrar altas poblaciones de picudo en las plataneras (Suárez *et al.* 2001, Armijos 2008).

El control cultural es muy valioso para prevenir el establecimiento del picudo negro y es el único medio comúnmente disponible mediante el cual los pequeños productores con recursos limitados pueden reducir las poblaciones establecidas (Gold y Messiaen 2000, Suárez *et al.* 2001).

² Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.

2.5.1. Control químico

El control de la plaga que se realiza en las plantaciones bananeras comerciales es principalmente químico, utilizando nematicidas con actividad insecticida aplicados en la base de la mata, constituye el método más difundido para el control de picudo negro (Gold y Messiaen 2000).

Las medidas de control químico han sido establecidas en el uso de trampas, colocando algún tipo de insecticida como medio para reducir la población de *C. sordidus*. La creciente demanda de plátano para exportación, ha hecho que los agricultores opten por el sistema de uso de insecticidas altamente peligrosos como Furadan (Carbofuran) y Lorsban (Clorpirifos) para mantener bajo control al *C. sordidus* (Williams *et al.* 2001).

2.5.2. Control cultural

Según Londoño *et al.*, citado por Quijije (2003), los adultos de *C. sordidus* son atraídos por la humedad y los fermentos derivados de la descomposición de los residuos de cosechas, como: cormos y pseudotallos. Por lo tanto, es de gran importancia eliminar dichos residuos ya que sirven de albergue y refugio para estos insectos. Los mismos autores señalan que el control del picudo negro es ante todo de tipo cultural, se debe mantener el aspecto de la plantación libre de malezas, con fertilizaciones adecuadas y riegos oportunos, revisarlas frecuentemente y destruir las plantas que se encuentran afectadas.

Arias (1999) señala que para la siembra, se debe escoger colinos de buen tamaño (1,20 a 1,50 m.), limpiarlos antes de la siembra con cuchillo o machete bien afilados y desinfectados. No se debe dejar las cepas preparadas de un día para otro, para evitar que sean infestadas con huevecillos o larvas pequeñas del picudo. El deshije, deshoje y coronación de plantas evita que los adultos, de hábitos lucífugos, busquen refugio en las cepas en donde las hembras ovipositan dando lugar a larvas causantes de la destrucción del cormo.

2.5.3. Control biológico

Sin duda, son muchos los microorganismos (hongos, virus, bacterias, protozoarios, nemátodos, rickettsias y micoplasma) que actúan independientemente o asociados sobre el complejo de insectos plagas; sin embargo, su aplicación es limitada para el combate de *C. sordidus* en plátano, y en condiciones de campo la información es muy escasa (Quijije 2003).

Para Sirjusingh *et al.*, citados por Quijije (2003), los agentes más promisorios para el control de las larvas de *C. sordidus* son los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Estos existen naturalmente en las huertas desarrollándose en larvas, pupas y adultos del picudo, aunque en cantidades limitadas.

En Colombia Londoño *et al.*, citados por Quijije (2003), han encontrado varios enemigos naturales del picudo negro, los cuáles deben ser aprovechados dentro de un programa de manejo de *C. sordidus*, señalando que entre los depredadores de larvas y huevos, sobresalen los coleópteros *Hololepta* sp. y *Alegoria dilatata*, cucarrones

que frecuentan los sitios donde se desarrollan las larvas del insecto. También se indica que las hormigas del género *Camponotus* sp., pueden encontrarse con frecuencia en los platanales, depredando larvas del picudo negro. Otros depredadores son las “tijeretas” (Dermaptera: Forficulidae).

En Ecuador, en los cantones de El Carmen (Manabí) y Buena Fe (Los Ríos) donde se cultiva plátano, es común encontrar cinco enemigos naturales del picudo negro; de los cuales, tres son depredadores de larvas; reconociéndose un coleóptero perteneciente a la especie *Plaesius javanus*, un dermáptero conocido como tijereta, y las hormigas “tostadas”, *Camponotus* sp. (Hymenoptera). Los restantes enemigos del picudo negro son los hongos entomopatógenos *B. bassiana*, y *M. anisopliae*; el primero de ellos tiene preferencia en los adultos y el segundo en larvas (Mendoza *et al.* 1998).

El uso de microorganismos benéficos constituye una práctica favorable para el control del picudo negro, pues permite disminuir los costos de producción y contribuyen a la conservación del ambiente al reducir la inversión y el uso de productos químicos. Solís *et al.* (2001) menciona que uno de los enemigos naturales es el hongo *Beauveria bassiana*, que ha sido estudiado con éxito para el control del picudo negro, causando la mortalidad de todos los insectos en pruebas de inoculación artificial.

Los nemátodos entomopatógenos, *Steinernema* y *Heterorhabditis* spp., atacan tanto a los picudos adultos como a las larvas en el campo, pero el costo y la eficacia de estos nematodos, permiten utilizarlos sólo en los lugares con altas densidades de

poblaciones de los picudos negros, limitando su uso a gran escala por el momento (Gold y Messiaen 2000).

2.6. RESISTENCIA VARIETAL

La resistencia de las plantas a los insectos se considera como una estrategia segura y duradera para el control de *C. sordidus*, especialmente en las plantaciones con bajas inversiones (Fancelli *et al.* 2002). Se ha sugerido la resistencia de la planta hospedante como una intervención potencial a largo plazo para el control del picudo negro en las pequeñas fincas dentro de una perspectiva del manejo integrado de plagas. Sin embargo, el desarrollo de la resistencia a los picudos negros se encuentra aún en su fase inicial y los programas de mejoramiento solo recientemente han incluido la resistencia al picudo negro como uno de los criterios para la inclusión de una nueva *Musa* cultivada (Kiggundu y Gold 2002).

La falta de entendimiento de los mecanismos de resistencia y los genes asociados, conjuntamente con los largos períodos de generación, esterilidad en los triploides de la mayoría de los cultivares comestibles y un pobre establecimiento de las semillas debido a la incompatibilidad, han dado como resultado esfuerzos limitados en el mejoramiento convencional de Musáceas; con respecto a la resistencia al picudo negro del banano (Kiggundu y Gold 2002).

La literatura limitada sobre la resistencia a los picudos negros en *Musa* ha sido revisada por varios autores en donde sugieren que la antibiosis es el mecanismo clave de la resistencia. En un ensayo conducido durante 4 ciclos de cultivo en el

International Institute of Tropical Agriculture- East and Southern Regional Center (IITA-ESAC), en Uganda, han descubierto que los bananos de altiplanos de África Oriental (EAHB) (grupo genómico AAA-EA) y plátanos (AAB) han sido los más susceptibles. Les siguieron los bananos ABB (cvs. Pisang awak y Bluggoe), híbridos derivados de los bananos diploides, bananos AB (cvs. Ndizi y Kisubi), bananos AAA (cvs. Cavendish y Gros Michel) y, finalmente, el tipo silvestre AA Calcuta 4 que se considera el más resistente (Fancelli *et al.* 2002).

Investigaciones realizadas en Colombia en donde se evaluó la respuesta de 112 accesiones se concluyó que los materiales del grupo Plantain (AAB), Dominico 300, Dominico Maqueño, Madre del Platanal, Dominico Ancuyano, Dominico Común, Dominico hartón Común, Hartón Maqueño, Hartón Común, y banano del subgrupo Gros Michel (AAA) Bocado Chileno, Gros Michel Coco, Gros Michel Común, comestibles en Colombia, son susceptibles al ataque de picudo negro del plátano, mientras que los materiales de origen del Sur Este Asiático entre otros el subgrupo Musa textiles (AA) (*Musa textilis*), Indefinido AAAA (IC2), Pisang Awak ABB (Fougamou) y Saba ABB (Bendetta), podrían ser utilizados como cultivos trampa para la captura de adultos en zonas de alta incidencia de picudo negro, ya que atrajeron al insecto, pero este no causó ningún tipo de daño al cormo. Este tipo de resistencia del hospedante parece ser principalmente debido a mecanismos de antibiosis que causan altas tasas de mortalidad en etapa larval (Gold y Messiaen, citados por Castrillón *et al.* 2002).

2.6.1. Mecanismos de resistencia

Kiggundu, citado por Fancelli *et al.* (2002) sugiere que la antibiosis es el mecanismo clave de la resistencia. No se han realizado muchos trabajos sobre esto entre las Musáceas, sin embargo, ciertos estudios citados parecen indicar que la antibiosis es un mecanismo de resistencia importante en banano y plátano. Lemaire, citado por Kiggundu *et al.* (1998), demostraron que la variedad Yangamby provocó una mortalidad significativa de larvas y una prolongación de las etapas de desarrollo mediante los mecanismos de antibiosis.

Por otra parte experimentos preliminares en Uganda muestran que la FHIA-03 y Pisang awak (ABB), presentan considerables niveles de mortalidad de las larvas debido a la dureza del corno y al látex, vinculando sus aspectos biofísicos y bioquímicos en la resistencia al picudo negro.

La dureza del corno parece también jugar un papel importante en el desarrollo de larvas y talvez un componente indispensable en la resistencia de algunos cultivares de banano y plátano. Otro factor parece ser el látex que ha demostrado ser un mecanismo de defensa contra insectos en varias plantas. Resultados preliminares de un estudio en curso en Uganda indican que el látex del banano puede tener un efecto negativo en la eclosión de los huevos y larvas de este insecto en el primer estadio. Se ha observado que los diferentes cultivares de banano producen cantidades variables de látex y este difiere en viscosidad. El mecanismo directo no se conoce con exactitud pero talvez está relacionado con la viscosidad, por que el látex pega las larvas al corno inmovilizándolas causando así su muerte por

inanición. En cultivares que producen grandes cantidades de látex, un efecto de ahogamiento puede ser el causante de la muerte de las larvas. La toxicidad directa del látex a las larvas no se ha investigado (Kiggundu *et al.* 1998).

2.7. BIODIVERSIDAD Y EFECTO SOBRE LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES

Son pocas las situaciones en la naturaleza en las cuales son evidentes las consecuencias de la reducción de la biodiversidad en el área del control de plagas y enfermedades agrícolas. La inestabilidad de los agroecosistemas en cuanto a problemas de patógenos e insectos plaga, están estrechamente ligados a la expansión de monocultivos a expensas de la vegetación natural, disminuyendo la diversidad del hábitat local. Los ecosistemas que se simplifican y modifican para satisfacer las necesidades alimenticias de humanos, quedan inevitablemente sujetos a daños por plagas y generalmente mientras más intensamente se modifican tales ecosistemas, más abundantes y serios son los problemas de plagas. Por otro lado, la diversificación de agroecosistemas da lugar al incremento de oportunidades ambientales para los enemigos naturales y consecuentemente, al mejoramiento del control biológico de plagas (Nicholls y Altieri 2000).

La diversidad genética ofrece un gran potencial para el control de los agentes patógenos. La diversidad genética se puede lograr en los campos, sembrando multilíneas, o una combinación de tres o cuatro diferentes variedades, cada una con diferentes genes de variada resistencia, también utilizando cultivares que tengan diversos genes que otorguen resistencia horizontal a varias razas de patógenos (Wolfe, citado por Nicholls y Altieri 2000).

Thurston, citado por CATIE (1979), menciona que la mejor protección contra la vulnerabilidad genética es la diversidad genética de los cultivos. Desafortunadamente, la mayoría de las prácticas agrícolas modernas estimulan una uniformidad cada vez mayor. Muchos cultivos agrícolas que se propagan vegetativamente tales como variedades de papa, yuca y manzanas, son completamente uniformes. Los clones de estos cultivos son idénticos genéticamente e igualmente susceptibles a las plagas.

Los sistemas de control integrado de plagas ofrecen un rico potencial para aumentar la producción de los cultivos y mejorar el ambiente para los humanos. Para obtener éxito en los sistemas integrados de manejo de plagas, es necesario emplear más de una estrategia de control de plagas. Las prácticas de control de plagas basadas en la genética del cultivo son las más apropiadas para control de patógenos, nemátodos e insectos (Thurston, citado por CATIE 1979), por cuya razón el conocimiento de caracteres deseables en variedades, especies o cultivares disponibles en campos de agricultores, permitirá un uso más eficiente de la biodiversidad de una localidad y orientará de mejor manera, tanto a la mejora genética cuanto la distribución de dichos cultivares en el campo de productores (Suárez 2011 – *com. per.*)³

2.8. DIVERSIDAD DE MUSÁCEAS

El uso de variedades locales, permiten a los agricultores eliminar la dependencia de monocultivos, trabajando con arreglos espaciales que ayuden al control de epidemias de plagas dentro de la plantación, minimizando el uso de

³ Suárez, C. 2011. Entrevista. INIAP – EET Pichilingue.

agroquímicos y potencializando el uso de variedades locales como el Maqueño morado y Orito, apetecidas por el mercado internacional.

A continuación se describen, los aspectos morfológicos más sobresalientes que caracterizan a cada uno de los principales cultivares que se siembran y explotan en pequeña o en gran escala en todo el ámbito nacional.

Barraganete. Es un triploide AAB cuyo pseudotallo por lo general es más alto que el del Dominico. Su color es verde claro sin las tonalidades rojizas en los bordes de las vainas foliares. El racimo tiene un menor número de manos y de frutos que el Dominico, solo la primera mano tiene doble hilera de frutos. Produce menor cantidad de hijos que el Dominico (Belalcazar 1991).

Dominico. Es un triploide AAB que presenta una gran cantidad de hijos. El pseudotallo es verde y con manchas rojizas en las vainas. Hojas de color verde mate por el haz y verde claro por el envés, con una capa de cera. Su nervio central es de color verde amarillento. Las flores masculinas persisten en el racimo y sus brácteas no se caen, su bellota es alargada. El racimo es aparentemente apretado, con 6 a 10 manos, cada una tiene de 12 a 14 dedos o plátanos. Los frutos son largos y delgados con pedúnculo largo y aristas o ángulos más o menos marcados (Belalcazar 1991).

Dominico hartón. Es un triploide AAB cuyos frutos son similares a los de Barraganete pero la conformación del racimo es parecida a la del Dominico. Genéticamente es muy inestable, pues en la segunda o tercera generación muchos de

ellos se vuelven Dominico o Barraganete. Presenta doble hilera de frutos hasta la quinta mano de ahí en adelante solo se presenta una hilera de frutos (Belalcazar 1991).

Plátano maqueño. Es un triploide AAB, se caracteriza por poseer una regular vigorosidad. Presentan alturas que exceden los 4 metros. Por otro lado, las hojas se clasifican como de tamaño mediano, con pecíolos largos y medianamente cerrados; el ciclo vegetativo puede estar entre los 12 a 14 meses de duración. El racimo es más grande y pesado siendo común que, en buenas condiciones de fertilidad y de humedad del suelo, supere la barrera de las 100 libras. Los frutos son de poca longitud pero muy gruesos (Tazán 2003).

Dominico negro. Es un triploide AAB que se diferencia del Dominico común, porque el color del pseudotallo es más oscuro y los peciolo y nervaduras son de color negro, presenta un racimo de gran tamaño (Cedeño 2010).

Dominico gigante. Es un triploide AAB, se diferencia del Dominico común porque es una planta de mayor altura, mayor vigor y su pseudotallo es más robusto. Su apariencia general es verde. Su racimo puede llegar a producir más de 24 manos (Cedeño 2010).

Gros Michel. Es un triploide AAA, variedad grande y robusta, cuyo pseudotallo tiene una longitud de 6 a 8 m, de coloración verde claro con tono a rosa por algunas partes. Su peciolo en la base presenta manchas de color marrón oscuro. Los limbos son verdes definidos siendo de 4 m de largo por 1 m de ancho. Los

racimos penden verticalmente, son alargados de forma cilíndrica con 10 a 14 manos promedio. Los frutos de la fila interna se muestran erectos pues su curva se encuentra en el pedúnculo y en la parte basal del fruto. El ápice tiene forma de cuello de botella y el pedúnculo es más corto y robusto (Fernández 2006).

Williams. Es un triploide AAA, su fisonomía presenta a este cultivar como una planta semienana de pseudotallo vigoroso y amplio sistema radicular que le da mayor resistencia al volcamiento por vientos. Se destaca por su mayor adaptabilidad a condiciones extremas de clima, suelo y agua; siendo su mayor inconveniente una alta susceptibilidad frente a los nemátodos y a la Sigatoka negra (Fernández 2006).

Maqueño morado. Es un triploide AAA, el pseudotallo es de color morado, con alturas que fluctúan entre los 3,5 y 4,0 metros. El ciclo vegetativo es muy prolongado, pues en las condiciones de Santo Domingo y La Maná es de 15 a 18 meses entre siembra a cosecha, disposición foliar horizontal, frutos de poca longitud y gruesos de coloración morada (Tazán 2003).

Orito. Es un diploide AA, poco robusto aunque puede alcanzar más de 4 m de altura. Su pulpa es amarilla, suave y pastosa, muy dulce y con mucho aroma. La planta soporta muy bien la acción del viento, debido a su eficiente sistema radicular. Los racimos son pequeños con gran número de dedos cortos, gruesos y rectos, y presenta mayor contenido vitamínico comparado con otros cultivares (Fernández 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación Política

- **Provincia** : Manabí
- **Cantón** : El Carmen
- **Parroquia** : El Carmen
- **Sector** : km. 40 Vía Santo Domingo - Chone
- **Finca** : Soledad

3.1.2. Ubicación Geográfica

El área de la Investigación está ubicada geográficamente en las siguientes coordenadas:

Coordenadas geográficas:

- **Latitud:** 00° 16` 14`` S
- **Longitud:** 79° 29` 12`` W

Coordenadas planas (UTM)

- **Norte:** 9970535
- **Este:** 668256

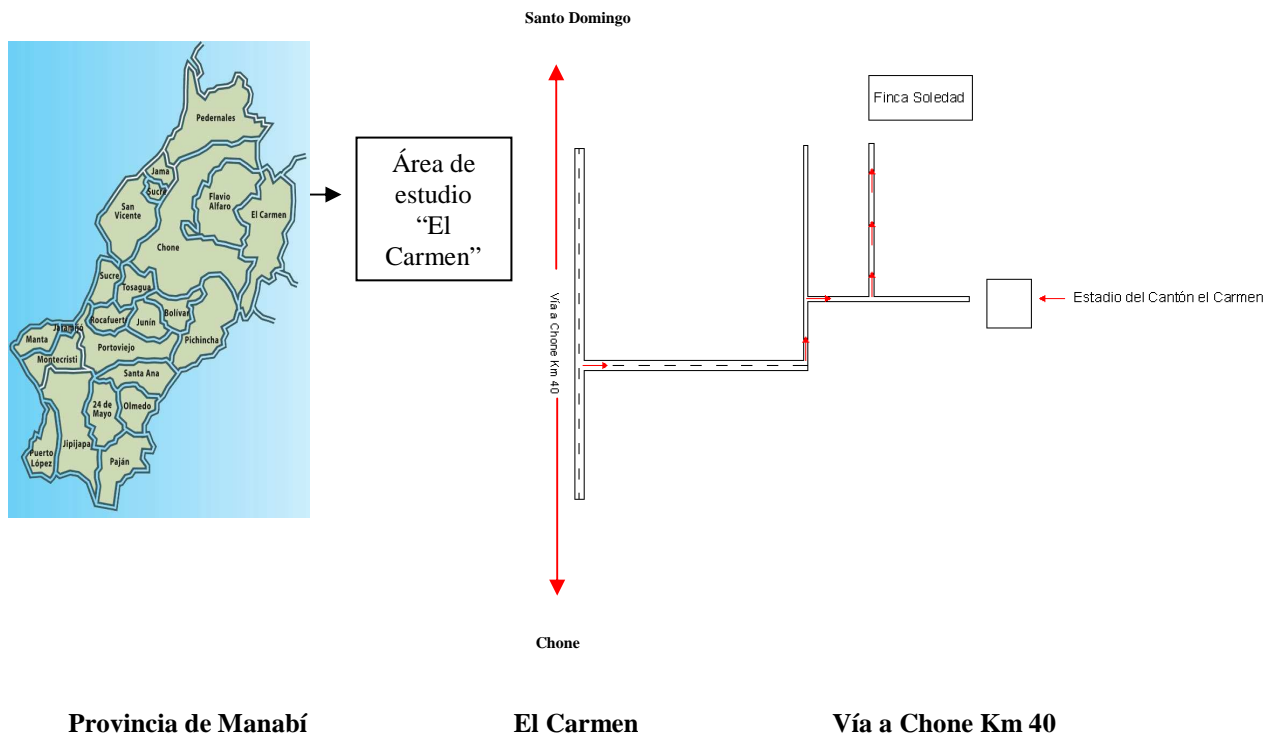


Figura 1. Croquis del lugar del experimento

3.1.3. Ubicación Ecológica

- **Zona de Vida:** Bosque húmedo tropical (bh-T) (Cañadas 1983)
- **Altitud:** 387 msnm
- **Temperatura media anual:** 28 °C
- **Precipitación media anual:** 2500 mm
- **Suelos:** Suelos de cenizas recientes sobre una arcilla un tanto porosa, con un contenido de materia orgánica de alrededor 6 %, de textura franco-arcillosa, que en profundidad aumenta el contenido de limo y arcilla.
- **Topografía del terreno:** Terreno ondulado con pequeñas zonas accidentadas, las cuales desembocan en pequeños esteros que atraviesan la finca.

- **Vegetación:** Presenta una asociación compleja de muchas especies, en las que se puede distinguir, Anime, *Dacrydes occidentalis*, Sande, *Brosimum utile*, Chalviande, *Virola* sp, Cuangaré blanco, *Dialyanthera* sp. algunas especies de Lauráceas, Cordoncillo, *Piper* sp. Frutales, y diversidad de Musáceas, especialmente la variedad Barraganete.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Materiales de campo

- GPS
- Cinta métrica
- Flexómetro
- Machetes
- Etiquetas de identificación de tratamientos y repeticiones.
- Rótulo de identificación de la investigación
- Motoguadaña
- Piola
- Estaquillas de caña guadúa
- Costales
- Palilla
- Pintura roja
- Tabla de campo
- Cámara fotográfica
- Cormos de las variedades

3.2.2. Materiales y equipos de oficina

- Resma de hojas A4
- Calculadora
- Esferográfico
- Computador
- Impresora

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Diseño Experimental

3.3.1.1. Factores en estudio

Se evaluó la reacción de diez cultivares de Musas frente a picudo negro.

3.3.1.2. Tratamientos a comparar

Cuadro 1. Cultivares evaluados en el ensayo

N° Tratamiento	Descripción
1	Barraganete
2	Dominico
3	Plátano maqueño
4	Gros Michel
5	Orito
6	Williams
7	Dominico hartón
8	Dominico negro
9	Dominico gigante
10	Maqueño morado

3.3.1.3. Tipo de Diseño

Las diez variedades de Musas, fueron distribuidas en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones.

3.3.1.4. Características de las Unidades Experimentales

- **Número de unidades experimentales** : 40
- **Área del bloque** : 506,3 m²
 - **Largo** : 22,5 m
 - **Ancho** : 22,5 m
- **Separación entre bloques** : 4 m
- **Distanciamiento de siembra** : 2,5 m x 2,5 m
- **Plantas por Unidad Experimental** : 10 plantas
- **Plantas por repetición** : 100 plantas

3.3.1.5. Croquis del diseño

El croquis del diseño aplicado en la presente investigación se presenta en la sección de anexos (Anexo 1).

3.3.2. Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos de las variables: altura de la planta, diámetro del pseudotallo, número de hojas funcionales, índice de emisión foliar, severidad de daño, número de galerías producidas y número de larvas

presentes, se realizó un análisis de varianza (ADEVA) y para separar las medias entre tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Para la variable mortalidad se realizó un análisis con estadística descriptiva haciendo uso de gráficos de barras. Para realizar el análisis estadístico correspondiente se sometió a las variables número de galerías, número de larvas y porcentaje de severidad a la transformación de datos ($\sqrt{X+1}$) (Castrillón *et al.* 2002).

3.3.3. Variables evaluadas

a) Altura de la planta (cm)

Se midió el crecimiento, a partir del tercer mes posterior a la siembra y hasta alcanzar el primer año de establecimiento de los cultivares, mensualmente. Las plantas fueron medidas con un flexómetro graduado en cm, desde la base del suelo hasta el punto de inserción de la última hoja. Para el análisis estadístico de esta variable se tomó el valor medido en las plantas de un año de edad.

b) Diámetro del pseudotallo (cm)

El diámetro del pseudotallo se registró a partir del tercer mes posterior a la siembra y hasta el primer año de establecimiento, mensualmente, a una altura de 20 cm desde la base del suelo. Para el efecto, se utilizó una cinta métrica para el registro de la circunferencia (cm) del pseudotallo. Para el análisis estadístico de esta variable se tomó el valor medido en las plantas de un año de edad.

El cálculo del diámetro se realizó utilizando la siguiente fórmula:

$$D = \frac{C}{\pi}$$

Donde:

C= Circunferencia

D= Diámetro

π = Constante (3,1416)

c) Número de hojas e índice de emisión foliar (%)

Mensualmente se contabilizó el número de hojas de las plantas. Se registró a los tres, seis y nueve meses el índice de emisión foliar. Esta variable consistió en determinar el tiempo desde que emerge una nueva hoja hasta que se abre completamente, utilizando para ello la escala de emisión descrita por Brun, citada por Betancourt (2000) (Anexo 2).

d) Mortalidad de plantas (%)

Se determinó la mortalidad de las plantas que comprendieron el ensayo de investigación. Las plantas muertas fueron contabilizadas durante el primer año de establecimiento.

e) Severidad de daño (%)

Con el objeto de tener un criterio uniforme en la determinación, clasificación y comparación de la severidad del daño, se utilizó la escala del coeficiente de infestación (Vilardebo, citado por Castrillón *et al.* 2002), la cual se refiere al porcentaje del tejido perforado por la acción de las larvas de picudo negro.

Esta escala permitió estimar el daño producido en cada una de las variedades evaluadas determinando la susceptibilidad y/o tolerancia de estos materiales.

Para ello se realizó un corte horizontal-transversal en el corno de diez plantas por tratamiento, doce meses después de la siembra, a nivel del máximo diámetro. Si no se observó ninguna perforación el coeficiente de infestación fue cero, si el área se encontraba totalmente cubierta por minas, galerías y pudriciones, el coeficiente de infestación tuvo el valor de 100. Valores intermedios entre los dos extremos se atribuyeron según el área afectada.

Para simplificar esta evaluación visual se agrupó el daño en ocho niveles:

- 0 - Ausencia de galería
- 5 - Presencia de vestigios (pizcas)
- 10 - Infestación intermedia entre 5 y 20
- 20 - Presencia de galerías alrededor de una cuarta parte del contorno del corno
- 30 - Valor intermedio entre 20 y 40
- 40 - Presencia de galerías alrededor de la mitad del contorno del corno
- 60 - Presencia de galerías alrededor de tres cuartas partes del contorno del corno
- 100 - Presencia de galerías sobre todo el contorno del corno

f) Número de galerías producidas

Aprovechando la evaluación de severidad de daño determinada, se contabilizó el número de galerías producidas por *C. sordidus* entre los cultivares, realizando un corte horizontal-transversal en los cormos de las plantas existentes en cada tratamiento, doce meses posteriores a la siembra.

g) Número de larvas presentes

Al final del estudio se determinó el número de larvas de la sección horizontal-transversal en los cormos de las plantas/tratamiento, doce meses después de la siembra y se comparó entre sí, contabilizándolas visualmente.

3.3.4. Métodos Específicos de Manejo del Experimento

a) Selección del sitio

Se seleccionó una finca de la zona de El Carmen en donde a través de encuestas realizadas por el Departamento Nacional de Protección Vegetal de la Estación Experimental Tropical Pichilingue, se determinó una alta infestación del insecto. Para comprobar los datos obtenidos en dichas encuestas se realizó un muestreo en la finca seleccionada arrojando un promedio de 19 insectos por trampa, dato que sobrepasa el nivel crítico aceptado (8 a 16 adultos/trampa) (Armijos 2008), y que asegura la exposición de los materiales en prueba al ataque del insecto.

b) Material Vegetal

Para el presente ensayo se usaron cormos de diez cultivares de Musas con un peso promedio de 3 kg recolectados en las zonas de El Carmen y La Maná. Previo a la siembra, los cormos fueron saneados, eliminando aquellos que se encontraron infestados por plagas, con heridas, etc., de tal manera que se obtuvo material homogéneo y en buen estado para el presente estudio.

c) Infestación natural inicial

Los cormos fueron expuestos durante 24 horas en una plantación establecida de plátano Barraganete con alta infestación (19 insectos por trampa) de *C. sordidus*, para que pasen por una fase de infestación natural. En este período los cormos estuvieron cubiertos por hojas de plátano para evitar su deshidratación. El material estuvo agrupado dependiendo su variedad, para que los insectos tengan la opción de escoger el material de su preferencia y ovipositen.

d) Siembra de los cormos en campo

La siembra de cormos se realizó dentro de una plantación establecida de Barraganete debido a que los niveles de picudo negro a menudo son bajos en un campo recién establecido. Las diferentes variedades se colocaron aleatoriamente aprovechando espacios disponibles entre las plantas de la huerta, lo que les permitió tener las condiciones necesarias para su desarrollo normal a la vez de mantener altas poblaciones de picudos.

e) Manejo agronómico

La plantación seleccionada continuó con las labores convencionales por parte del propietario, exceptuando el uso de herbicidas en el control de malezas para evitar interferencias en el desarrollo y ataque de la plaga a las variedades en estudio. En cuanto al uso de fertilizantes en la plantación no se aplicaba ninguno, por lo tanto, en la presente investigación fue llevada de la misma forma.

- **Control de malezas**

Posterior a la siembra y dependiendo de la población de malezas, se procedió a realizar controles manuales mensualmente.

- **Deshoje y deshije**

A medida que las plantas se fueron desarrollando, se eliminaron las hojas amarillas y secas mensualmente, lo que permitió liberar a la planta de aquellas cuya actividad fotosintética no correspondía a sus requerimientos fisiológicos, además de permitir mayor penetración y acción de los rayos solares. Igualmente a partir de los cinco meses se eliminaron los hijos indeseables.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan a continuación en figuras y cuadros que resumen las variables, determinándose así la influencia del insecto (*C. sordidus*) en el desarrollo de diez cultivares de *Musa* spp. Además se indica el nivel de resistencia y susceptibilidad propio de cada cultivar.

4.1. VARIABLES RELACIONADAS CON LA PREFERENCIA DEL INSECTO A LOS CULTIVARES

4.1.1. Mortalidad de plantas (%).

En la Figura 2 se muestra el porcentaje de mortalidad de diez cultivares de *Musa* spp. atacados por *C. sordidus*, siendo el Dominico hartón el cultivar que presenta la mayor mortalidad, el cual obtuvo un 82,4 %, mientras que el Orito no presentó mortalidad.

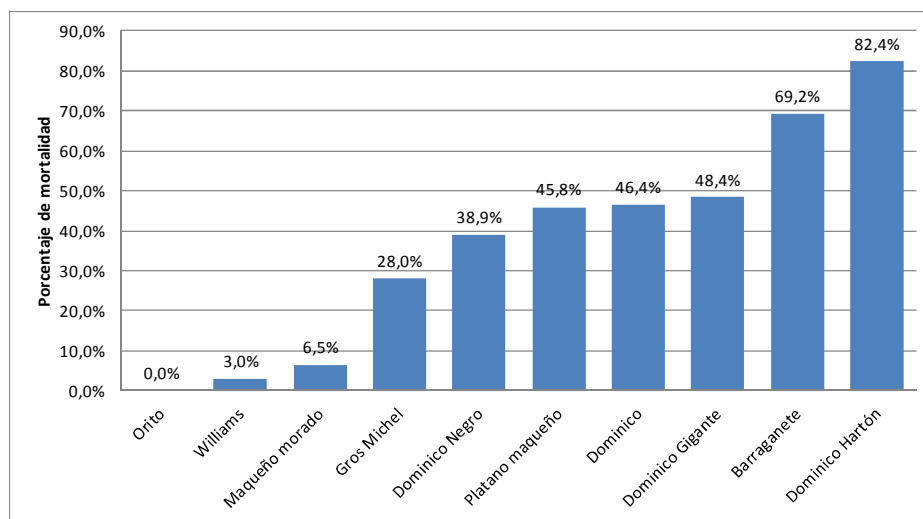


Figura 2. Porcentaje de mortalidad de diez cultivares de *Musa* spp. sometidos al ataque de *C. sordidus*, durante la fase fenológica del cultivo.

Durante los primeros meses de siembra de los cultivares, claramente se evidenció la preferencia del insecto al cultivar Dominico hartón y Barraganete ya que las plantas manifestaron síntomas visuales externos característicos del ataque del picudo negro, tales como, amarillamiento de las hojas, debilidad, escaso desarrollo y muerte de la planta. Para confirmar si el daño era a causa del insecto, se tomó la planta que presentaba estas características, se observó el cormo y se lo dividió en secciones, de esta manera se realizó un análisis minucioso de la planta, ratificando que la muerte fue producida por el picudo negro.

4.1.2. Severidad de daño (%)

En la Figura 3, se muestra la preferencia del insecto hacia los cultivares evaluados y haciendo uso de la escala de Vilardebo se determinó la severidad del daño producido por *C. sordidus*, existiendo diferencias significativas (Tukey 0,05), siendo el Barraganete el cultivar que presenta el mayor porcentaje de severidad de daño, el cual tuvo un 78,6 %, mientras que el Orito se destaca por tener un 0,0 % de severidad de daño.

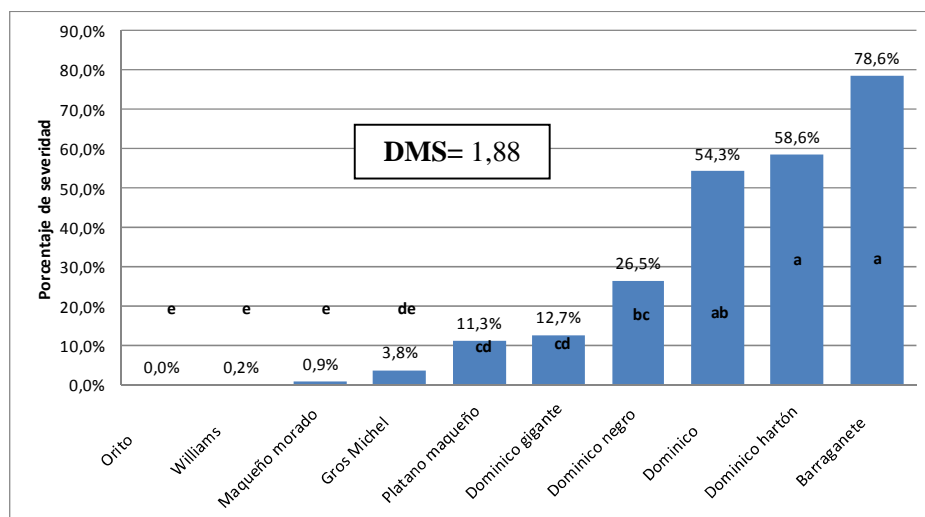


Figura 3. Porcentaje de severidad de diez cultivares de *Musa* spp. sometidos al ataque de *C. sordidus* haciendo uso de la escala de Vilardebo.

4.1.3 Número de galerías producidas

En la Figura 4, se indica el conteo del número de galerías producidas por el picudo negro, el cual complementó la evaluación de severidad, observándose diferencias significativas (Tukey 0,05) entre los cultivares, y en donde el cultivar Barraganete presenta el mayor número de galerías, mientras que el Orito no presentó galerías.

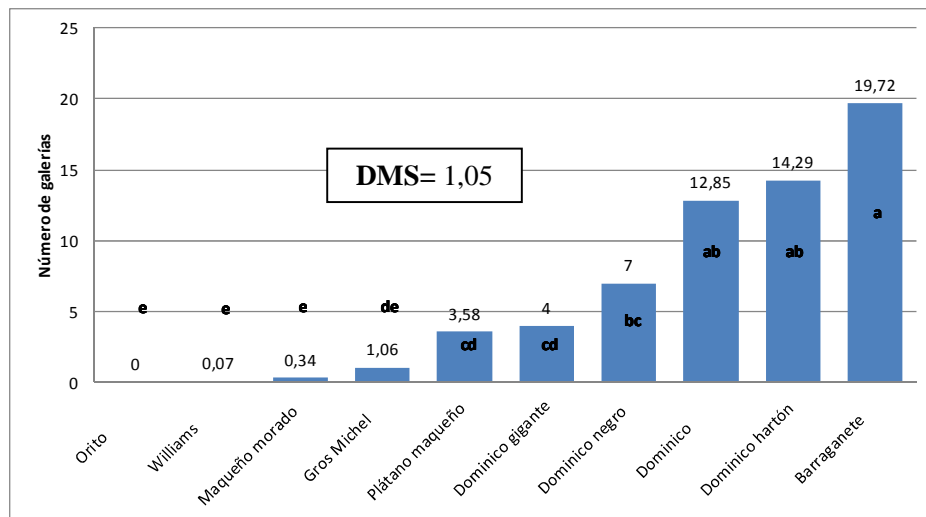


Figura 4. Número de galerías en cormos de diez cultivares de *Musa* spp. sometidos al ataque de *C. sordidus*.

Las Figuras 3 y 4 muestran la estrecha relación entre la variable número de galerías con la variable severidad de daño debido a la preferencia del insecto a ciertos cultivares, lo que ocasiona mayor cantidad de perforaciones o galerías en el corno de los mismos. Este ataque interfiere en la brotación de las raíces, deterioran las raíces existentes, limitando la absorción de nutrientes, reduce el vigor de las

plantas, demora la floración y aumenta la susceptibilidad a otras plagas y enfermedades (Gold y Messiaen 2000), ocasionando la muerte de las plantas.

4.1.4. Número de larvas presentes.

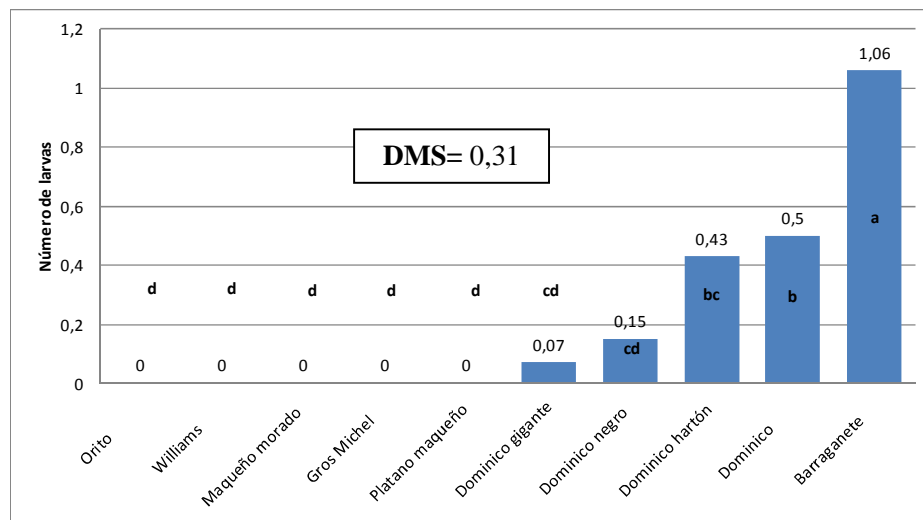


Figura 5. Número de larvas encontradas en cormos de diez cultivares de *Musa* spp. sometidos al ataque de *C. sordidus*.

En la Figura 5, se compara el número de larvas en promedio encontradas entre los diez cultivares de *Musa* spp. observándose diferencias significativas (Tukey 0,05), siendo el Barraganete el cultivar que presenta el mayor número de larvas, obteniéndose 1,06; seguido por el cultivar Dominico con 0,5; luego el Dominico hartón con un 0,43; el Dominico negro con un 0,15; el Dominico gigante con 0,07; en los cultivares de Plátano maqueño, Gros Michel, Maqueño Morado, Williams y Orito, no se encontraron larvas.

Cabe destacar que la variable número de larvas es menos precisa que las anteriormente mencionadas, debido al ciclo de desarrollo que presenta *C. sordidus*. Es probable que las larvas existentes hayan atravesado el estado de pupa, convirtiéndose posteriormente en adultos, por esta razón no fue posible observar con exactitud el número de larvas en los cormos. Sin embargo, los cultivares con mayor susceptibilidad mostraron mayor cantidad de larvas.

4.2. VARIABLES DE CRECIMIENTO

Aunque se observaron en todos los cultivares diferencias estadísticas (Tukey 0,05) de las variables: altura, diámetro, número de hojas e índice de emisión foliar, no se observó relación alguna con las variables producidas por efecto del ataque del insecto. Cada cultivar presenta su propio genotipo y actúa de manera independiente, sin embargo se ha colocado, en la sección anexos, los resultados obtenidos para estas variables (Anexo 3).

Los conocimientos sobre la morfología y la estructura de la planta marcan las pautas a seguir durante las fases de establecimiento y explotación del cultivo. Esto permite comprender mucho mejor no sólo los diferentes procesos fisiológicos sino también las relaciones e interacciones existentes entre la planta y los componentes del medio ambiente en el cual se desarrolla, como el suelo, el agua, los nutrientes, las plagas y las enfermedades, entre otros (Belalcazar 1991).

El cormo o rizoma constituye la parte fundamental de la estructura de la planta, da lugar al pseudotallo el cual corresponde a un cormo subterráneo erecto con ramificación monopódica. Poco después de la siembra comienza la emisión de hojas que cumplen la función de servir de apoyo a la parte superior de la planta y al racimo, además de almacenar reservas hídricas y amiláceas, a medida que estas aumentan finalmente aparece la inflorescencia. Cabe destacar que el proceso de diferenciación floral, está relacionado con la emisión de cierto número de hojas y con cambios morfológicos que experimentan las mismas durante dicho proceso. La planta tiene que haber emitido el 50% (19 ± 2) del total de hojas (38 ± 2), que produce a través de su ciclo vegetativo, esta etapa de diferenciación es considerada la más importante del ciclo ya que es la encargada de dar origen al racimo (Belalcazar 1991, Tazán 2003). En términos generales una planta de banano debe tener por lo menos 7 a 8 hojas funcionales a la floración para impedir pérdidas en la calidad de la fruta (González, citado por Gavilán 2000), mientras que para las plantas de plátano debe tener de 8 a 12 hojas (Torres y Hernández 2004).

Los valores presentados en el Cuadro 2, comparan los datos de altura, diámetro y número de hojas de los cultivares en donde fue llevado el experimento con una plantación en donde se realizó un manejo agronómico adecuado. Estas evaluaciones fueron realizadas al año de edad.

Cuadro 2. Efecto comparativo de las variables altura, diámetro y número de hojas en diez cultivares de *Musa* spp. en el sitio de estudio (alta infestación) y en una plantación con baja infestación de *C. sordidus*

Cultivares	Altura (cm)	Altura (cm)	% de pérdida de altura	Diámetro (cm)	Diámetro (cm)	% de pérdida de diámetro	N° de hojas sitio de estudio con alta infestación de <i>C. sordidus</i>	N° de hojas	% de pérdida de número de hojas
	sitio de estudio con alta infestación de <i>C. sordidus</i>	plantación con baja infestación de <i>C. sordidus</i>		sitio de estudio con alta infestación de <i>C. sordidus</i>	plantación con baja infestación de <i>C. sordidus</i>			plantación con baja infestación de <i>C. sordidus</i>	
Plátano maqueño (AAB)	265,67	346	23,22%	19,84	34,25	42,07%	5,92	11,8	49,83%
Dominico negro (AAB)	249,1	434	42,60%	16,9	25,64	34,09%	5,8	11	47,27%
Gros Michel (AAA)	220,69	425	48,07%	14,91	29,97	50,25%	5,88	10	41,20%
Dominico gigante (AAB)	210,57	433	51,37%	16,93	39,23	56,84%	5,21	11,2	53,48%
Dominico (AAB)	198,27	385	48,50%	15,55	26,04	40,28%	5,53	11,8	53,14%
Maqueño morado (AAA)	183,11	355	48,42%	13,86	26,5	47,70%	5	11,1	54,95%
Orito (AA)	181,9	286	36,40%	12,17	21,33	42,94%	7	11	36,36%
Barraganete (AAB)	148,88	366	59,32%	11,18	26,55	57,89%	5,25	11,6	54,74%
Dominico hartón (AAB)	133,33	388	65,64%	9,23	26,87	65,65%	4,67	12,2	61,72%
Williams (AAA)	122,3	232	47,28%	11,29	23,36	51,67%	5,25	9,4	44,15%
Promedio	191,38	365	47,08%	14,19	27,97	48,94%	5,55	11,11	49,69%

Gold y Messiaen, (2000) afirman que se han registrado pérdidas de más de 40% del cultivo debido al picudo negro. El Cuadro 2, ratifica lo expuesto por los autores; para este caso se perdió en promedio el 50% del desarrollo normal de las plantas en las variables de crecimiento, altura, diámetro y número de hojas.

Sin duda las plantas que fueron infestadas por el insecto no alcanzaron la etapa de floración al año de establecimiento, extendiendo este período y viéndose reflejado el ataque del insecto en su desarrollo. Sin embargo, no se puede atribuir la pérdida de desarrollo en las plantas únicamente al insecto sino al manejo agronómico (similar para todos los cultivares), con el que fue llevado el ensayo así como también a las características genotípicas de cada uno de los cultivares.

El picudo negro al atacar directamente el cormo o rizoma, en el cual hace galerías dificulta los procesos de absorción y asimilación de compuestos transformados, razón por la cual las plantas crecen poco, son débiles y se vuelcan con facilidad (Suárez 2001). Se puede comparar las pérdidas de desarrollo de altura, diámetro y número de hojas de los cultivares más afectados (Dominico hartón, Barraganete, y Dominico gigante), con las variables que se encuentran relacionadas al daño causado por el insecto (Severidad de daño, mortalidad, y número de galerías).

En consecuencia, el pobre desarrollo de las plantas más afectadas está directamente relacionado con el ataque del insecto, además del tipo de manejo agronómico, baja fertilidad del suelo e incidencia de nemátodos (Anexo 5); mientras que para los cultivares, Maqueño morado, Williams y Orito se atribuye su

incompleto desarrollo especialmente al manejo agronómico y presencia de nemátodos.

4.3. CATEGORIZACIÓN DE LOS CULTIVARES

Para la categorización de resistencia de los cultivares se adoptó como criterio principal la severidad de daño en el cormo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Categorización de diez cultivares de *Musa* spp. de acuerdo a la preferencia del picudo negro (*C.sordidus*).

Cultivares	Severidad de daño (%)	Categoría
Barraganete (AAB)	78,61 a	Susceptibles
Dominico hartón (AAB)	58,57 a	
Dominico (AAB)	54,25 ab	
Dominico negro (AAB)	26,54 bc	Medianamente resistentes
Dominico gigante (AAB)	12,67 cd	
Plátano maqueño (AAB)	11,25 cd	
Gros Michel (AAA)	3,75 de	
Maqueño Morado (AAA)	0,86 e	Resistentes
Williams (AAA)	0,19 e	
Orito (AA)	0,00 e	

Como se aprecia en el Cuadro 3, se consideró como resistentes, a aquellos cultivares que presenten de 0 a 1% de daño, medianamente resistentes a los cultivares con 2 a 40% y susceptibles a los cultivares con 41 a 100%. Con esta categorización se evidenció que los cultivares del genoma AAB, tienden a ser los más susceptibles al ataque del picudo negro, encontrándose en este grupo a los cultivares Barraganete, Dominico hartón, y Dominico, seguidos por los cultivares categorizados como medianamente resistentes del mismo genotipo AAB Dominico negro, Dominico gigante y Plátano maqueño, a excepción del cultivar Gros Michel del genoma AAA. Los cultivares, Maqueño morado, Williams pertenecientes al grupo del genoma AAA y a Orito AA, fueron categorizados como cultivares resistentes al ataque de picudo negro.

Independientemente del manejo, este trabajo evidencia de que la resistencia a *C. sordidus* entre cada una de las variedades está directamente relacionada con el genoma que las conforma, coincidiendo con Castrillón *et al.* (2002), quienes afirman que el grupo más susceptible al ataque de picudo negro, son los del subgrupo Plantain (Plátano) de genoma AAB, confirmando además que las fuentes primarias de resistencia parecen encontrarse en los materiales diploides acuminata AA como *Musa textilis*.

Similares resultados obtuvieron Fancelli *et al.* (2002) en Uganda, en donde han descubierto que los bananos de altiplanos de África Oriental (EAHB) grupo genómico AAA-EA y plátanos AAB han sido los más susceptibles, seguidos por los bananos ABB (cvs. Pisang awak y Bluggoe), híbridos derivados de los bananos diploides, bananos AB (cvs. Ndizi y Kisubi), bananos AAA (cvs. Cavendish y Gros

Michel) y finalmente, el tipo silvestre AA Calcuta 4 que se considera el más resistente.

V. CONCLUSIONES

Los cultivares de *Musa* evaluados reaccionan de manera distinta al ataque de *Cosmopolites sordidus* Germar mostrando diferentes niveles de severidad en cada uno.

Los cultivares Orito (AA), Williams (AAA), y Maqueño morado (AAA) se comportaron como resistentes al ataque de *C. sordidus*, mientras que los cultivares Gros Michel (AAA), Plátano maqueño (AAB), Dominico gigante (AAB), Dominico negro (AAB), se los categorizó como medianamente resistentes y Dominico (AAB), Dominico hartón (AAB) y Barraganete (AAB), como susceptibles al picudo negro.

Aparentemente, la resistencia o susceptibilidad a *C. sordidus* está directamente relacionada con el genoma que las conforma, así las variedades de plátanos (AAB) son más susceptibles que los tipos banano (AAA) y los diploides Acuminata como el Orito (AA).

Durante las primeras etapas de desarrollo de las plantas, principalmente plátanos, el ataque de picudo negro es extremadamente severo llegando a causar su mortalidad, dando como resultado la pérdida de unidades productivas dentro de la plantación.

VI. RECOMENDACIONES

Para este tipo de estudios se recomienda no relacionar a las variables de crecimiento de los cultivares con la preferencia del insecto, debido a que estas variables dependen del genotipo de los cultivares.

Establecer arreglos espaciales con los cultivares, Orito, Williams y Maqueño morado, combinados con cultivares susceptibles como el plátano Barraganete y el Dominico hartón, para disminuir el daño del insecto dentro de las fincas productoras de estos cultivares.

Determinar un manejo agronómico adecuado de los cultivares Williams, Orito y Maqueño morado, para hacer más eficientes los arreglos espaciales.

Evaluar el comportamiento de los cultivares Orito, Williams y Maqueño morado en diferentes zonas agroecológicas para observar si la resistencia a *C. sordidus* se da en todos los casos o es afectada por las condiciones agroecológicas.

Evaluar otros cultivares de Musáceas para conocer su nivel de resistencia y compararlas con el fin de ampliar opciones de diversificación y combinación intraespecífica mejorando así el manejo del picudo negro.

Realizar estudios moleculares y químicos para determinar si la resistencia de los cultivares Williams, Orito y Maqueño morado, están relacionados con los componentes bioquímicos de su constitución.

VII. RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la reacción de diez cultivares de *Musa* spp. al ataque de picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) durante el primer año de establecimiento. El material de siembra utilizado fueron cormos de: Barraganete (AAB), Dominico (AAB), Plátano maqueño (AAB), Gros Michel (AAA), Orito (AA), Williams (AAA), Dominico-Hartón (AAB), Dominico negro (AAB), Dominico gigante (AAB), Maqueño morado (AAA), con un peso promedio de 3 kg. Estos fueron saneados eliminando aquellos que no cumplían con los requerimientos (material atacado por plagas o enfermedades). Los diferentes cultivares pasaron por una etapa de infestación natural en donde se los dejó expuestos en la plantación establecida de Barraganete durante 24 horas para que los insectos tenga la opción de escoger el material de su preferencia y ovipositen. Estos materiales fueron sembrados en una finca que mostró una alta incidencia de picudo negro (19 insectos/trampa). Durante la ejecución del presente ensayo se llevó el mismo manejo agrónomico que el propietario de la finca realizaba: control manual de malezas, deshoje y deshije y se evaluó a partir del tercer mes posterior a la siembra las variables, mortalidad, altura, diámetro, número de hojas e índice de emisión foliar. Al concluir el año de establecimiento del ensayo, se evaluó las variables, severidad de daño, y número de galerías producidas por el insecto haciendo uso de la escala de Vilardebo, y se determinó el número de larvas en el cormo de cada uno de los cultivares. Se utilizó un Diseño de bloques completamente al azar (DBCA) y para la comparación de los promedios entre tratamientos se aplicó la prueba estadística de Tukey al 5%. Los cultivares mostraron diferencias marcadas de acuerdo a las características genotípicas que la conforman; así, los cultivares Orito (AA), Williams (AAA), y Maqueño morado (AAA), se comportaron como resistentes al ataque de *C. sordidus*, mientras que los cultivares Gros Michel (AAA), Plátano maqueño (AAB), Dominico gigante (AAB), Dominico negro (AAB), se los categorizó como medianamente resistentes, y a Dominico (AAB), Dominico hartón (AAB), y Barraganete (AAB) como susceptibles al picudo negro. La información obtenida permitirá diseñar arreglos intraespecíficos para reducir la incidencia del insecto en los cultivares considerados como susceptibles.

VIII. SUMMARY

The present research had as objective to determinate the reaction of ten cultivars of *Musa* spp. attacked of black weevil (*C. sordidus*) during the first year of establishment. The material used for sow was, corms of different cultivars: Barraganete (AAB), Dominico (AAB), Plátano maqueño (AAB), Gros Michel (AAA), Orito (AA), Williams (AAA), Dominico hartón (AAB), Dominico negro (AAB), Dominico gigante (AAB), Maqueño morado (AAA), with 3 kilograms of weight. These corms were cleaning; the corms that didn't accomplish our requirements (corms with pests and diseases) were eliminated of the group. The different cultivars had a natural infestation stage, then the corms were exposed on the established plantation of Barraganete during 24 hours for the insects had the option to choice the material of their preference and then put their eggs. These cultivars were sown on a farm with high incidence of black weevil (19 insects per trap). During this research it was continued the same agronomic management that the farm owner did: manually weeds control, remove leaves, remove suckers; and evaluated at the third month after sown the variables mortality of plants, height, diameter, number of leaves, rate of leaf. At the end of the year of establishment the variables, severity of damage, number of galleries produced by the insect, number of larvae on the corm using Vilardebo scale were evaluated. For this research a randomized block design (RBD) was used and to compare averages between treatments Tukey statistical test (5%) was applied. The cultivars showed differences according to the genotypic characteristics, the cultivars Orito (AA), Williams (AAA), and Maqueño morado (AAA), were resistant to attack of *C. sordidus*, the cultivars Gros Michel (AAA), Plátano maqueño (AAB), Dominico gigante (AAB), Dominico negro (AAB), were moderately resistant and the cultivars Dominico (AAB), Dominico hartón (AAB), and Barraganete (AAB) were susceptible to black weevil. This information will allow to design intraespecifics models to plant and reduce the insect incidence on the susceptible cultivars plantation.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Anderson, R. 2002. The Dryophthoridae of Costa Rica and Panamá: Checklist with keys, new synonym and descriptions of new species of *Coctophagus*, *Mesocordylus*, *Metamasius* and *Rhodobaenus* (Coleóptera, Curculionidae). (en línea). CR. Consultado 5 de mar. 2010. Disponible en <http://inbio.ac.cr/papers/Dryophthoridae/Cosmopolites.htm>
- Arias, M. 1999. Picudo negro, plaga del plátano, banano y abacá. Revista informativa del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 11: 23-25.
- Armijos, F. 2008. Principales Tecnologías Generadas para el Manejo del Cultivo de Banano, Plátano y otras Musáceas. Guayaquil, EC, INIAP, Estación Experimental Boliche, Programa Nacional de Banano, Plátano y otras Musáceas. 64 p. (Boletín Técnico no. 131).
- Belalcazar, S. 1991. El Cultivo del Plátano en el Trópico. Quindío. Feriva, Cali, CO. ICA-INIBAP. 376 p.
- Betancourt, G. 2000. La “sigatoka negra” del banano y el plátano: Sistema de preaviso biológico (en línea). Consultado 6 de mar. 2010. Disponible en http://www.infoagro.net/shared/docs/a3/4Sigatoka_negra.pdf

- Bioversity International. 2006. Conservación y uso de la diversidad genética cultivada para el control de plagas en apoyo a la agricultura sostenible: Capítulo Ecuador. Un proyecto de investigación y desarrollo para el uso de la agrobiodiversidad a favor del bienestar rural. Quito, EC. 28 p.
- Cañadas, L. 1983. Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador: Bosque húmedo tropical. Quito, EC. 1. Ed. 210 p.
- Castrillón, C; Valencia, J; Urrea, C. 2002. Reacción de diferentes materiales del banco de germoplasma de musáceas al ataque del Picudo negro *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleóptera: Curculionidae). Quindío, CO. (en línea). Consultado 5 de dic. 2009. Disponible en http://musalit.inibap.org/pdf/INO30010_es.pdf
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1979. Tendencias modernas para el Fitomejoramiento para la resistencia del hospedero y sus implicaciones en el control integrado de plagas: Mantenimiento de la diversidad genética en las poblaciones de cultivos. Turrialba, CR. 2:299.
- Cedeño, G. 2010. Evaluación del comportamiento de doce cultivares de *Musa* spp. inoculados con *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. agente causal de la Sigatoka negra. Tesis Ing. Agr. Manabí, EC, Universidad Técnica de Manabí. 59 p.
- Fancelli, M.; Souza Do Nascimento, A.; Fritzon, N., Correa, R.; De Oliveira. S. 2002. Resistencia de los genotipos diploides de banano a *Cosmopolites sordidus* (en línea). Bahía, BR. Consultado 05 de ene. 2010. Disponible en

<http://books.google.com.ec/books?id=hDh5X77fsQcC&pg=PR12&lpg=PR12&dq=La+resistencia+de+las+plantas+a+los+insectos+se+considera+como+una+estrategia+segura+y+duradera+para+el+control+de+Cosmopolites+sordidus.>

Fernández, A. 2006. El cultivo del banano en el Ecuador. Cultivo, Plagas y Enfermedades. 2 ed. Machala, EC. GRAFIRAM. 292 p.

Gavilán, J. 2000. Principales plagas y enfermedades del banano. (en línea). Consultado 01 de jun. 2011. Disponible en <http://www.galeon.com/bananasite/plagas.html>

Gold, C; Messiaens, S. 2000. El Picudo Negro del Banano: *Cosmopolites sordidus*. Plagas de Musa. Hoja Divulgativa No. 4. 4 p. (en línea). Consultado 4 de nov. 2009. Disponible en http://www.bioversity.international.org/fileadmin/bioversity/publications/pdfs/696_ES.pdf

Kiggundu, A; Vuilsteke, D; Gold, C. 1998. Recent advances in host plant resistance to banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar). (en línea). Consultado 27 de abr. 2011. Disponible en http://scholar.google.com/scholar?q=recent+advances+in+host+plant+resistance+to+banana+weevil&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar

_____ ; Gold, C. 2002. Aspectos de la resistencia al picudo negro del banano en *Musa* y perspectivas para la ingeniería genética contra el picudo negro. (en línea). Consultado 05 de ene. 2010. Disponible en <http://www.catie.ac.cr/econegociosagricolas/BancoMedios/Documentos%20PDF/info11.1.pdf>

Nicholls, C; Altieri, M. 2000. Bases Agroecológicas para el Manejo de la Biodiversidad en el Agroecosistema. Efectos Sobre Plagas y Enfermedades. División of Biological Control, University of California, Berkeley, California 94720, USA. (en línea). Consultado 20 de dic. 2009. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2029E/A2029E.PDF>.

Mendoza, J; Quijije, R; Williams, R. 1998. Informe Técnico Anual. Convenio IPM/CRSP. Sección Entomología. Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP. Quevedo, Ecuador. 61 p.

Quijije, R; Suárez, C; Williams, R; Reyes, X. 2002. Capacidad de vuelo y orientación de los picudos *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus* que infestan plantaciones de plátano. Revista informativa del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias no. 16: 13-15.

_____. 2003. Desarrollo de tecnologías limpias para el manejo del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), en plátano. Tesis Mag. Sc. Guayaquil, EC, Universidad de Guayaquil. 44 p.

Sánchez, M. 2010. Crecerán exportaciones de plátano barraganete ecuatoriano. El nuevo empresario. (en línea). Guayaquil, EC. Consultado 01 de sep. 2010. Disponible en http://www.elnuevoempresario.com/noticias_23136_creceran-exportaciones-de-platano-barraganete-ecuatoriano.php

Solís, K; Suárez, C; Vera, D; Williams, R; Carranza, I; Flowers, W. 2001. Integrated Pest Management, Collaborative Research Support Program IPM-CRSP (2000-2001). Eighth annual report 2001-2002. Mass Production of local strains of entomopathogenic fungi to control black weevil in plantain. 472 p.

Suárez, C; Vera, D; Williams, R; Ellis, M; Norton, G; Triviño, C; Flowers, W; Solís, K. 2001a. Integrated Pest Management, Collaborative Research Support Program IPM-CRSP (2000-2001). Eighth annual report 2001-2002. 472 p.

_____. 2001b. Manejo integrado de enfermedades y plagas en plátano. . Integrated Pest Management, Collaborative Research Support Program IPM-CRSP. 11 p.

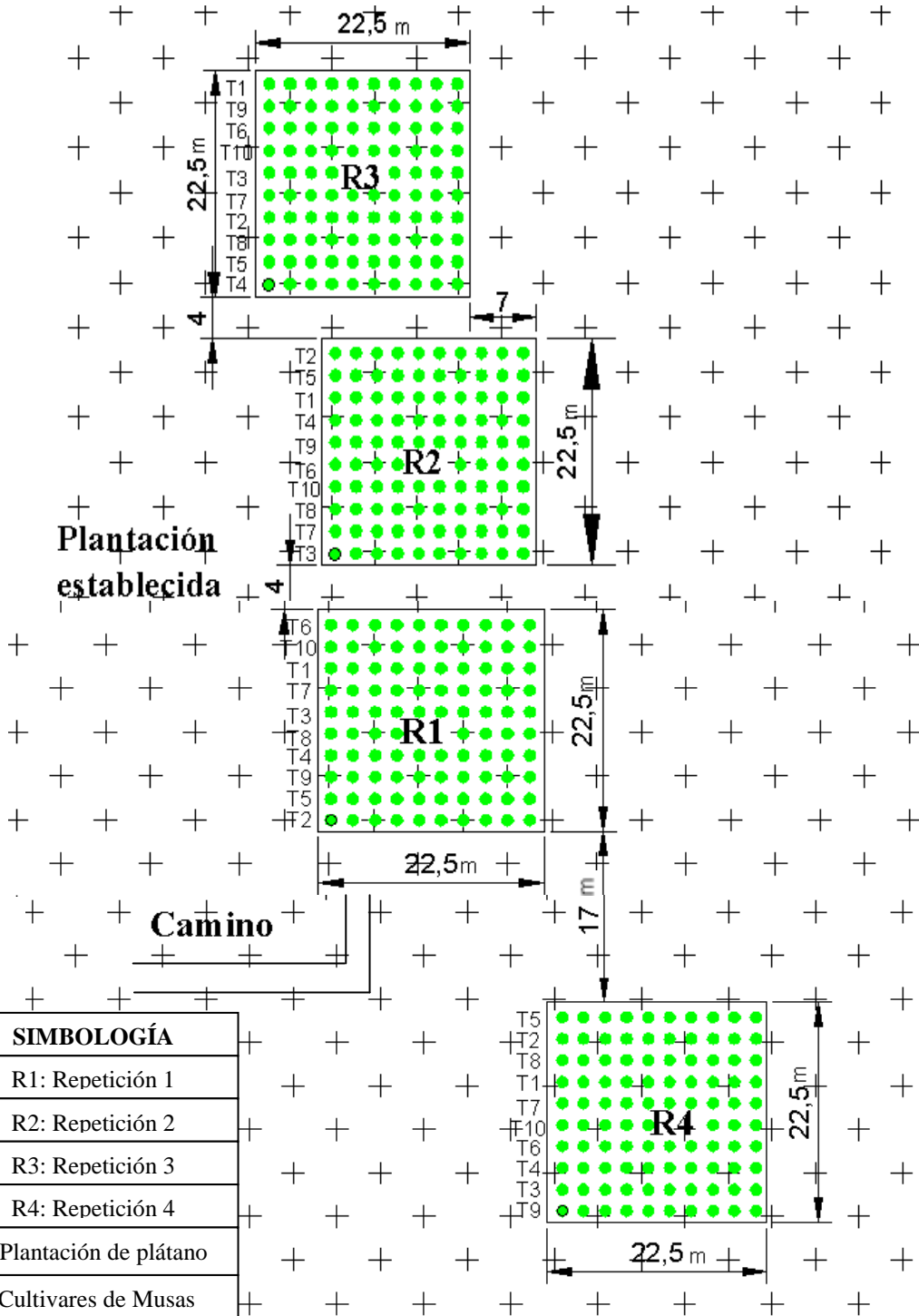
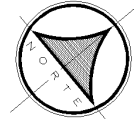
Tazán, L. 2003. El cultivo de plátanos en el Ecuador: Características vegetativas y de producción de algunos cultivares e híbridos de plátano. Editorial raíces. Guayaquil, Ecuador, 72 p.

Torres, N; Hernández, J. 2004. Efecto del Número de Hojas en el Desarrollo del Racimo de Plátano Hartón *Musa* AAB (en línea). Consultado 5 de jul. 2011. Disponible en <http://cires.org.ve/pdf/agroalimentacion-n5a03.pdf>

Williams, R; Carranza, I; Cedeño, J; Suárez, C. 2001. Integrated Pest Management , Collaborative Research Support Program IPM-CRSP (2000-2001). Eighth annual report 2001-2002: Effects of trapping systems and other IPM practices on the population dynamics of *Cosmopolites sordidus* on plantain in Ecuador. 472 p.

X. ANEXOS

Anexo 1. Croquis del ensayo

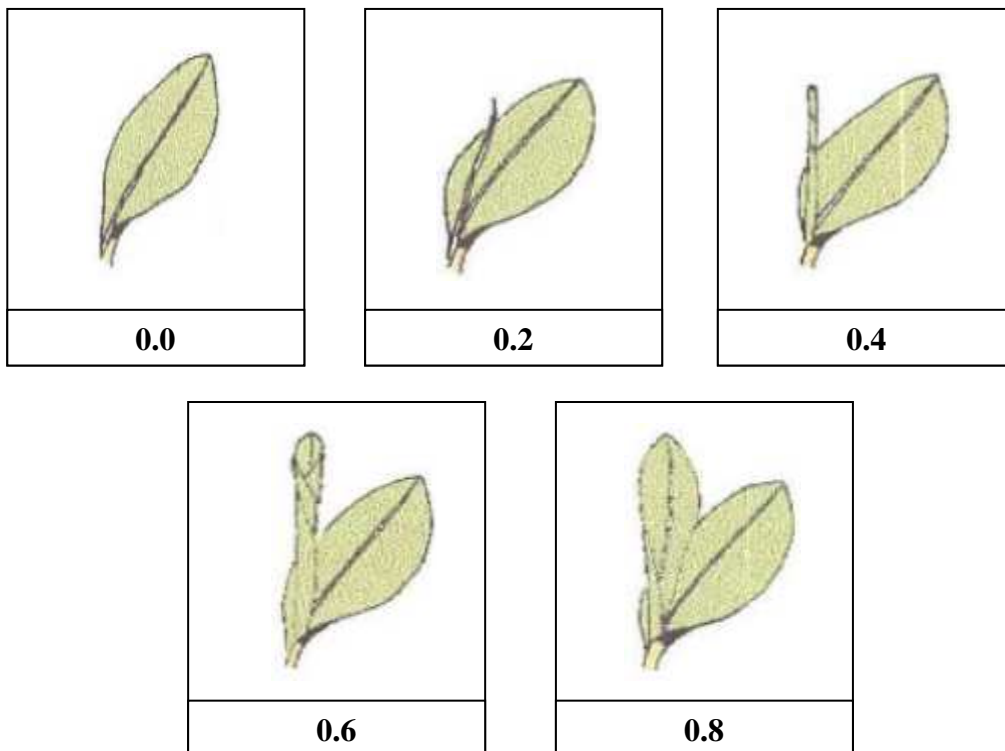


Anexo 2. Escala de Brun

Cuadro s/n. Escala de grados del proceso de emergencia y expansión de la hoja de plátano.

<u>Valor</u>	<u>Descripción de la hoja</u>
0.0	100% hoja abierta
0.2	Hoja cigarro (hasta 5 cm)
0.4	Hoja cigarro (hasta 20 cm)
0.6	Hoja bandera (desdoblamiento del extremo apical)
0.8	75% de la hoja abierta

Fuente: Betancourt, G. (2000)



Anexo 3. Prueba de Tukey al 5% para las variables de crecimiento

a) Prueba de Tukey 5% de la variable altura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	162	0,23	0,18	41,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	275041,90	9	30560,21	5,03	<0,0001
Error	922709,91	152	6070,46		
Total	1197751,81	161			

Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 97,02902

Error: 6070,4599 gl: 152

Tratamiento	Medias n				
Plátano maqueño	265,67	12	A		
Dominico negro	249,10	10	A		
Gros Michel	220,69	16	A	B	
Dominico gigante	210,57	14	A	B	C
Dominico	198,27	15	A	B	C
Maqueño morado	183,11	28	A	B	C
Orito	181,90	29	A	B	C
Barraganete	148,88	8		B	C
Dominico hartón	133,33	3		B	C
Williams	122,30	27			C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,0$)

b) Prueba de Tukey 5% de la variable diámetro

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro	161	0,18	0,13	41,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	1087,19	9	120,80	3,58	0,0005
Error	5098,39	151	33,76		
Total	6185,59	160			

Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 7,26135

Error: 33,7642 gl: 151

Tratamiento	Medias n				
Plátano maqueño	19,84	12	A		
Dominico gigante	16,93	14	A	B	
Dominico negro	16,90	10	A	B	
Dominico	15,55	14	A	B	C
Gros Michel	14,91	16	A	B	C
Maqueño morado	13,86	28	A	B	C
Orito	12,17	29		B	C
Williams	11,29	27		B	C
Barraganete	11,18	8		B	C
Dominico hartón	9,23	3			C

Letras distintas indican diferencias significativas (p <= 0,05)

}

c) Prueba de Tukey 5% de la variable número de hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° hojas	162	0,37	0,33	16,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	77,60	9	8,62	9,95	<0,0001
Error	131,71	152	0,87		
Total	209,31	161			

Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 1,15925

Error: 0,8665 gl: 152

Tratamiento	Medias n				
Orito	7,00	29	A		
Plátano maqueño	5,92	12	A	B	
Gros Michel	5,88	16	A	B	
Dominico negro	5,80	10		B	C
Dominico	5,53	15		B	C
Williams	5,26	27		B	C
Barraganete	5,25	8		B	C
Dominico gigante	5,21	14		B	C
Maqueño morado	5,00	28		B	C
Dominico hartón	4,67	3			C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

d) Prueba de Tukey 5% de la variable índice de emisión foliar

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IEF	655	0,08	0,06	21,82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Mes	155,17	2	77,59	20,68	<0,0001
Repetición	20,88	3	6,96	1,86	0,1359
Tratamiento	42,41	9	4,71	1,26	0,2578
Error	2400,84	640	3,75		
Total	2610,19	654			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44318

Error: 3,7513 gl: 640

Mes	Medias n		
Enero	9,41	193	A
Octubre	9,20	209	A
Julio	8,31	253	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p ≤ 0,05)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,12195

Error: 3,7513 gl: 640

Tratamiento	Medias n		
Dominico hartón	9,64	34	A
Dominico gigante	9,22	67	A B
Dominico negro	9,21	50	A B
Orito	8,96	88	A B
Maqueño morado	8,95	88	A B
Williams	8,94	95	A B
Gros Michel	8,90	65	A B
Dominico	8,89	63	A B
Plátano maqueño	8,60	55	A B
Barraganete	8,47	50	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p ≤ 0,05)

Anexo 4. Prueba de Tukey al 5% para las variables de severidad de daño

a) Prueba de Tukey 5% de la variable porcentaje de severidad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Severidad	186	0,78	0,76	44,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	22,09	3	7,36	2,55	0,0571
Tratamiento	1679,15	9	186,57	64,71	<0,0001
Error	498,78	173	2,88		
Total	2221,58	185			

Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 1,88370

Error: 2,8831 gl: 173

Tratamiento	Medias	n					
Barraganete	78,61	18	A				
Dominico hartón	58,57	7	A				
Dominico	54,25	20	A	B			
Dominico negro	26,54	13		B	C		
Dominico gigante	12,67	15			C	D	
Platano maqueño	11,25	12			C	D	
Gros Michel	3,75	16				D	E
Maqueño morado	0,86	29					E
Williams	0,19	27					E
Orito	0,00	29					E

Letras distintas indican diferencias significativas (p ≤ 0,05)

b) Prueba de Tukey 5% de la variable número de larvas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº larvas	187	0,53	0,50	24,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	1,48	3	0,49	6,24	0,0005
Tratamiento	14,47	9	1,61	20,28	<0,0001
Error	13,80	174			
Total	29,64	186			

Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 0,31156

Error: 0,0793 gl: 174

Tratamiento	Medias n					
Barraganete	1,06	19	A			
Dominico	0,50	20		B		
Dominico hartón	0,43	7		B	C	
Dominico negro	0,15	13			C	D
Dominico gigante	0,07	15			C	D
Orito	0,00	29				D
Gros Michel	0,00	16				D
Williams	0,00	27				D
Maqueño morado	0,00	29				D
Platano maqueño	0,00	12				D

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

c) Prueba de Tukey 5% de la variable número de galerías

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° larvas	187	0,72	0,70	39,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	2,87	3	0,96	1,05	0,3715
Tratamiento	393,91	9	43,77	48,14	<0,0001
Error	158,21	174	0,91		
Total	558,74	186			

Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 1,05499

Error: 0,9093 gl: 174

Tratamiento	Medias	n					
Barraganete	19,72	19	A				
Dominico hartón	14,29	7	A	B			
Dominico	12,85	20	A	B			
Dominico negro	7,00	13		B	C		
Dominico gigante	4,00	15			C	D	
Plátano maqueño	3,58	12			C	D	
Gros Michel	1,06	16				D	E
Maqueño morado	0,34	29					E
Williams	0,07	27					E
Orito	0,00	29					E

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Anexo 5. Análisis nematológico de diez cultivares de *Musa* spp. utilizados en el proyecto de investigación.

Cuadro s/n. Cantidad de nemátodos obtenidos a partir de 100g de raíces.

Cultivar	Nemátodos/100g de raíces	
	<i>Radopholus similis</i>	<i>Meloidogyne</i> spp.
Orito	450	300
Gros Michel	600	150
Platano Maqueño	750	4450
Maqueño Morado	3350	50
Dominico gigante	4050	1400
Dominico hartón	4300	2650
Dominico	10100	1600
Barraganete	11400	5650
Williams	11650	1900
Dominico negro	12050	6850

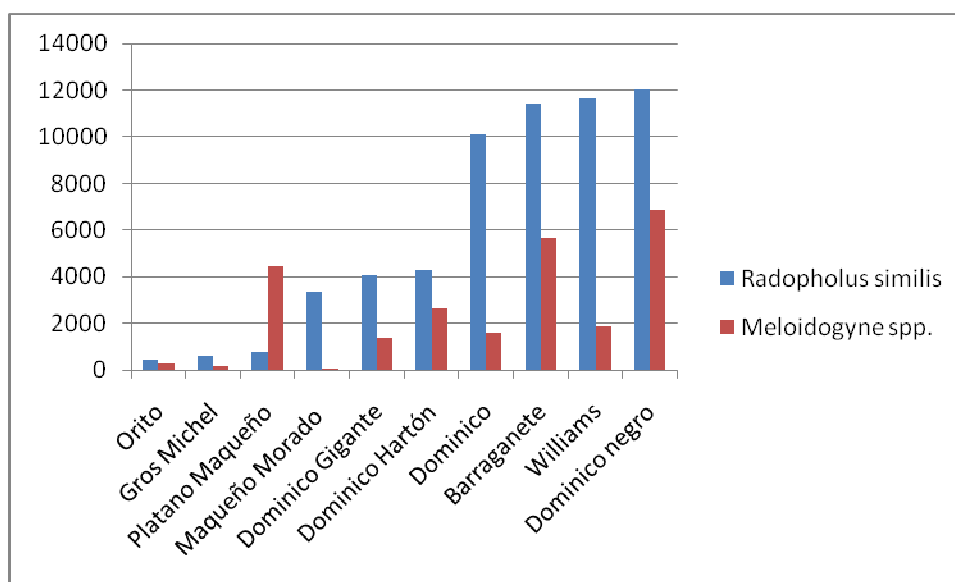


Figura s/n. Descripción de la población de nemátodos existentes en el ensayo de investigación.

Anexo 6. Evaluación de variables de crecimiento en diez cultivares de *Musa* spp.



a)



b)

Figura 6. a) Evaluación de la variable altura, a) tres meses posteriores a la siembra b) doce meses posteriores a la siembra.



a)



b)

Figura 7. Evaluación de la variable diámetro del pseudotallo, a) tres meses posteriores a la siembra b) doce meses posteriores a la siembra.

Anexo 7. Metodología para la aplicación de la Escala de Vilardebo en cultivares de *Musa* spp.



a)



b)













c)



d)

Figura 8. Metodología para la aplicación de la Escala de Vilardebo a) Eliminación de la planta, b) Separación del pseudotallo del cormo, c) Corte del cormo, d) Evaluación del cormo (10% de infestación de *C. sordidus*).

Anexo 8. Aplicación de la escala de Vilardebo en diez cultivares de Musas.

Cultivar	Daño	Cultivar	Daño
Barraganete (T1)		Williams (T6)	
Infestación	100%	Infestación	0%
Dominico (T2)		Dominico Hartón (T7)	
Infestación	90%	Infestación	100%
Plátano Maqueño (T3)		Dominico Negro (T8)	
Infestación	10%	Infestación	25%
Gros Michel (T4)		Dominico Gigante (T9)	
Infestación	5%	Infestación	15%
Orito (T5)		Maqueño Morado (T10)	
Infestación	0%	Infestación	0%