

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



Beauveria bassiana y barrera física en el control de
Cosmopolites sordidus en el cultivo de plátano, Pichari Cusco

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROFORESTAL**

**PRESENTADO POR:
Litman Cayetano Huamán**

Ayacucho – Perú

2019

*A la memoria de mi padre político
Sebastián Víctor Mendoza Aliaga, por
enseñarme que los sueños sólo son
logrados si le adicionamos fuerza, voluntad
y perseverancia.*

*A mis hermanos Gerardo, Zenaida, Helida
y Diana, quienes desinteresadamente
contribuyeron en mi formación.*

*A mi Madre, Martha Huamán Dípaz, por
darme el apoyo, la confianza para mi
superación y me inculcó que la educación
es la base del éxito.*

*A mis amigos, por su apoyo, compañía y
formar parte de mi desarrollo integral, con
mucho aprecio.*

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, *alma máter*, de mi formación profesional y en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, por sus valiosas enseñanzas y conocimientos que me brindaron en mi formación profesional.

Al M.Sc. Yuri Gálvez Gastelú, docente de la Facultad de Ciencias Agrarias, asesor en el proceso de elaboración y culminación del presente informe de investigación.

Al Blgo. Ing. Edison Rodríguez Palomino, coasesor del presente trabajo de investigación y al Ing. Eduardo Robles García, por sus valiosas aportaciones y observaciones a este trabajo.

Al señor Jorge Anaya del Centro Poblado de Puerto Mayo, por abrirme las puertas de su propiedad para realizar este trabajo de investigación y lograr mis metas.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras.....	ix
Índice de anexos.....	xii
Resumen.....	15
Introducción	17
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	19
1.1. Antecedentes de la investigación	19
1.2. Origen.....	20
1.3. Clasificación taxonómica.....	20
1.4. Características botánicas	21
1.4.1. Planta	21
1.4.2. Rizoma o bulbo.....	21
1.4.3. Sistema radicular.....	22
1.4.4. Tallo.....	22
1.4.5. Pseudotallo.....	22
1.4.6. Hojas	22
1.4.7. Inflorescencia.....	23
1.4.8. Fruto.....	23
1.5. Aspectos fenológicos	23
1.5.1. Fase vegetativa.....	24
1.5.2. Fase floral	24
1.5.3. Fase de fructificación.....	24
1.6. Factores ambientales	24
1.6.1. Temperatura	24
1.6.2. Agua.....	25
1.6.3. Luz	25
1.6.4. Viento.....	25
1.6.5. Suelos.....	25

1.7.	Diversidades de musáceas.....	25
1.7.1.	Cultivar Isla.....	25
1.7.2.	Cultivar Seda.....	26
1.7.3.	Cultivar Gros Michel	26
1.7.4.	Cultivar Williams.....	27
1.7.5.	Cultivar Orito.....	27
1.7.6.	Cultivar Morado.....	27
1.7.7.	Cultivar FHIA	27
1.8.	Plagas y enfermedades del plátano	28
1.8.1.	Plagas	28
1.8.2.	Enfermedades.....	28
1.9.	<i>Cosmopolites sordidus</i> “Picudo negro”	30
1.9.1.	El “picudo negro” ó gorgojo negro del plátano	30
1.9.2.	Origen y distribución	30
1.9.3.	Clasificación Taxonómica	31
1.9.4.	Características morfológicas.....	31
1.9.5.	El ciclo de vida del <i>Cosmopolites sordidus</i> “picudo negro”	31
1.9.6.	Síntomas producidos en la planta	34
1.9.7.	Incidencia de ataque.....	34
1.9.8.	Métodos de control	35
1.10.	Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos.....	40
1.11.	Daño e importancia económica.....	41
1.12.	Fichas técnicas	41
1.13.	Definición conceptual	49
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA		53
2.1.	Ubicación del campo experimental.....	53
2.2.	Características climatológicas.....	54
2.3.	Diseño experimental	57
2.4.	Tratamientos en estudio	57
2.4.1.	Cultivar Isla.....	57
2.4.2.	Cultivar Seda.....	57
2.5.	Descripción del campo experimental por cultivar	58
2.5.1.	Terreno experimental	58

2.5.2. Bloques.....	58
2.5.3. Unidades experimentales por cultivar.....	58
2.5.4. Croquis del campo experimental.....	58
2.5.5. Croquis de la unidad experimental.....	59
2.6. Instalación y conducción del experimento.....	60
2.6.1. Preparación del terreno	60
2.6.2. Demarcación del terreno	60
2.6.3. Apertura de hoyos	60
2.6.4. Plantación de los cormos.....	60
2.6.5. Abonamiento.....	60
2.6.6. Deshierbo	61
2.6.7. Poda.....	61
2.7. Métodos de control.....	61
2.8. Parámetros y características evaluadas	63
2.8.1. Daño ocasionado por <i>Cosmopolites sordidus</i> en el cultivo de plátano.....	63
2.8.2. Población de plagas de <i>Cosmopolites sordidus</i> “picudo negro”.....	65
2.8.3. Calidad de desarrollo de los cultivos	67
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	69
3.1. Daño ocasionado por <i>Cosmopolites sordidus</i> en el cultivo de plátano.....	69
3.2. Población de plagas de <i>Cosmopolites sordidus</i>	76
3.3. Calidad de desarrollo del cultivo	85
3.4. Análisis combinado de los cultivares de plátano de Isla y Seda en el coeficiente de daño	91
Conclusiones.....	94
Recomendaciones	96
Referencias bibliográficas.....	97
Referencias bibliográficas electrónicos	101
Anexos	102

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.1.	Clasificación de los plaguicidas de acuerdo a su toxicidad.....	37
Tabla 1.2.	Recomendaciones de uso.....	43
Tabla 1.3.	Recomendaciones de uso.....	47
Tabla 2.1.	Temperaturas máximas, mínima, media y balance hídrico, correspondiente a la campaña agrícola 2016-2017. Estación Meteorológica Pichari.....	55
Tabla 3.1.	Análisis de variancia del coeficiente de daño del cormo del cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm-VRAEM.....	69
Tabla 3.2.	Análisis de variancia del coeficiente de daño en el cormo del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	70
Tabla 3.3.	Análisis de variancia del número de galerías por cormo del cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm-VRAEM.....	72
Tabla 3.4.	Análisis de variancia del número de galerías por cormo del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	73
Tabla 3.5.	Análisis de variancia de número de <i>Cosmopolites sordidus</i> adultos por cormo del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	77
Tabla 3.6.	Análisis de variancia del número de larvas de <i>Cosmopolites sordidus</i> por cormo del cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm-VRAEM.....	79
Tabla 3.7.	Análisis de variancia del número de larvas de <i>Cosmopolites sordidus</i> por cormo del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	80
Tabla 3.8.	Análisis de variancia de número de pupas de <i>Cosmopolites sordidus</i> por cormo del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	83
Tabla 3.9.	Análisis de variancia altura del pseudotallo del cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm-VRAEM.....	85
Tabla 3.10.	Análisis de variancia altura de la planta del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	86
Tabla 3.11.	Análisis de variancia del diámetro del cormo del cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	88

Tabla 3.12.	Análisis de variancia del diámetro del corno del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	89
Tabla 3.13.	Análisis de varianza combinado de los cultivares en la variable coeficiente de daño en los cormos de plátano. C. P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1.	Esquema general de la planta de plátano.....	21
Figura 1.2.	Fases fenológicas del plátano <i>Musa spp</i>	24
Figura 1.3.	Plátano maduro del cultivar Isla, cuyos cormos se han utilizado en el presente trabajo experimental.....	26
Figura 1.4.	Plátano maduro del cultivar Seda, cuyos cormos se han utilizado en el presente trabajo experimental.....	26
Figura 1.5.	Ciclo biológico del <i>Cosmopolites Sordidus</i> (Germar, 1824).....	32
Figura 1.6.	Furadan 5G, insecticida y nematocida sistémico.....	44
Figura 1.7.	Yurak WP (<i>Beauveria bassiana</i>), hongo entomopatógeno.....	48
Figura 2.1.	Mapa de ubicación del distrito de Pichari.....	53
Figura 2.2.	Ubicación de la parcela experimental.....	54
Figura 2.3.	Diagrama ombrotérmico: T° vs PP y balance hídrico, campaña 2016 – 2017.....	56
Figura 2.4.	Instalación de barrera cebo con <i>Beauveria bassiana</i> , alrededor de la plantación del cultivo de plátano. Puerto Mayo 524 msnm.....	61
Figura 2.5.	Instalación de barrera mecánica con polietileno, alrededor de las plantas de plátano en estudio. Puerto Mayo 524 msnm.....	62
Figura 2.6.	Instalación de barrera cebo-trampas con Furadan 5G, alrededor de las plantas de plátano en estudio. Puerto Mayo 524 msnm.....	62
Figura 2.7.	Porcentaje de daño del cormo por <i>Cosmopolites sordidus</i> . Instituto tecnológico tropical.....	64
Figura 2.8.	Evaluación del coeficiente de daño del tratamiento con la barrera de <i>Beauveria bassiana</i> en el cultivar Seda.....	64
Figura 2.9.	Evaluación del coeficiente de daño del tratamiento con la barrera de Furadan 5G en la cultivar Seda.....	64
Figura 2.10.	Evaluación de coeficiente de daño del cormo del testigo en el cultivar Isla.....	65
Figura 2.11.	Evaluación de número de galerías del cormo para el tratamiento con la barrera de polietileno del cultivar Seda.....	65
Figura 2.12.	Evaluación de número de <i>Cosmopolites sordidus</i> adultos por cormo para el tratamiento con la barrera de polietileno del cultivar Isla.....	66

Figura 2.13.	Evaluación de número de larvas de <i>Cosmopolites sordidus</i> por cormo, con barreras de cebo-trampa con <i>Beauveria bassiana</i> en el cultivar Seda.....	66
Figura 2.14.	Evaluación del número de pupa de <i>Cosmopolites sordidus</i> por cormo para el tratamiento con barreras de cebo-trampa con Furadan 5G en el cultivar Isla.....	67
Figura 2.15.	Medición de la altura del pseudotallo del cultivar Seda.....	67
Figura 2.16.	Medición del diámetro del cormo del cultivar Isla.....	68
Figura 3.1.	Prueba de Duncan del coeficiente de daño (%) en el cormo del cultivar Isla C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	70
Figura 3.2.	Prueba de Duncan del coeficiente de daño (%) en el cormo del cultivar Seda C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	71
Figura 3.3.	Prueba de Duncan del número de galerías por cormo en el cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	73
Figura 3.4.	Prueba de Duncan del número de galerías por cormo en el cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm – VRAEM.....	74
Figura 3.5.	Número de <i>Cosmopolites sordidus</i> adultos por cormo en el cultivar Isla en los diferentes tratamientos. C.P. Puerto Mayo 524 msnm – VRAEM.....	77
Figura 3.6.	Prueba de Duncan del número de <i>Cosmopolites sordidus</i> adulto por cormo en el cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm – VRAEM.....	78
Figura 3.7.	Prueba de Duncan del número de larvas de <i>Cosmopolites sordidus</i> por cormo en el cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm – VRAEM.....	80
Figura 3.8.	Prueba de Duncan del número de larvas de <i>Cosmopolites sordidus</i> por cormo del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm – VRAEM.....	81
Figura 3.9.	Número de pupas de <i>Cosmopolites sordidus</i> por cormo en el cultivar Isla en los diferentes tratamientos. C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	83
Figura 3.10.	Prueba de Duncan del número de pupas de <i>Cosmopolites sordidus</i> por cormo en el cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm – VRAEM.....	84

Figura 3.11. Prueba de Duncan de la altura del pseudotallo del cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	86
Figura 3.12. Prueba de Duncan análisis de varianza de la altura del pseudotallo del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	87
Figura 3.13. Prueba de Duncan Análisis de varianza del diámetro del corno del cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	89
Figura 3.14. Prueba de Duncan Análisis de varianza del diámetro del corno del cultivar Seda. C. P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.....	90
Figura 3.15. Prueba de Duncan del combinado del coeficiente daño en el corno en los dos cultivares en cada tratamiento. C. P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM.....	92

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Datos de los diferentes tratamientos y resultados de los variables en estudio para el plátano del cultivar Isla C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM...	103
ANEXO 2. Datos de los diferentes tratamientos y resultados de los variables en estudio para el plátano del cultivar Seda C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM..	104
ANEXO 3. Prueba de normalidad de los datos con alto coeficiente de variabilidad	105
Figura 01 - a. Prueba de normalidad de los datos de número de larvas de <i>Cosmopolites sordidus</i> por cormo en el cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm- VRAEM.....	105
Figura 02 - d. Prueba de normalidad de los datos de número de galerías de <i>Cosmopolites sordidus</i> por cormo en el cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm- VRAEM.....	105
Figura 03 - c. Prueba de normalidad de los datos de coeficiente de daño de <i>Cosmopolites sordidus</i> por cormo en el cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm- VRAEM.....	106
Figura 04 - d. Prueba de normalidad de los datos de número de pupas de <i>Cosmopolites sordidus</i> por cormo en el cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm- VRAEM.....	106
Figura 05 - e. Prueba de normalidad de los datos del coeficiente de daño <i>Cosmopolites sordidus</i> del cormo en el cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm- VRAEM.....	107
ANEXO 4. Panel fotográfico.....	108
Foto 01. Obtención de cormos de plátano para la plantación del experimento...	108
Foto 02. Plantación de cormos de plátano en el experimento.....	108
Foto 03. Preparación de la solución de 240 g de Bazam (<i>Beauveria bassiana</i>) en 20 lt de agua.....	109
Foto 04. Sumergiendo los cebos en una solución de 240 g de Bazam (<i>Beauveria bassiana</i>), a una concentración de 1.2×10^{10} conidias viables/g.....	109
Foto 05. Instalación de barrera– trampa con <i>Beauveria bassiana</i> alrededor de la plantación del cultivo de plátano.....	110
Foto 06. Protección de los cebos – trampa con hojas del plátano con la finalidad de mantener la humedad del ambiente de la <i>Beauveria bassiana</i>	110

Foto 07.	Instalación del tratamiento de la barrera con polietileno.....	111
Foto 08.	Instalación de barrera– trampa con Furadan 5G alrededor de la plantación del cultivo de plátano.....	111
Foto 09.	Labores agrícolas de poda del cultivo de plátano.....	112
Foto 10.	Labores agrícolas de limpieza del campo experimental.....	112
Foto 11.	Monitoreo y verificación del Coasesor de la parcela experimental.....	113
Foto 12.	Monitoreo y verificación del Coasesor de la parcela experimental.....	113
Foto 13.	Proceso de tumba de las plantas por unidad experimental tres plantas por muestra.....	114
Foto 14.	Muestra del tratamiento con barrera química (furan 5G) del cultivar Seda.....	114
Foto 15.	Corte de sección horizontal-transversal del corno del tratamiento con polietileno del cultivar Seda.....	115
Foto 16.	Corte de sección horizontal-transversal del corno del tratamiento con (<i>Beauveria bassiana</i>) del cultivar Seda.....	115
Foto 17.	Muestra del tratamiento de control mecánico (Polietileno) del cultivar Isla.....	116
Foto 18.	Medición del pseudotallo del tratamiento en estudio del cultivar Isla.....	116
Foto 19.	Evaluación de los cormos de <i>Cosmopolites sordidus</i>	117
Foto 20.	Corte de sección horizontal-transversal del corno del tratamiento (<i>Beauveria bassiana</i>) para el cultivar Seda.....	117
Foto 21.	Medición del diámetro del corno del tratamiento con (polietileno) del cultivar Seda.....	118
Foto 22.	Corte de sección horizontal-transversal del corno con (<i>Beauveria bassiana</i>) del cultivar Seda, para evaluar el daño de infestación del <i>Cosmopolites sordidus</i>	118
Foto 23.	Datos del proceso de evaluación del tratamiento de control mecánico (polietileno) del cultivar Seda.....	119
Foto 24.	Evaluación del número de <i>Cosmopolites sordidus</i> adultos por corno, del tratamiento con (<i>Beauveria bassiana</i>) del cultivar Seda.....	119
Foto 25.	Parcela experimental de los cultivares plátano de la Isla y Seda.....	120

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se condujo en el Centro Poblado de Puerto Mayo del distrito de Pichari, La Convención, Cusco. Los objetivos del experimento fueron: Evaluar el daño ocasionado y la población de *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de plátano en los tratamientos: *Beauveria bassiana*, polietileno y Furadan 5G, evaluar el desarrollo del cultivo de plátano y comparar el coeficiente de daño entre cultivares de plátano, se utilizaron dos cultivares, Isla y Seda con control biológico (*Beauveria bassiana*), control mecánico (polietileno), control químico (Furadan 5G) y sin control (testigo), en un diseño de bloque completo randomizado, con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Las conclusiones en el presente trabajo de investigación fueron: el coeficiente de daño con *Beauveria bassiana*, polietileno y Furadan 5G fueron de 7.22% y 10.55%; 2.77% y 4.44% y 8.33% y 13.55% en el cultivar Seda e Isla, respectivamente. La población de *Cosmopolites sordidus* adultos por cormo en Furadan 5G, polietileno y *Beauveria bassiana* fueron de 0.66 y 0.00; 1.99 y 0.00 y 3.22 y 1.33 en el cultivar Seda e Isla, respectivamente. El desarrollo del cultivo de plátano fue mejor con el *Beauveria bassiana* en el cultivar Seda y finalmente el mayor coeficiente de daño se mostró en el cultivar Seda con 50.36%.

Palabras clave: *Cosmopolites sordidus*, plátano, *Beauveria bassiana* y barreras físicas.

INTRODUCCIÓN

El *Cosmopolites sordidus* “picudo negro” es una plaga importante en musáceas, en sus fases larvales el *Cosmopolites sordidus* afecta el corno de las musáceas, cuando se alimentan de estas zonas, construyen galerías y destruyen los tejidos vasculares, ocasionando desbalances nutricionales, pudriciones, caídas de plantas con las considerables pérdidas económicas. El gorgojo negro del plátano, es el insecto de mayor importancia económica del género *Musa* (Musaceae). (Castrillón, 1989).

El *Cosmopolites sordidus* del plátano y banano es considerado una de las plagas más importantes del cultivo en la mayoría de los países tropicales y subtropicales. En el Valle de Río Apurímac, Ene y Mantaro VRAEM, su introducción fue mayormente a través del material vegetativo infestado, su proliferación se incrementó por las deficientes prácticas culturales realizadas en plantaciones extensivas de plátano.

Uno de los problemas fitosanitarios actuales en las plantaciones del género *Musa sp*, del VRAEM, es a causa del picudo negro, que logró registrar una pérdida de hasta el 40 % de la producción, generando una alta pérdida económica (Municipalidad Distrital de Pichari, 2013).

Una alternativa para contrarrestar el daño ocasionado por *Cosmopolites sordidus* presentes en las plantaciones de musáceas, consiste en aplicar las diferentes barreras de control; como el control biológico, utilizando el hongo *Beauveria bassiana*; control mediante las barreras físicas de polietileno y con cebo aplicando la insecticida-nematicida de acción sistémica y de contacto (Furadan 5G granulado 5 G). Por las consideraciones expuestas, se plantea la ejecución del presente experimento con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

1. Evaluar el daño ocasionado por *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de plátano en los tratamientos: *Beauveria bassiana*, barrera física y Furadan 5G.

2. Determinar la población de *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de plátano, tratado con: *Beauveria bassiana*, barrera física y Furadan 5G.
3. Evaluar el desarrollo del cultivo de plátano.
4. Comparar el coeficiente de daño entre cultivares de plátano.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Ubilla (2007) menciona sobre las practicas más sostenibles del control de *Cosmopolites sordidus* “picudo negro” surgió la idea de que una película de polietileno puede servir de barrera física para restringir el libre tránsito del picudo dentro de una plantación de plátano.

Aguilera (2002) enfocó en determinar alternativas de control de los insectos claves como complemento al manejo integrado del cultivo (MIC). Se evaluaron seis tipos de trampas para la captura del “Picudo Negro y Rayado”, se midió la eficiencia de la melaza como atrayente del “Picudo Negro y Rayado”. Se midió la captura de picudos en lotes de primer y segundo ciclo y se realizó un análisis económico.

Hernández, Cubas y Montesdeoca (2002) define en su investigación titulada “Métodos alternativos para el control del picudo de la platanera” El Picudo Negro y Rayado son plagas insectiles importantes en musáceas, en sus fases larvales causan daños irreversibles a la planta y reducen la producción. Este estudio se enfocó en determinar alternativas de control de los insectos claves como complemento al manejo integrado del cultivo (MIC).

Jiménez, *et al.*, (1994) en su publicación “Opciones para el manejo del picudo negro del plátano. *Manejo Integrado de Plagas*”. Con bajas tasas de ovoposición, el crecimiento de la población es lento y los problemas de los picudos negros se encuentran con mayor frecuencia en los cultivos de segundo ciclo. En un ensayo, las pérdidas del rendimiento han aumentado de 5% en el primer ciclo de cultivo 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 picudos negros pueden no tener suficiente tiempo para crecer hasta niveles de plaga, aún en presencia de germoplasma susceptible.

1.2. ORIGEN

El Sudeste Asiático se considera el lugar de origen de los bananos. Su cultivo se desarrolló simultáneamente en Malasia y en las Islas de Indonesia, sin embargo, el origen exacto no es completamente claro. El antropólogo doctor Herbet Spiden escribió, que es muy probable que el banano alimenticio sea oriundo de las húmedas regiones tropicales del Sur este de Asia, región que incluye el Norte de la India, Burma, Camboya y parte de la China del Sur, así como las Islas mayores de Sumatra, Java, Borneo; las Filipinas y Taiwan. Las áreas subtropicales donde se cultiva el plátano en el mundo incluyen África del sur, Arabia, Argentina, Australia, parte de Brasil, Canarias, Creta, China, Chipre, Egipto, Florida, Israel, Jordania, Líbano, Marruecos, Oman, parte de Taiwán, Turquía y Yemen, la producción de estas zonas es para autoconsumo (Solís, 2007).

1.3. CLASIFICACIÓN TAXONOMÍA

Según IDCN (2007) citado por Sandoval (2015).

Reino	: Plantae
Phylum	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Orden	: Zingiberales
Familia	: Musaceae
Género	: <i>Musa</i>
Especie	: <i>Musa sapientum L.</i>

Según Solís (2007) menciona que el género *Musa* actualmente está dividido en 5 secciones de los que la sección Eumusa comprende las dos especies, *Musa acuminata* Colla y *Musa balbisiana* Colla (representados por los genomas A y B respectivamente) que son las que dan origen a todos los plátanos partenocárpicos que hoy conocemos.

a. *Musa paradisiaca*

Cuyo nombre deriva de una tradición cristiana-islámica según la cual el plátano era una fruta prohibida del paraíso, fue rápidamente asociada a un cultivar llamado 'French plantain' consumible sólo tras un proceso de cocción y luego asimilado por extensión a todos los plátanos de cocinar.

b. *Musa sapientum*

Su nombre está basado en un escrito del historiador Plinio que indica la utilización del fruto para alimento de los sabios, fue asociado con el cultivar 'figue pomme' (plátano

manzano), consumible en fresco y de ahí su extensión a todos los plátanos consumibles en crudo. Actualmente los frutos de exportación son triploides de *Musa acuminata* Colla, de entre ellos destaca el subgrupo Cavendish donde se encuentran los cultivares de mayor interés para los subtrópicos.

1.4. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

1.4.1. Planta

Es una planta herbácea perenne, pues tras la fructificación sus partes aéreas mueren, éstas son reemplazadas por los nuevos retoños que crecen desde su base (Figura 1. 1). Los tipos más altos de la serie Cavendish pueden llegar a alcanzar casi hasta 8 m de altura, 4. 23 m hasta el cuello de la planta y 3 .77 m de longitud del limbo (Solís, 2007).

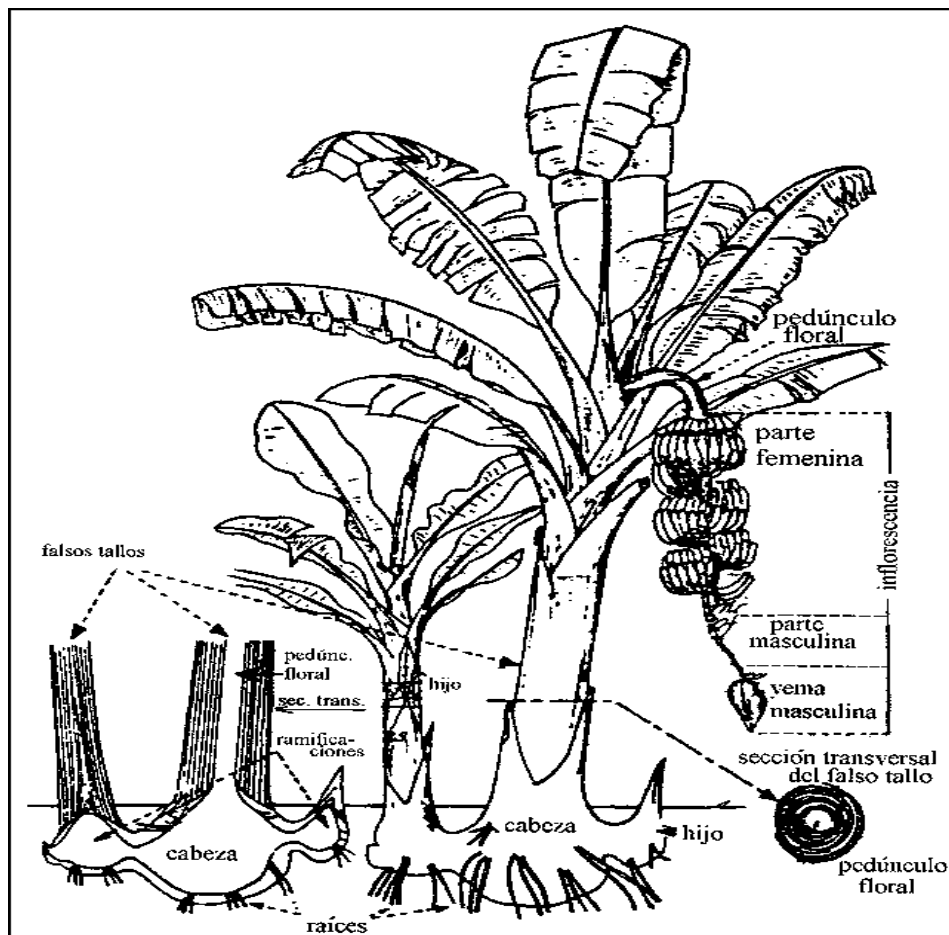


Figura 1.1. Esquema general de la planta de plátano

Fuente: (Solís, 2007).

1.4.2. Rizoma o bulbo

Constituyen un buen material de propagación por las altas reservas nutricionales que contiene; son fáciles de conseguir y transportar. Para siembra directa en campo, se

deben seleccionar colinos tipo aguja, de 50 a 100 cm de altura equivalente a tener de 1.0 – 2.5 kg. de peso Orozco y Chaverra, (1999)

1.4.3. Sistema radicular

Está constituido por raíces adventicias, fasciculadas y fibrosas, la formación de raíces inicia antes que el brote haya salido a la superficie del suelo, a nivel de la capa central, atraviesan la zona cortical y emergen a través de los nudos y entrenudos subterráneos del cormo, bien en forma individual o en grupos de 2 – 4 raíces y se denominan primeras. Estas darán luego origen a las segundas y terceras por ramificación del ápice; poseen en sus partes terminales pelos absorbentes que tienen funciones nutricionales. Son carnosas, casi cíclicas poco ramificadas y laterales. Su color depende de la edad, así cuando están jóvenes tienen un aspecto blanco cremoso o pardo amarillento, tornándose luego castaño oscuro al madurar. Su longitud está estrechamente relacionada con la textura y estructura del suelo, drenaje, fertilidad y presencia de nematodos u otros organismos dañinos: pero en general, se puede afirmar que su diámetro oscila entre 5 y 8 mm su longitud varía entre 1.50 y 3.0 m en crecimiento lateral y hasta 1,5 m en profundidad Orozco y Chaverra, (1999).

1.4.4. Tallo

Desde el punto de vista botánico, el tallo corresponde al rizoma, ñame, bulbo o cormo subterráneo el cual es simpódico, originario de una yema vegetativa de la planta madre, que da origen al pseudotallo (formando por las bases las hojas) y a raíces adventicias en la parte inferior. Por lo cual es más técnico hablar de cormo Orozco y Chaverra, (1999).

1.4.5. Pseudotallo

Se origina en el cormo y está formada por la prolongación y modificación de las hojas. Es de color blancuzco inicialmente, tornándose verde al exponerse a la luz solar. Anatómicamente tiene la misma estructura del cormo, reduciéndose bastante el espesor de la corteza y con un sistema vascular compuesto solamente de haces con destino foliar. Su función es dar soporte al sistema foliar, el tallo aéreo y la inflorescencia. La altura y el perímetro están en función del tipo de clon y el vigor de la plantación Orozco y Chaverra, (1999).

1.4.6. Hojas

Formado por dos semilimbos, divididos por la nervadura central y las bandas

pulvinares. Posee forma ovalada con su extremo oficial romo o cónico. El color depende en gran parte del estado nutricional, pero bajo las condiciones normales es verde oscuro y el haz y verde claro en el envés, allí también tiene el mayor número de estomas. La hoja adquiere su tamaño y forma antes de emerger del pseudotallo; cuando emerge lo hace de manera enrollada con el semilimbo izquierdo enrollado sobre el derecho Orozco y Chaverra, (1999)

1.4.7. Inflorescencia

Se origina a partir del ápice vegetativo, como resultado de la diferenciación de los primordios foliares en florales. El cambio de yema vegetativa a yema floral se relaciona con la emisión de cierto número de hojas, aproximadamente el 50% y con cambios morfológicos que experimentan las mismas (de inserción de semilimbos con nervadura central). Una vez ha ocurrido la diferenciación, se inicia el proceso de ensanchamiento y elongación de la superficie superior del tallo subterráneo, convirtiéndose en un tallo aéreo en cuyo ápice se encuentra la inflorescencia que es transportada por el centro del pseudotallo hacia la parte superior de la planta; se dice entonces que la planta está pariendo. La bellota a su vez da origen al racimo. El verdadero tallo floral (escapo floral) empieza a emerger cuando se inicia la floración Orozco y Chaverra, (1999).

1.4.8. Fruto

En una baya partenocárpica cuyo desarrollo está condicionado únicamente por la acumulación de pulpa en la cavidad formada por las paredes internas del pericarpio. En un comienzo el ovario crece en longitud y diámetro. Durante la primera semana es lento, pero va incrementándose significativamente a partir de la tercera semana. En toda variedad, el número de manos es fijo, y sólo se altera por irregularidades hídricas o en la nutrición. Cuando éstas alteraciones se producen después de la floración, puede aumentar o disminuir el número de dedos, pero no el número de manos, que esta codificada cuatro meses antes de que se produzca el bacoteo Orozco y Chaverra, (1999).

1.5. ASPECTOS FENOLÓGICOS

Según Guerrero (2010) el plátano es una planta herbácea, perteneciente a la familia de las Musáceas, que consta de un tallo subterráneo (Cormo ó Rizoma) del cual brota un Pseudotallo aéreo; el Cormo emite raíces y yemas laterales que formaran los hijos o retoños. Morfológicamente, el desarrollo de una planta de Plátano comprende tres fases: Vegetativa, Floral y de Fructificación.

1.5.1. Fase vegetativa

Tiene una duración de 6 meses y es donde en su inicio ocurre la formación de raíces principales y secundarias, desarrollo de pseudotallo e hijos.

1.5.2. Fase floral

Tiene una duración aproximada de tres meses a partir de los seis meses de la fase vegetativa. El tallo floral se eleva del corno a través del pseudotallo y es visible hasta el momento de la aparición de la inflorescencia.

1.5.3. Fase de fructificación

Tiene una duración aproximada de tres meses y ocurre después de la fase floral, en esta fase se diferencia las flores masculinas y las flores femeninas (dedos) y hay una disminución gradual del área foliar y finaliza con la cosecha, el tiempo desde inicio de la floración a la cosecha del racimo es de 81 a 90 días.

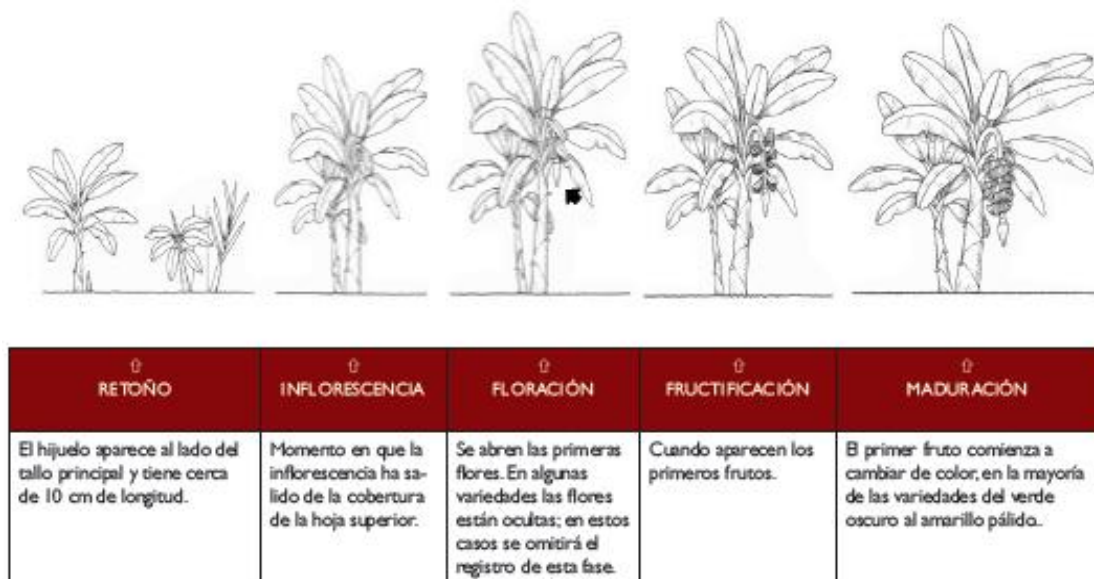


Figura 1.2. Fases fenológicas del plátano *Musa spp.*

Fuente: (Guerrero, 2010).

1.6. FACTORES AMBIENTALES

Guerrero (2010) reporta sobre los factores ambientales que influyen en la explotación comercial del Plátano se encuentran: Temperatura, Agua, Luz, Viento y Suelo.

1.6.1. Temperatura

La temperatura óptima se encuentra entre los 20° y 30°C.

1.6.2. Agua

Este cultivo requiere cantidades abundantes de agua para su buen desarrollo por lo que se recomienda sembrarlo en zonas cuya precipitación oscile entre 1,800 a 2,500 mm. Distribuidos en todo el año. Las necesidades mensuales de agua son de 150 a 180 mm.

1.6.3. Luz

Al disminuir la intensidad de luz, el ciclo vegetativo de la planta se alarga.

1.6.4. Viento

No se recomienda establecer plantaciones en áreas expuestas a vientos con velocidades mayores de 20 km. / hora, dado que se dan problemas con acame de plantas, daños en el área foliar y pérdidas en la producción.

1.6.5. Suelos

Se requieren suelos con profundidad no menor a 1.2 m., sin problemas internos de drenaje, de textura Franco arenosa muy fina, Franco limoso o Franco arcillo limoso y un pH de 5.5 a 7.0.

1.7. DIVERSIDAD DE MUSÁCEAS

El banano agrupa un gran número de plantas herbáceas del género *Musa*, tanto cultivares genéticamente puros de las especies *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* como híbridos obtenidos a partir estas especies silvestres Infoagro (2014).

La principal diferencia entre un plátano y un banano es el contenido de humedad, el plátano tiene en promedio 65% de humedad y el banano alrededor del 83% de humedad Sharrock y Lusty (2000) citado por (Martínez, Cayón y Ligarreto, 2016).

1.7.1. Cultivar Isla

Es una variedad de calidad extraordinaria, con gran difusión en el Perú. La planta es resistente a la Sigatoka y al “mal” de Panamá; los racimos tienen de 8 a 10 manos y de 70 a 90 frutos. El fruto es anguloso a lo largo, de tamaño mediano; pulpa rosada, poco consistente pero muy aromatizada y excelente sabor. Necesita estar bien maduro para su consumo, casi cuando la cáscara ennegrece. Este plátano es el alimento ideal para el destete de los bebés de meses, que empiezan a probar sus primeras papillas (Infoagro 2014).



Figura 1.3. Plátano maduro del cultivar Isla, cuyos cormos se han utilizado en el presente trabajo experimental.

Fuente: (Infoagro, 2014).

1.7.2. Cultivar Seda

El banano con características orgánicas es el plátano de Seda común, de piel gruesa, pulpa carnosa y tonalidad blanca o ligeramente amarillenta y cuando está maduro tiene un sabor y un olor suave. El nombre científico del plátano de seda es *Musa Paradisiáca*, de la familia Musáceas Infoagro (2014).



Figura 1.4. Plátano maduro del cultivar Seda, cuyos cormos se han utilizado en el presente trabajo experimental.

Fuente: (Infoagro, 2014).

1.7.3. Cultivar 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 21 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) citado por Veléz (2011).

1.7.4. Cultivar Williams

Es un triploide AAA, su fisonomía presenta a este cultivar como una planta semi enana 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) citado por Vélez (2011).

1.7.5. Cultivar 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 citado por Vélez (2011).

1.7.6. Cultivar Morado

Es resistente a las enfermedades, pero tarda más de 18 meses en fructificar. Es un banano de gran porte, con hojas y tallos de color morado intenso. Produce racimos compactos de unos 100 frutos de sabor intenso, tamaño medio y cuya coloración vira a naranja a medida que madura, Infoagro (2014).

1.7.7. Cultivar FHIA

Tetraploide caracterizado por ser de porte mediano, con tallo de color verde y franjas rosado-amarillentas, hojas verdes y ligeramente duras y de un racimo largo con un promedio de 80 dedos, Infoagro (2014).

1.8. PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL PLÁTANO

1.8.1. Plagas

Entre las principales plagas se tiene:

a. El *Cosmopolites sordidus* “picudo negro”

El estado larval (gusano) es el que ocasiona el daño al alimentarse del pseudotallo, se manifiesta un debilitamiento de la planta y doblamiento por el peso del racimo o la acción doblamiento por el peso del racimo o la acción del viento (Guerrero, 2010).

b. Nematodos

En el cultivo de plátano se han reportado 19 géneros de nematodos causantes de daños a su sistema radicular y al cormo, dentro de los cuales cinco son los más importantes: *Radopholus similis*, *Pratylenchus coffeae*, *Radopholus similis*, *Pratylenchus coffeae*, *Helicotylenchus multicinctus*, *Meloidogyne spp* y *Rotylenchus reniformis*. De estos, *Radopholus similis*, es el de mayor importancia económica en la producción. Es el organismo causante de la enfermedad conocida como Cabeza negra; la cual se caracteriza por ennegrecimiento y deterioro de las raíces y del rizoma, provocando pérdida de anclaje de la planta y su volcamiento total (Guerrero, 2010).

1.8.2. Enfermedades

Entre las principales enfermedades se tiene:

a. Sigatoka amarilla (*Micosphaerella musicola*)

Inicialmente aparece un punto blanquecino que corresponde al sitio donde la espora (conidia o ascospora) de la enfermedad comienza a atacar las células de la hoja. Posteriormente se forman manchas que consisten en un punto muerto, rodeado de un color amarillo que comienzan a crecer y se van uniendo hasta formarse grandes segmentos de tejido muerto esto debido a la pérdida de clorofila. El efecto de la enfermedad sobre la planta consiste en que al destruirse las hojas la calidad del racimo se disminuye notoriamente (Vegas y Rojas 2011).

b. Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet)

La sigatoka negra es la enfermedad foliar más destructiva que ataca el género *Musa*. Directamente afecta sólo las hojas de banano y plátano de manera más rápida y severa que la Sigatoka Amarilla. Se caracteriza por la presencia de gran número de rayas y manchas más notorias por debajo de las hojas, las cuales aceleran el secamiento y muerte del área foliar. Fue descubierta en 1963 por Rhodes en Fiji, donde en poco

tiempo se diseminó desplazando a la Sigatoka Amarilla. Similar comportamiento ha venido ocurriendo en la mayoría de las regiones bananeras y plataneras del mundo. Cuando se reconoció por primera vez en las Islas del Pacífico se le dio el nombre de “Raya Negra”. Sin embargo hoy en día es más conocida como “Sigatoka Negra”, nombre dado al propagarse en Centroamérica desde 1972 (Vegas y Rojas 2011).

c. Mal de panamá (*Fusarium oxysporum*)

Se presenta un amarillamiento gradual del follaje que comienza en las hojas externas, lo que finalmente produce la muerte de la planta. Los haces vasculares toman una coloración entre amarillenta y pardo rojizo. Este patógeno puede sobrevivir en el suelo por largo tiempo, lo cual complica el control. El hongo se lleva a terrenos nuevos mediante material de siembra o en herramientas contaminadas. La diseminación en una plantación se hace por contacto entre raíces de plantas sanas y plantas enfermas (Cárdenas, et al., 2012).

d. Bacteriosis

Se le conoce también como pudrición acuosa. Es una enfermedad que se favorece por la época de verano, suelos pobres con deficiencias en potasio. Es causada por la bacteria *Erwinia chrysantemi* pvr. Paradisiaca, que ocasiona pudrición del pseudotallo y posterior doblamiento del mismo. Se presenta sólo en el pseudotallo y en cualquier estado de desarrollo de la planta. Se observan lesiones acuosas, de color amarillento al comienzo y color oscuro al final, de olor fétido. Normalmente la enfermedad aparece en la mitad del pseudotallo y avanza hacia el centro y hacia abajo hasta llegar al cormo. Como consecuencia de la obstrucción de los tejidos, las hojas se van amarillando hasta secarse totalmente (Guerrero, 2010).

e. Marchitez bacteriano: (Moko), (*Ralstonia solanacearum*)

Es una bacteria que causa un amarillamiento de la parte interna de la lámina foliar. El fruto con un color negruzco, reseco y en su interior una pudrición seca de color marrón grisácea. En el pseudotallo forma manchas húmedas que en estados avanzados expulsan olores fétidos (Cárdenas, et al., 2012).

1.9. *Cosmopolites sordidus* “PICUDO NEGRO”

1.9.1. El “picudo negro” ó gorgojo negro del plátano

El gorgojo negro del plátano *Cosmopolites sordidus* Germar, es la plaga insectil más importante de este cultivo en el país; se le encuentra distribuido en la mayor parte de las áreas plataneras de la costa y de la selva; sus daños en algunos lugares causan graves pérdidas económicas en las cosechas del plátano, alimento básico e importante, especialmente para la población de la selva. Se trata de una plaga de relativo y fácil control cuando se observan y practican ciertas medidas sanitarias que impiden su propagación y daños SIPA (1965).

1.9.2. Origen y distribución

Es una plaga introducida a nuestro medio, en 1944 remitió por primera vez una muestra de “hijuelos” o “mamones” a la Estación Experimental Agrícola de “La Molina” con ataques de un insecto procedente de la comunidad de puente pierda, del valle de Carabaylo, Lima, identificándosele como *Cosmopolites sordidus* lo que fue posteriormente confirmado por los EE.UU por L.L. Buchanan. Actualmente se le encuentre distribuida en una gran parte de las plantaciones importantes de la costa y de la selva (SIPA, 1965).

La manera como se ha distribuido por todos estos lugares han sido por mediante el uso de material de propagación infestado de una zona afectada a otro sana, siendo así cómo el hombre introducir una planta que le servirá como alimento lleva a la ves un problema de campo con el cual tendrá que vivir y luchar mientras se dedique a este cultivo (SIPA, 1965).

El “picudo negro” del banano evolucionó en el Sur este de Asia y se ha propagado a todas las regiones productoras de bananos y plátanos en trópicos y subtrópicos. Los problemas de los picudos parecen ser más severos en el plátano, los bananos de cocción de altiplanos y en el ensete. El picudo ha contribuido al declive y desaparición de los bananos de cocción de altiplanos en algunas partes de África Oriental. El estado de plaga de los picudos negros del banano en otros grupos de bananos es variable (Gold y Messiaen, 2000).

1.9.3. Clasificación Taxonómica

Anderson (2002) citado por Vélez (2011) menciona la clasificación taxonómica del insecto es la siguiente:

Reino	: Animalia
Filo	: Arthropoda
Clase	: Insecta
Sub clase	: Pterygota
Orden	: Coleóptera
Sub orden	: Polyphaga
Súper familia	: Curculionoidea
Familia	: Dryophthoridae
Subfamilia	: Rhynchophorinae
Tribu	: Litosomini
Género	: <i>Cosmopolites</i>
Especie	: <i>sordidus</i>
Nombre científico	: <i>Cosmopolites sordidus</i> (Germar, 1982).

1.9.4. Características morfológicas

Los huevos son de color blanco de forma oval – alargada, de dos milímetros de largo. La larva es ápoda (sin patas), con el cuerpo blanco cremoso, hinchado y curvado en su extremidad; la cabeza marrón brillante mide 15 milímetros de longitud. La pupa es alargada de color blanco y alrededor de doce milímetros de largo, no está protegida por un capullo o cocón de hilos o fibras. El adulto es de color negro, generalmente cubierta de tierra mojada y de detritus vegetales, de forma ovalada, una trompa en la cabeza curvada hacia abajo y con antenas típicamente dobladas en ángulo midiendo de once a trece milímetros de longitud por cuatro milímetros de ancho (SIPA, 1965).

1.9.5. El ciclo de vida del *Cosmopolites sordidus* “picudo negro”

El “picudo negro” del banano es un insecto seleccionado como “k” con un prolongado período de vida y baja fecundidad. Muchos adultos viven un año, mientras que algunos pueden sobrevivir hasta por cuatro años. En substratos húmedos, el picudo puede sobrevivir sin alimentarse durante varios meses. La tasa de machos y hembras es de 1:1. Se han registrado tasas de oviposición de más de un huevo por día, pero más comúnmente, la oviposición es estimada a un huevo por semana. La hembra pone sus

blancos huevos ovalados individualmente en los hoyos excavados por su pico. La mayoría de los huevos se ponen entre las vainas foliares y en la superficie del rizoma. Las larvas emergentes se alimentan preferiblemente dentro del rizoma, pero también pueden atacar el tallo verdadero y, ocasionalmente, el pseudotallo. Las larvas pasan a través de 5-8 etapas. La formación de la crisálida ocurre en células desnudas cerca de la superficie de la planta hospedera. Las tasas de desarrollo dependen de la temperatura. Bajo condiciones tropicales, el período que le toma a un huevo convertirse en un picudo adulto es de 5-7 semanas. El desarrollo de los huevos no ocurre con temperaturas menores de 12 °C; este umbral puede explicar por qué es raro encontrar esta plaga a alturas mayores de 1600 m sobre el nivel de mar (Gold y Messiaen, 2000).

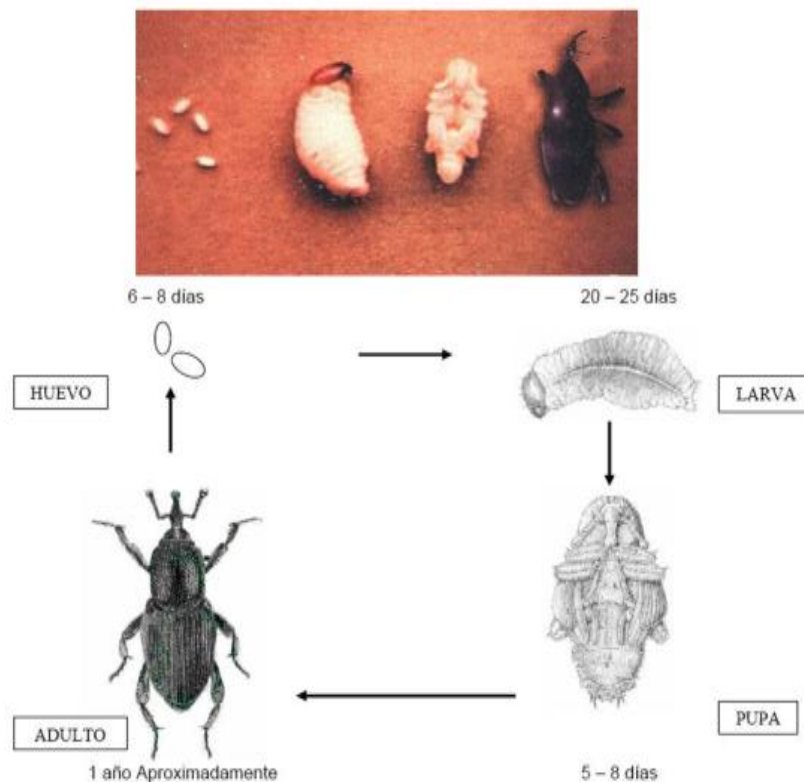


Figura .1.5. Ciclo biológico del *Cosmopolites Sordidus* (Germar, 1824).

Fuente: (Gold y Messiaen 2000).

Según SIPA (1965) los huevos son puestos por la hembra aisladamente en pequeños orificios que perfora con sus mandíbulas en el tejido de la planta. En su mayor parte éstos son colocados en la base pseudotallo y sobre el bulbo o corona, al nivel del suelo; puede poner entre diez o quince huevos, excepcionalmente se ha encontrado que puede ovopositar hasta 100 huevos en periodo de incubación dura entre cuatro hasta treinta días.

La pequeña larva eclosionada del huevo comienza inmediatamente a taladrar y devorar los tejidos dejando tras de sí un túnel que va aumentando en diámetro a medida que la larva crece. Las galerías son irregulares y atraviesan el bulbo y base del tallo en todas direcciones. Este daño es muy perjudicial para la planta, al cercenar a la planta en la vecindad inmediata a las raíces laterales que salen del bulbo, cortan el pasaje de la savia, debilitando o paralizando con consecuencia, su desarrollo o fructificación o produciendo marchitamiento y muerte si las plantas son muy jóvenes (hijuelos).

Además de interrumpir la conexión entre las raíces y el tallo, la destrucción mecánica de la zona fibrosa bulbo debilita el sostén de la planta del modo que es fácil que se quiebre cuando sopla un fuerte viento o por el peso del racimo en desarrollo. Las larvas usualmente barrenan bajo el nivel de la superficie del suelo, pero en algunos casos dirigen al tallo, pudiendo llegar hasta el centro del él hasta una altura de sesenta centímetros sobre el nivel del suelo. El tiempo que transcurre allí al estado de larva es de quince a cien días. Como una consecuencia de un fuerte ataque de este insecto, no podrá obtenerse más de dos cosechas de la plantación requiriendo su renovación a otros terrenos no infestados, si no se observan las medidas necesarias para su control.

Cuando las larvas alcanzan su madurez, construyen una cavidad ovalada (cámara pupal), generalmente en la vecindad de la superficie del bulbo atacado y bajo el nivel del suelo dentro del cual se transforma en pupa; después de unos nueve o quince días de esto, emerge el adulto que sale al exterior barrenado a la delgada capa del bulbo y penetra al suelo, en la cual pasa la mayor parte de su vida. Son gregarios, reuniéndose de preferencia en las cavidades o depresiones del tallo y del bulbo, cerca de la superficie del suelo y bajo ella, así como también en las galerías hechas por las larvas de los mismos. En el día están inactivos, manteniendo sus patas sobre el cuerpo que por lo general se encuentra cubierto de barro y restos vegetales, son más bien hábitos nocturnos. Tiene alas funcionales pero muy rara vez se las ve volar y se cree que nunca lo hagan, siendo por lo tanto un poco difícil que se propague o disperse de esta manera, la plaga.

El gorgojo negro adulto tiene una longevidad promedio de un año. La reproducción es continua durante todo este periodo. Se tiene que el ciclo de vida completo, desde la postura del huevo hasta la emergencia del insecto adulto y postura de huevos, varía entre veintiocho y ciento ochenta días, siendo el promedio de cuarentisiete días.

1.9.6. 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).

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).

1.9.7. Incidencia de ataque

Según SIPA (1965) las plantas afectadas presentan síntomas de daños muy variables, dependiendo estos de la edad de la planta y del grado de infestación. Así, los retoños e hijuelos presentan un desecamiento y muerte de la hoja o cogollo central; paralización del crecimiento, marchitez y muerte completa al cabo de poco tiempo. En las plantas a medio desarrollo y adultas, los síntomas no son muy visibles, así se tiene que el penacho termina mal se abre con mucha lentitud, el crecimiento del pseudotallo es alargado y delgado, hay amarilla miento de las hojas y ausencia de fructificación, los frutos son incompletamente desarrollados o la maduración es prematura, hay envejecimiento rápido de la planta. Al efectuar cortes en el rizoma de aquellas plantas muy atacadas y tumbadas, se puede observar una serie de canales irregulares y huecos de color marrón oscuro, donde frecuentemente se encuentran las larvas del gorgojo. Estos síntomas son más claros en terrenos pobres o en periodos de sequía, cuando las plantas están sobre

terrenos fértiles donde presentan síntomas de daños muy ligeros. Es frecuentemente que cuando hay un fuerte viento o el peso del racimo en maduración, las plantas se tumben y quiebren al nivel del suelo debido a la destrucción de estas zonas por las larvas del gorgojo.

1.9.8. Métodos de control

Según Cañedo, *et al.*, (2011) existen diversos métodos o técnicas de control como el control cultural, biológico, etológico, mecánico, físico, químico, legal y genético. Todas estas se realizan con la finalidad de mantener las poblaciones de plagas bajo un nivel en el cual no cause un daño económico.

a. Control mecánico

Este método de control consiste en el uso de medios mecánicos que excluyen, evitan, disminuyen, eliminan o destruyen a los insectos y órganos infestados. Entre las prácticas de este método se encuentran:

- ✓ Recojo manual de insectos: de huevos, larvas, pupas o adultos de determinadas plagas.
- ✓ Recojo de parte de las plantas dañadas o infestadas para su posterior destrucción: recoger los frutos dañados y enterrarlos.
- ✓ Exclusión de los insectos o uso de barreras que imposibiliten el acceso de los insectos dañinos: se puede realizar con diferentes medios como barreras de plástico en los bordes del campo para evitar el ingreso de insectos que no vuelan, o zanjas con algún insecticida de contacto; embolsado de los frutos para evitar que estos sean afectados por las plagas; uso de barreras en los tallos de los árboles, como chalinas de papel o bandas con pegamento que protegen a las plantas de las larvas que se comen las raíces y, al mismo tiempo, frenan el desarrollo de larvas y pupas que necesitan del suelo para completar su ciclo de vida. Este método es utilizado, además, para el control de las plagas caseras, para evitar el ingreso de moscas, zancudos, entre otros insectos, al interior de las casas o de polillas a los almacenes, por medio del uso de mosquiteros.

b. Control biológico

Es un método de control que consiste en la manipulación de insectos para eliminar a otros insectos, en otras palabras, consiste en la represión de las plagas mediante sus

enemigos naturales o controladores biológicos, como pueden ser parasitoides, predadores o entomopatógenos. Los parasitoides son aquellos insectos que viven dentro del cuerpo de las plagas (hospederos), de la cual se alimentan progresivamente hasta que las llegan a matar. Los predadores son aquellos insectos que se alimentan rápidamente de la plaga (presa) hasta causarle la muerte. Los entomopatógenos son: Microorganismos que causan enfermedades a las plagas hasta ocasionarles la muerte y pueden ser hongos, bacterias, virus, nematodos, entre otros.

El control biológico tiende a ser permanente, pero está fuertemente influenciado por las poblaciones de la plaga y las variaciones del ambiente. Su control es relativamente lento en comparación con las aplicaciones de insecticidas. Se ejerce un mejor control biológico, cuando se trata de grandes áreas con buenas condiciones biológicas (uso racional y selectivo de plaguicidas, lugares alternativos de refugio, entre otros) y ambientales.

¿Cuáles son sus ventajas?

- ✓ Los enemigos naturales buscan a sus hospederos o presas en los lugares donde estos se encuentran, incluyendo sus refugios.
- ✓ No dejan residuos tóxicos ni contaminan el ambiente.
- ✓ La acción de los enemigos naturales tiende a intensificarse cuando las poblaciones de plagas son altas.
- ✓ No producen desequilibrios en el ecosistema agrícola.
- ✓ Las plagas no desarrollan resistencia a los enemigos naturales, como lo hacen con los insecticidas.

¿Cuáles son sus desventajas?

- ✓ Los enemigos naturales son influenciados por las condiciones climáticas y biológicas del lugar, las que escapan al control del hombre.
- ✓ No todas las plagas tienen enemigos naturales eficientes en su lugar de origen.

c. Control químico

Los plaguicidas son sustancias que se utilizan para matar o controlar las poblaciones de plagas. Estas sustancias, de acuerdo al grupo de animales o plantas que controlan, pueden ser: insecticidas (contra insectos), acaricidas (contra ácaros), rodenticidas (contra

ratas), nematicidas (contra nematodos), molusquicidas (contra caracoles), herbicidas (contra malezas), fungicidas (contra enfermedades fungosas), entre otros.

Mayormente estas sustancias son de composición química sintética y son tóxicas. Si bien su uso ha resultado muy beneficioso en muchos casos, también ha resultado perjudicial debido principalmente a su toxicidad contra los seres humanos y los animales, daños al ambiente, empobrecimiento de suelos, contaminación de aguas subterráneas y superficiales, resistencia de los insectos a los insecticidas, emergencia de nuevas plagas, etc. Por esos motivos, al momento de elegir el plaguicida adecuado hay que tener en consideración todos estos aspectos y no solo el nivel de efectividad y rapidez de su acción sino los daños colaterales que puedan llegar a ocasionar.

De acuerdo a la composición química que poseen se clasifican en organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, neonicotinoides e insecticidas biológicos, que hacen uso de microorganismos entomopatógenos.

En la etiqueta del producto se encuentra información que es necesario tomar en cuenta, como el ingrediente activo, el nombre comercial, su clasificación toxicológica de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (Corra 2009 citado por Cañedo, *et. al*, 2011).

La clasificación toxicológica de los plaguicidas químicos de acuerdo con la OMS es una clasificación conforme a las normas internacionales y el grado de peligrosidad que trae su aplicación. Hay distintos símbolos y colores que distinguen a cada categoría.

Tabla 1.1. Clasificación de los plaguicidas de acuerdo a su toxicidad

Clasificación de la OMS según los riesgos		Peligro	Color	Leyenda
Clase Ia	Extremadamente peligroso	Muy toxico	Rojo	Muy tóxico
Clase Ib	Muy peligroso	Toxico	Rojo	Tóxico
Clase II	Moderadamente peligroso	Nocivo	Amarillo	Nocivo
Clase III	Ligeramente peligroso	Cuidado	Azul	Cuidado
Clase IV	No ofrece peligro	Cuidado	Verde	Cuidado

Fuente: Cañedo, Armando Alfaro, J. K. (2011). Manejo Integrado de Plagas de Insectos en Hortalizas, principios y referencias técnicas para la Sierra Central del Perú.

d. Los métodos de control del *Cosmopolites sordidus* “picudo negro”

Según Gold y Messiaen (2000) menciona sobre los métodos de control para el “picudo negro” del plátano 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”. 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. Los agentes del control biológico (incluyendo artrópodos y hongos entomopatógenos) se encuentran bajo estudio y pueden convertirse en agentes importantes en el desarrollo de estrategias integradas para el manejo del picudo negro del banano. Se conocen algunos clones resistentes los cuales finalmente pueden proporcionar fuentes genéticas de resistencia para los programas de mejoramiento de plátanos y bananos de cocción de altiplanos.

d.1. Control cultural del *Cosmopolites sordidus* “picudo negro”

Gold y Messiaen (2000) menciona sobre la técnica del control cultural que 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. Los agentes del control biológico (incluyendo artrópodos y hongos entomopatógenos) se encuentran bajo estudio y pueden convertirse en agentes importantes en el desarrollo de estrategias integradas para el manejo del “picudo negro” del banano.

d.2. Trampas de pseudotallos y la aplicación del hongo *Beauveria bassiana*

Según Contreras y Ramón (1996) menciona sobre los métodos químicos y mecánicos empleados para combatir la plaga conocida como “picudo negro” del plátano, *Cosmopolites sordidus*, son demasiados costosos, difíciles de aplicar e ineficientes, debido a que el insecto pasa la mayor parte de su vida oculto en los rizomas o en los residuos de la cosecha. Con miras a contribuir en la disminución de esta problemática, se evaluó la capacidad de atracción de adultos de picudos de dos tipos de trampas y su bondad como medio para aplicar el hongo *B. bassiana* así como el efecto de dos formulaciones del hongo en el manejo de *C. sordidus*.

d.3. Control químico del *Cosmopolites sordidus* “picudo negro”

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).

d.4. El control biológico del *Cosmopolites sordidus* “picudo negro”

Según Gold y Messiaen, (2000) el “picudo negro” del banano es más importante en los lugares donde es una plaga introducida (por ejemplo, África, Australia, América), sugiriendo que el control biológico clásico puede ser posible. Se encontraron varios escarabajos predadores alimentándose de las larvas de los picudos negros en el área de origen del insecto en el Sudeste de Asia. Sin embargo, los intentos de introducir estos enemigos naturales en otras regiones bananeras en gran parte fracasaron. La investigación de los predadores endémicos (escarabajos, tijeretas) en África sugiere sólo un potencial limitado para el control en las condiciones de campo. En contraste, las hormigas mirmicinas *Tetramorium guinense* y *Pheidole megacephala* han contribuido al control exitoso del “picudo negro” en el plátano en Cuba. Las hormigas pueden ser alentadas a anidarse en los pedazos de pseudotallo que luego pueden ser utilizados para su propagación. Las hormigas mirmicinas están muy propagadas y también pueden ser predadores importantes del “picudo negro” en otras localidades.

El uso de los hongos entomopatógenos (por ejemplo, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*) para el control del “picudo negro” del banano ha sido estudiado desde los años 70. Numerosas cepas han sido cribadas con respecto a su actividad contra los picudos adultos y muchas de ellas producen la mortandad de más del 90%. Sin embargo, pocos datos están disponibles sobre el desempeño de las cepas candidatas de los entomopatógenos bajo condiciones de campo. Por lo tanto, el desarrollo de los sistemas de entrega en el campo eficaces y rentables es probablemente el área más crítica de investigación en el presente. Los nematodos 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.

d.5. Biocontrol del *cosmopolites sordidus* “picudo negro”

Tal como dice Ríos (2008) la *Beauveria bassiana* es uno de los entomopatógenos más estudiados y utilizados para el control biológico de plagas, como regulador natural de poblaciones de insectos. Es el agente causal de la ‘muscarina blanca’ en algunos insectos. Cuando el hongo está presente en la hemolinfa, germina y produce nuevas hifas, extendiéndose así en la cavidad del cuerpo del “picudo negro”.

e. “Hongo basan” *Beauveria bassiana*

e.1. Entomopatógeno (*Beauveria bassiana*)

Según Tinzaara (2007) menciona sobre el control cultural que es muy valioso para prevenir su establecimiento y es el único medio comúnmente disponible mediante el cual los pequeños productores, con recursos limitados, pueden reducir las poblaciones establecidas del insecto. Entre los agentes de control biológico el más destacado es el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*.

e.2. La descripción del hongo basam (*Beauveria bassiana*)

AGRO 2.0 PRENSA (2012) menciona que es un hongo deuteromiceto que crece de forma natural en los suelos de todo el mundo. Su poder entomopatógeno le hace capaz de parasitar a insectos de diferentes especies, causando la conocida enfermedad blanca de la muscardina. Pertenece a los hongos entomopatógenos y actualmente es utilizado como insecticida biológico o biopesticida controlando un gran número de parásitos de las plantas como son las orugas, las termitas, las moscas blancas, los áfidos, los escarabajos o los tisanópteros.

1.10. MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS

Los hongos entomopatógenos tienen un gran potencial como agentes de control, ya que constituyen un grupo con más de 750 especies que al dispersarse en el ambiente provocan infecciones fúngicas en las poblaciones de insectos. Estos hongos inician su proceso infectivo cuando las esporas son retenidas en la superficie del integumento, donde se inicia la formación del tubo germinativo, comenzando el hongo a excretar enzimas como las proteasas, quitinasas, quitobiasas, lipasas y lipooxigenasas. Estas enzimas degradan la cutícula del insecto y coadyuvan con el proceso de penetración por presión mecánica iniciado por el apresorio, que es una estructura especializada formada en el tubo germinativo. Una vez dentro del insecto, el hongo se desarrolla como cuerpos

hifales que se van diseminando a través del hemocele e invaden diversos tejidos musculares, cuerpos grasos, tubos de Malpighi, mitocondrias y hemocitos, ocasionando la muerte del insecto después de 3 a 14 días de iniciada la infección. Una vez muerto el insecto y ya agotados muchos de los nutrientes, el hongo inicia un crecimiento micelar e invade todos los órganos del hospedero. Finalmente, las hifas penetran la cutícula desde el interior del insecto y emergen a la superficie, donde en condiciones ambientales apropiadas inician la formación de nuevas esporas (Pucheta, Rodríguez y Torre, 2006).

1.11. DAÑO E IMPORTANCIA ECONÓMICA

El daño es ocasionado por la larva, que al alimentarse dentro del rizoma, produce perforaciones que destruyen el sistema radical de la planta, debilitándola de tal manera que puede volcarse fácilmente (Segura, 1975) citado por Carballo (2001).

Las reducciones de rendimiento son causadas tanto por la pérdida de plantas (muerte de las plantas, el rompimiento de los rizomas, volcamiento o caída, como por el peso reducido de los racimos). El volcamiento o caída de las plantas, más comúnmente atribuido a los nemátodos, ha sido observado bajo condiciones de fuertes ataques de los picudos negros en ausencia de nemátodos Gold y Messiaen (2000).

Montesdeoca (1998) citado por Moreira (2015) señala la existencia de una relación directa entre el número de los haces vasculares, que a su vez producen una sintomatología similar a los daños ocasionados por nematodos y hongos.

Según Montesdeoca (1998) citado por Moreira (2015) el trazado, la longitud y la cantidad de galerías realizadas por la larva condicionan la magnitud de las alteraciones producidas en el metabolismo de la planta, al provocar una reducción en la translocación del agua, nutrientes y asimilados vía xilema-floema, desde la raíz hasta las partes aéreas de la planta.

1.12. FICHAS TÉCNICAS

A. Ficha técnica del Furadan 5%G

Datos de la empresa

Empresa Comercializadora : FARMAGRO S.A.

Titular de Registro : FMC

Número de Registro : 066-96-AG-SENASA

Identidad

Composición	: Carbofuran
Concentración	: 5 g/Kg
Formulación	: Granulado
Grupo Químico	: Carbamatos
Clase de Uso	: Insecticida-Nematicida
Fórmula Empírica	: C ₁₂ H ₁₅ NO ₃
Peso Molecular (gmol)	: 221.26

Características

Furadan 5G es un insecticida, nematicida sistémico y de contacto protege el cultivo por medio de su amplio espectro de control de las plagas o acción múltiple.

Propiedades fisicoquímicas

Densidad Relativa	: 3.5-4.5
Ph	: 1.06-1.10 g/ml (20°C)
Estado Físico	: Sólido
Color	: Gránulos de color morado
Olor	: Ligeramente fenólico
Explosividad	: No explosivo
Corrosividad	: No corrosivo

Estabilidad en Almacenamiento: Es estable bajo condiciones normales de manipulación y almacenamiento por 2 años.

Modo de acción

Furadan 5G es un insecticida-nematicida de contacto, ingestión y sistémico de amplio espectro.

Mecanismo de acción

Furadan 5G inhibe la acción de la Acetil Colinesteraza (ACHE), ocurriendo un aumento de la enzima acetilcolina, luego se produce los síntomas de la intoxicación en los insectos como hiper excitación, parálisis y luego la muerte del mismo.

Tabla 1.2. Recomendaciones de uso

CULTIVO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE TÉCNICO	DOSIS	OBSERVACIONES	P.C. (Días)	L.M.R (ppm)
PAPA	Nemátodo del Quiste de la papa Pulga saltona Gorgojo de los Andes Gusano de la papa	Globodera spp. Epitrix spp. Premnotrypes solani Diabrotica de color	50 Kg/ha o 1 kilo para 200m lineales de surco	Abrir el surco, colocar la semilla, abonar entre papa y papa luego aplicar el FURADAN 5G sobre la semilla a chorro continuo, procurando aplicar una banda de 20 a 30 cm finalmente tapar la semilla, el abono y el FURADAN 5G	60	1
TOMATE	Nemátodo del nudo	Meloidogyne incognita	Almácigo: 30 g/m ² Transplante: 2.5 a 5 g por planta	Almácigo: Aplicar antes de la siembra o después de tapar la semilla y regar enseguida. Transplante: 10 a 15 días después del transplante. Aplicar a los 10 días del transplante.	60	0.1
SANDIA ZAPALLO	Nemátodo del nudo	Meloidogyne incognita	10 a 15 g/golpe	Aplicar al momento de la siembra.	60	0.6
MELÓN	Nemátodo del nudo	Meloidogyne incognita	5 g/golpe	Aplicar al momento de la siembra	60	0.4
CAFÉ	Nemátodo del nudo Minador de la hoja	Meloidogyne exigua Leucoptera coffeella	10 a 15 g/m ² 10 a 30 g/planta	Semilleros: Aplicar 2 días antes de la siembra, a los 6 meses repartir la misma dosis esparciendo uniformemente por todo el semillero. Plantaciones en producción: Se aplica de acuerdo al tamaño de la planta procurando cubrir todo el área de las raíces. El primer año aplicar dos veces, luego una vez. NOTA: La primera aplicación deberá hacerse un mes antes de la época de lluvias.	60	0.1
PLÁTANO	Gorgojo Gorgojo Nematodo minador	Metamassius spp. Cosmopolitus sordidus Rhodopus similis	30 g/semilla 75 g/cepa 60 a 75 g/cepa	A la siembra, 4 meses después 60 g por semilla. A los 8 meses de la siembra. En plantaciones establecidas procurando cubrir bien toda la cepa en especial, los hijuelos a intervalos de 6 meses.	60	0.1
NARANJO	Nemátodo de los cítricos	Tylenchulus semipenetrans	200 a 300 g/árbol	Se recomienda limpiar el área de trabajo de cada árbol y aplicar el producto a la superficie que corresponde a la proyección de la copa (zona goteo). Repetir las aplicaciones cada seis meses.	60	2.5
ARROZ	Barreno del tallo Sogata	Diatraea sp. Sogatodes oryzicolus	20 kg/ha	El FURADAN 5G debe aplicarse 20 días antes ó 30 días después de la aplicación de un herbicida a base de propanil.	60	0.2

Fuente: (Farmagro, 1980).

Condiciones de aplicación

Furadan 5G debe aplicarse tan pronto se inicie la siembra del cultivo, se puede aplicar en semilleros, almácigos, plantaciones nuevas y/o plantaciones establecidas.

Compatibilidad

Furadan 5G es compatible con los agroquímicos de uso común excepto con los de reacción alcalina.

Reingreso a un área tratada

No ingresar a las áreas tratadas hasta 2-4 horas después de la aplicación.

Fitotoxicidad

Furadan 5G no es fitotóxico siguiendo las recomendaciones de la etiqueta.

Dosis letal medio (DL50)

Un solo gránulo puede matar a un ave (DL50 oral de 0,4 mg/kg de peso corporal). El carbofurano es muy tóxico para los invertebrados de agua dulce y entre moderadamente y muy tóxico para los peces de agua dulce.

Categoría toxicológica

Moderadamente Peligroso



Figura .1.6. Furadan 5G, insecticida y nematocida sistémico

Fuente: (Farmagro, 1980).

B. Ficha técnica YURAK WP (*Beauveria bassiana*)

Presentación

YURAK WP (*Beauveria bassiana*) Cepa CCB LE-265

Contenido neto: 200 g polvo mojable (wp). Concentración de conidias: $> 1.5 \times 10^{10}$ conidias/gr.

Ingrediente inerte: Sustrato estéril.

Registro N°300-SENASA

Laboratorio

PBA E.I.R.L., es una empresa peruana que fue fundada el 26 de enero del 2007, en la ciudad de Lima, con una sólida experiencia en la producción de microorganismos benéficos para contra restar los problemas fitosanitarios de la agricultura y pensando en la accesibilidad de los agricultores, para obtener cosechas más sanas, con mayor rendimiento y sin contaminar el medio ambiente. Aislamientos naturales de hongos y bacterias antagonistas y entomopatogenos para obtener una agricultura sana.

Características generales

YURAK WP es hongo entomopatógeno que viven a expensas de insectos de diferentes órdenes de insectos en forma natural, no causan daño al hombre, animales ni plantas. Requieren una adecuada humedad pH y temperatura para su natural dispersión e infección.

Modo de acción

YURAK WP actúa por contacto en los diferentes estadios del insecto plaga. Las conidias, son las unidades infectivas (llamado también semillas), penetran al cuerpo del insecto, produciéndole disturbios a nivel digestivo, nervioso, muscular, respiratorio, excretorio, etc; es decir el insecto se enferma, deja de alimentarse y posteriormente muere. La muerte puede ocurrir a los tres a cinco días, dependiendo de la virulencia del hongo y estadio del insecto.

Aplicación foliar dosis: 200 g / 200 litros de agua.

Almacenamiento

Por ser un microorganismo vivo es afectado por condiciones climáticas extremas. Se recomienda mantener el producto bajo sombra (temperatura menor a 23° C), en un ambiente limpio y con buena aireación fresco como máximo por 6 meses. Pudiendo permanecer hasta por seis meses a 20 – 22 °C y hasta por un año a 16 °C después de recibidos.

Recomendaciones para el empleo del yurak

- Evaluar el nivel de infestación de la población de la plaga en el cultivo, antes de la aplicación del YURAK WP. La programación de aplicación no debe coincidir con aplicaciones de fungicidas, azufrados, etc.
- El empleo de YURAK WP no debe limitarse exclusivamente a lugares con alta humedad relativa, debido a que el aceite que se emplea en la preparación de la solución, tiene como función encapsular las conidias del hongo, protegiéndolas de la desecación. También se debe considerar que la humedad natural del insecto es apropiada para la eficacia del hongo.
- La aplicación del YURAK WP debe hacerse por la tarde cuando la radiación solar no es muy fuerte.

- El éxito de la aplicación y el control con YURAK WP depende también de la elección de los equipos de aspersión. Se utilizan equipos (mochilas) convencionales, utilizando boquilla cónica de gotas finas, no debe tener desgaste ni daños en el orificio de la boquilla de tal manera que se obtenga una aplicación uniforme. Los equipos deberán ser nuevos o limpios, libres de residuos químicos, los cuales inhiben la viabilidad de las conidias. Tener especial cuidado en la limpieza del equipo cuando anteriormente se ha utilizado para la aplicación de fungicidas.
- Para obtener mejores resultados se debe realizar una segunda aplicación a los 5 ó 7 días después de la primera aplicación, es recomendable realizar de 3 a 4 aplicaciones, determinando los intervalos de aplicación de acuerdo a las evaluaciones, así como a la biología de la plaga a tratar. En el caso de pulgones se recomienda la segunda aplicación a los 5 días después de la primera aplicación y las posteriores a los 7 o 15 días de acuerdo a las evaluaciones.

Compatibilidad

- YURAK WP es compatible con herbicidas, fertilizantes de reacción ácida.
- YURAK WP es compatible con productos biológicos formulados con base de hongos o bacterias.
- YURAK WP no es compatible con fungicidas, productos de reacción alcalina (pH mayor a 7.5). No use fungicidas foliares durante los cuatro días anteriores tres posteriores a la aplicación de YURAK WP.

En cualquier mezcla debe comprobarse la compatibilidad.

Plazo de seguridad

YURAK WP, no necesita plazo de seguridad.

Instrucciones de empleo

Para lograr una mayor eficacia en la aplicación de YURAK WP se recomienda utilizar aguas de pH entre 5.5 – 7.0 y de dureza entre 120 – 150 ppm de CO₃Ca. Para corregir el agua deben utilizarse un ablandador de la dureza y un corrector del pH.

1. Luego en un envase (balde) conteniendo 5 litros de agua calibrada, por cada sobre de 200 g de YURAK WP agregar 50 ml aceite agrícola vegetal (carrier, natural oil), luego agitar hasta formar una emulsión, dejar hidratar por 30 minutos.

2. Agitar la mezcla y vierta en el cilindro o tanque conteniendo agua no clorada, de acuerdo a las dosificaciones señaladas.
3. Agitar la mezcla y verterla al cilindro o tanque para la aplicación.
4. Dirigir la aspersión a nivel foliar.

Una vez hecha la emulsión vierta este en el volumen total de agua a aplicar. Aplicar con equipos con boquillas cónicas de baja descarga y gota fina. Calibrar el equipo antes de iniciar la aspersión. Agite periódicamente el caldo durante la mezcla y aplicación. Libere el producto el mismo día en que se realizó la mezcla. Las aplicaciones deben realizarse preferiblemente entre 6:00 y 10:00 a.m. y después de las 4:00 p.m. o a cualquier hora en días nublados para evitar al máximo los rayos ultravioletas del sol que afectan las conidias. Debe realizarse un manejo integrado del cultivo (MIC) que involucra las prácticas culturales, control biológico, físico, químico, y mecánico al igual que las demás labores del cultivo.

YURAK WP no tiene ningún efecto nocivo sobre el humano, cultivo o el medio ambiente, compatible. Tiene efectos más prolongados de control y no ocurren efectos tóxicos por acumulación en aplicaciones sucesivas. Puede utilizarse en cualquier época de desarrollo del cultivo. No se tiene evidencias de resistencias directas ni cruzadas. El producto puede ser usado hasta el momento de la cosecha. Su uso es compatible con técnicas de agricultura orgánica y convencional.

Tabla 1.3. Recomendaciones de uso

Cultivo	Plaga		Dosis y modo de aplicación
	Nombre común – Nombre Científico		
Café	Broca del café – <i>Hypothenemus hampei</i>		Aplicar 0.2 Kg / 200L
Cacao	Chinche - <i>Monalonion sp</i>		Aplicar 0.2 Kg / 200L
	Mazorquero – <i>Carmenta foraseminis</i>		Aplicar 0.3 Kg / 200L
Tomate Berenjena	Gallina ciega – <i>Ancognata sp,</i>		Aplicar 0. 2 Kg / 200L ,
Ajíes Pimientos Papa	<i>Phyllophaga sp Prodiplosis longifilia</i>		repetir la aplicación a los
Esparrago	<i>Spodoptera spp.</i>		7 a 10 días
Tabaco	Moscas blancas	<i>Trialeurodes sp.</i>	Aplicar 0. 2 – 0.3 Kg / 200L, repetir la aplicación
		<i>Bemisia sp.</i>	a los 7 a 10 días

Plátano	“picudo negro” – <i>Cosmopolites sp</i>	Aplicar 0. 2 Kg / 200L, repetir la aplicación a los 7 a 10 días
Flores	Mosca blanca – <i>Trialeurodes</i>	Aplicar 0. 2 Kg / 200L,
Cítricos	<i>Vaporarium Argyrotaenia sp.</i>	repetir la aplicación a los
Palto	<i>Prodiplosis longifila</i>	7 a 10 días
Frijol	Mosca blanca –	Aplicar 0. 2 Kg / 200L,
Soya	<i>Trialeurodes sp.</i>	repetir la aplicación a los
	<i>Bemisia sp.</i>	7 a 10 días
Cucurbitáceas	Mosca blanca - <i>Trialeurodes</i>	Aplicar 0. 2 Kg / 200L,
	<i>vaporarium., Bemisia tabasi</i>	repetir la aplicación a los
		7 a 10 días

Fuente: (PBA, 2007).

Forma de aplicación

Aplicación foliar a toda la planta o por riego tecnificado o gravedad para aplicaciones al suelo, buscando llegar al insecto/plaga. Las mejores horas de aplicación son a las horas más frescas de la mañana y la tarde en verano y en invierno.



Figura. 1.7. Yurak WP (*Beauveria bassiana*), hongo entomopatógeno

Fuente: (PBA, 2007).

1.13. DEFINICIÓN CONCEPTUAL

a. Control biológico

Es un método de control que consiste en la manipulación de insectos para eliminar a otros insectos, en otras palabras, consiste en la represión de las plagas mediante sus enemigos naturales o controladores biológicos, como pueden ser parasitoides, predadores o entomopatógenos.

b. Control mecánico

Este método de control consiste en el uso de medios mecánicos que excluyen, evitan, disminuyen, eliminan o destruyen a los insectos y órganos infestados.

c. Control químico

Los plaguicidas son sustancias que se utilizan para matar o controlar las poblaciones de plagas.

d. Furadan 5g.

Es un insecticida nematicida sistémico para el control de nematodos e insectos del suelo.

e. Barrera

Son elementos físicos de diversos materiales y que protegen a las plantas del ataque.

f. Variedad

La variedad es una población con caracteres que la hacen reconocible a pesar de que hibrida libremente con otras poblaciones de la misma especie. Es un rango taxonómico por debajo de la subespecie y por encima de la forma.

g. Polietileno

Los polímeros son compuestos formados por la unión de monómeros. De acuerdo a su origen o a otras características, es posible hablar de polímeros sintéticos, polímeros naturales y otros tipos. Entre los polímeros sintéticos, se encuentra el polietileno, que se obtiene mediante la polimerización de eteno (un compuesto también conocido como etileno). El polietileno se usa para la producción de una gran cantidad de productos, como caños, recipientes, bolsas, cables y otros.

h. Estado fitosanitario

Condición de salud que guarda un árbol y el cual se aprecia a simple vista por el vigor, color y turgencia de su follaje, o bien el marchitamiento ocasionado por daños inducidos, tanto físicos, antropogénicos, ambientales, o por el ataque de agentes patógenos.

i. Crecimiento

El Crecimiento es el proceso cuantitativo por medio del cual las plantas aumentan su peso, área o longitud de uno o varios órganos

j. El Desarrollo

Es el proceso cualitativo por medio del cual aparecen nuevos órganos, por lo que se describe como la secuencia de eventos fenológicos a lo largo de la vida de un cultivo.

k. Desarrollo Morfológico

Comienzo y final del crecimiento de un órgano dentro del ciclo de la planta (momento de aparición de una hoja, duración de la expansión de una hoja, etc.)

l. La incidencia

Es el número de casos nuevos de una enfermedad en una población determinada y en un periodo determinado.

m. Cormo

Material vegetativo de una planta caracterizada por poseer fibras y vasos y por estar bien diferenciado en raíz, tallo y hojas.

n. Larva

Animal que se encuentra en la primera etapa del desarrollo posembrionario de los animales que experimentan desarrollo indirecto.

ñ. Pupa

La pupa es el estado por el que pasan algunos insectos en el curso de la metamorfosis que los lleva del estado de larva al de imago o adulto. A diferencia de los otros dos, el de pupa es un estado de relativa inactividad aparente. Muchos se ocultan o encierran en

una cápsula para protegerse mientras los órganos juveniles se reabsorben y el organismo adopta una estructura totalmente distinta.

o. Insecto

Los insectos (Insecta) son una clase de animales invertebrados del filo de los artrópodos, caracterizados por presentar un par de antenas, tres pares de patas y dos pares de alas (que, no obstante, pueden reducirse o faltar).

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Centro Poblado de Puerto Mayo, distrito de Pichari, provincia La Convención, región Cusco, a una altitud de 524 msnm, encontrándose entre las coordenadas geográficas de 12°26'14.76" Latitud Sur y 73°52'26.94" Longitud Oeste.

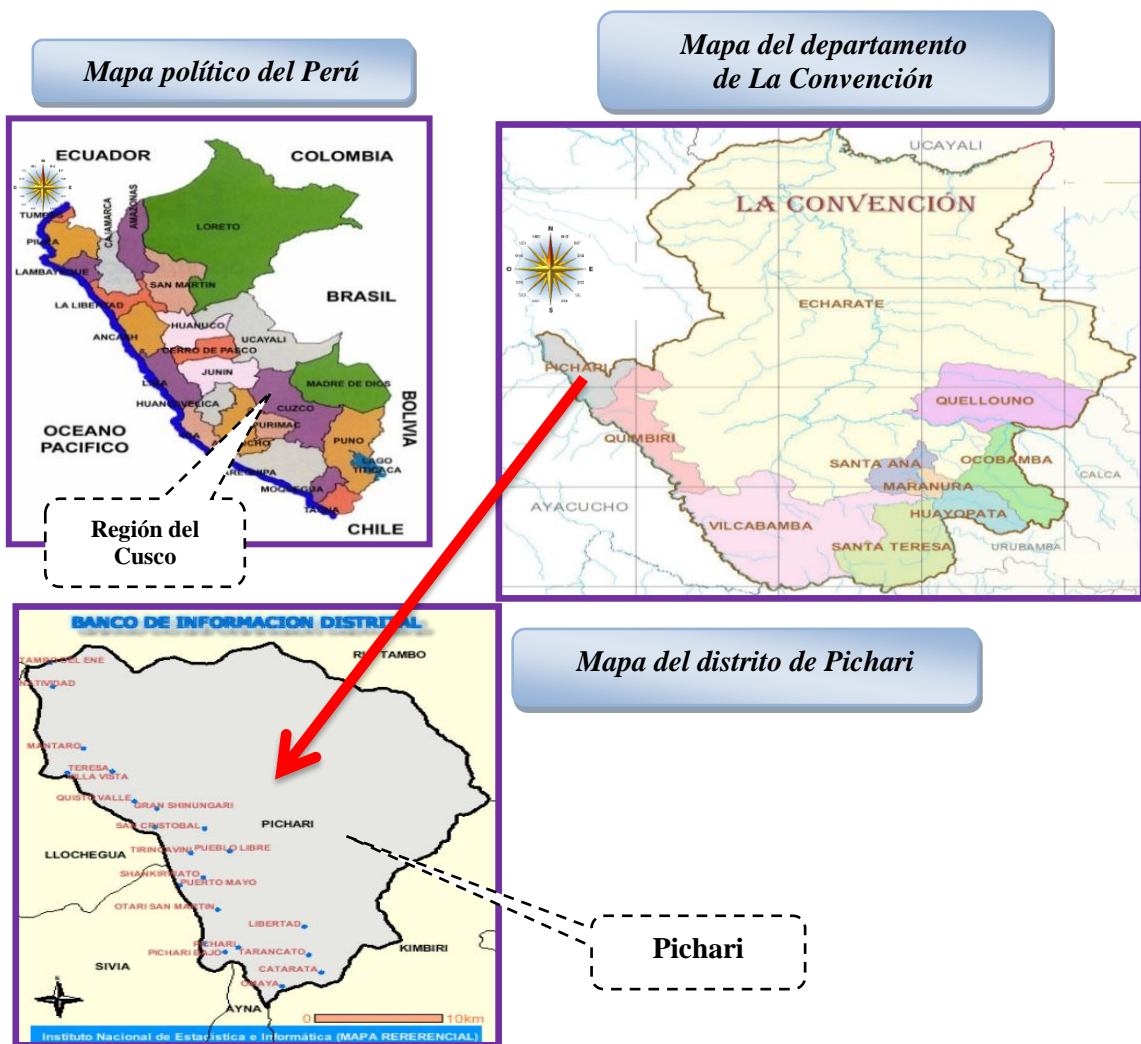


Figura 2.1. Mapa de ubicación del distrito de Pichari.

Fuente: Municipalidad distrital de Pichari.

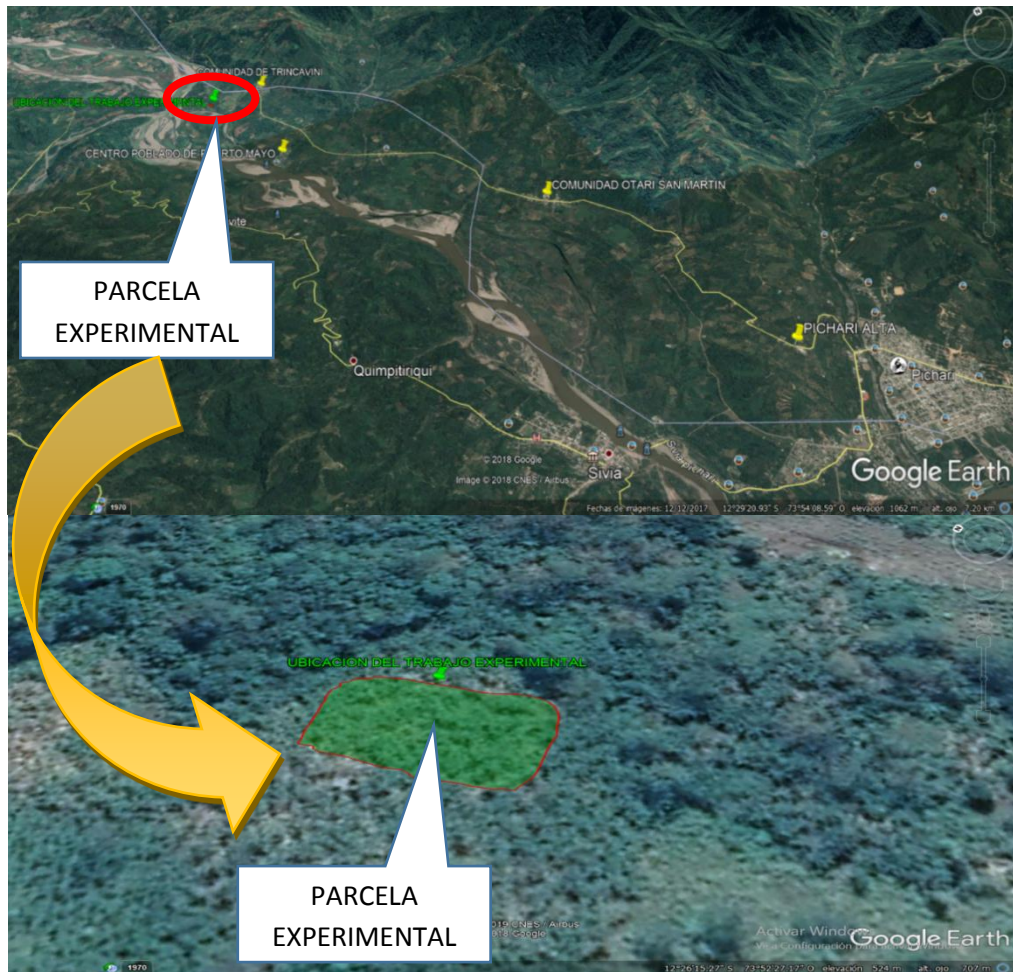


Figura 2.2. Ubicación de la parcela experimental

Fuente: GOOGLE EART 2016

2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

Según los datos de la Estación Meteorológica de Pichari, Micro ZEE – Pichari, (2017) durante la campaña que se realizó el trabajo de investigación presenta temperatura máxima promedio de 32°C, la temperatura mínima promedio desciende hasta los 16°C y una temperatura media mensual de 24°C (Tabla 2.1), la precipitación total anual fue de 2519.30 mm, la mayor precipitación ocurre en los meses de enero a mes de abril, estos valores mostrados son los adecuados para el cultivo del plátano que se condujo en épocas de régimen de lluvias. Así mismo la temperatura promedio mínimo mensual de 16 °C, es favorable para cumplir el ciclo biológico del *Cosmopolites sordidus*, esto se reafirma con los mencionado por (Gold y Messiaen, 2000) que bajo condiciones tropicales, el periodo que le toma a un huevo en convertirse en un *Cosmopolites sordidus* adulto es de 5 a 7 semanas, por otra parte, también menciona que el desarrollo de los huevos no ocurre con temperaturas menores a 12 grados centígrados.

Tabla 2.1. Temperaturas máximas, mínima, media y balance hídrico, correspondiente a la campaña agrícola 2016-2017. Estación Meteorológica Pichari.

Estación; Pichari

Distrito: Pichari

Provincia: La Convención

Altitud: 540 msnm

AÑO	2016 2017													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PROM
T° Máxima (°C)	31.00	31.00	31.00	32.00	31.00	30.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	31.00		30.83
T° Mínima (°C)	20.00	20.00	19.00	19.00	17.00	16.00	16.00	17.00	17.00	19.00	19.00	19.00		18.17
T° Media (°C)	25.50	25.50	25.00	25.50	24.00	23.00	23.00	24.00	23.50	25.00	25.00	25.00		24.50
Factor	4.96	4.64	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96		
ETP(mm)	126.48	118.32	124.00	122.40	119.04	110.40	114.08	119.04	112.80	124.00	120.00	124.00	1,434.56	1.756
PP (mm)	305.90	381.20	354.60	432.90	105.70	125.60	40.50	139.00	72.80	216.8	106.80	237.50	2,519.30	
ETP Ajust (mm)	126.48	118.32	124.00	122.40	119.04	110.40	114.08	119.04	112.80	124.00	120.00	124.00		
H suelo (mm)	179.42	262.88	230.60	310.50	-13.34	15.20	-73.58	19.96	-40.00	92.80	-13.20	113.50		
Déficit (mm)					-13.34		-73.58		-40.00		-13.20			
Exceso (mm)	179.42	262.88	230.60	310.50		15.20		19.96		92.80		113.50		

Fuente: Estación Meteorológica Pichari, citado por Micro ZEE – OT – Pichari – 2017.

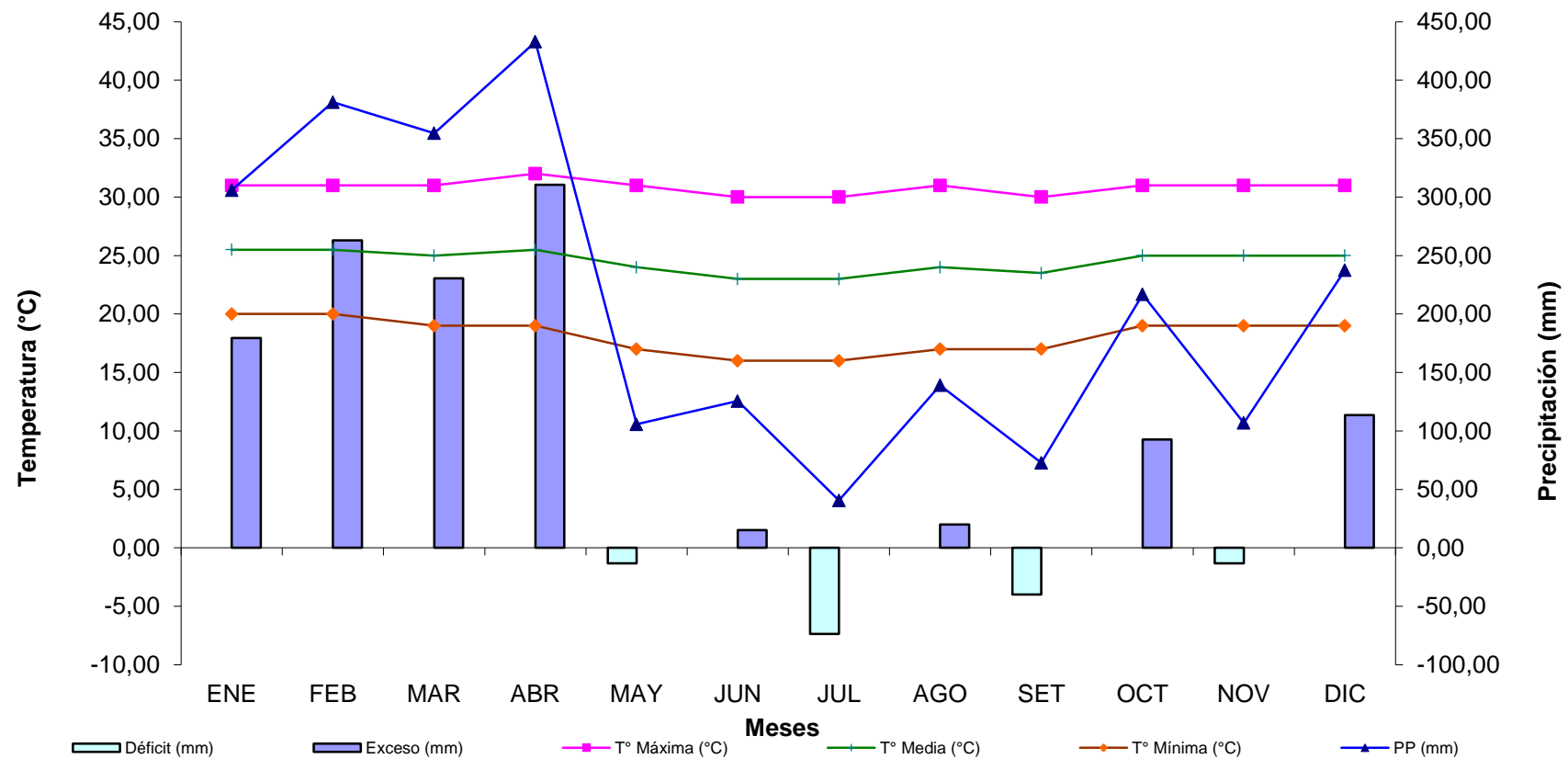


Figura 2.3. Diagrama ombrotérmico: T° vs PP y balance hídrico, campaña 2016 – 2017.

2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con cuatro tratamientos y tres repeticiones, en dos cultivares de plátano evaluados en forma independiente. Además, el ANVA se ha efectuado el análisis combinado de los dos cultivares. Para las pruebas de significación se utilizó la prueba de contraste de Duncan.

Modelo Aditivo Lineal:
$$X_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Para: $i = 1, 2, 3, \dots, t$ tratamientos

$j = 1, 2, 3, \dots, r$ Bloques (repeticiones)

Dónde:

X_{ij} = Es la variable respuesta, que pertenece a la j-ésimo bloque donde se aplicó el i-ésimo tratamiento.

μ = Efecto de la media poblacional.

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} = Efectos aleatorio del error experimental.

2.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

2.4.1. Cultivar Isla

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T0	Testigo absoluto (sin control)
T1	Control biológico (<i>Beauveria bassiana</i>) x variedad Isla
T2	Control Mecánico (polietileno) x variedad Isla
T3	Control químico (Furadan 5G) x variedad Isla

2.4.2. Cultivar Seda

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T0	Testigo absoluto (sin control)
T1	Control biológico (<i>Beauveria bassiana</i>) x variedad Seda
T2	Control Mecánico (polietileno) x variedad Seda
T3	Control químico (Furadan 5G) x variedad Seda

2.5. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL POR CULTIVAR

2.5.1. Terreno experimental

Largo : 36.00 m
Ancho : 27.00 m

2.5.2. Bloques

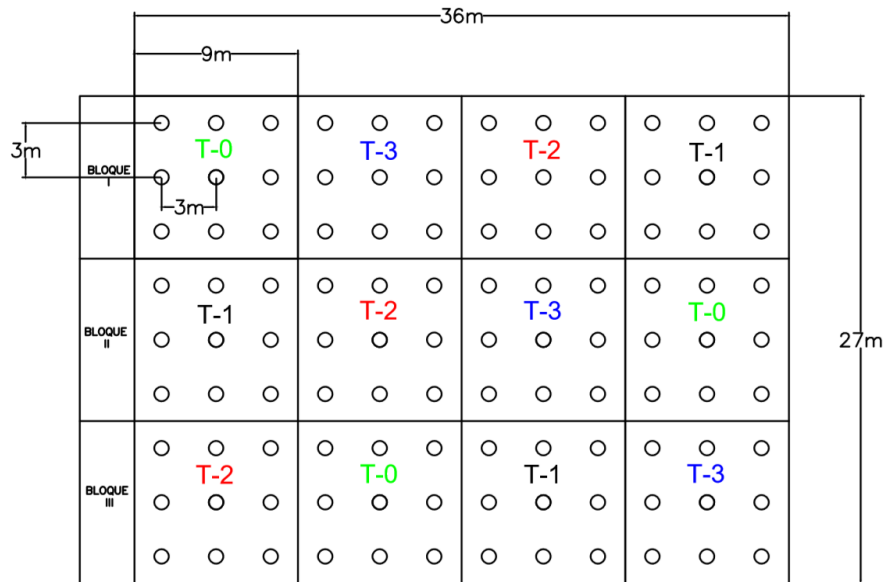
Número de bloques : 3
Largo : 36.00 m
Ancho : 9.00 m
Área : 324 m²
Área del experimento : 972 m²

2.5.3. Unidades experimentales por cultivar

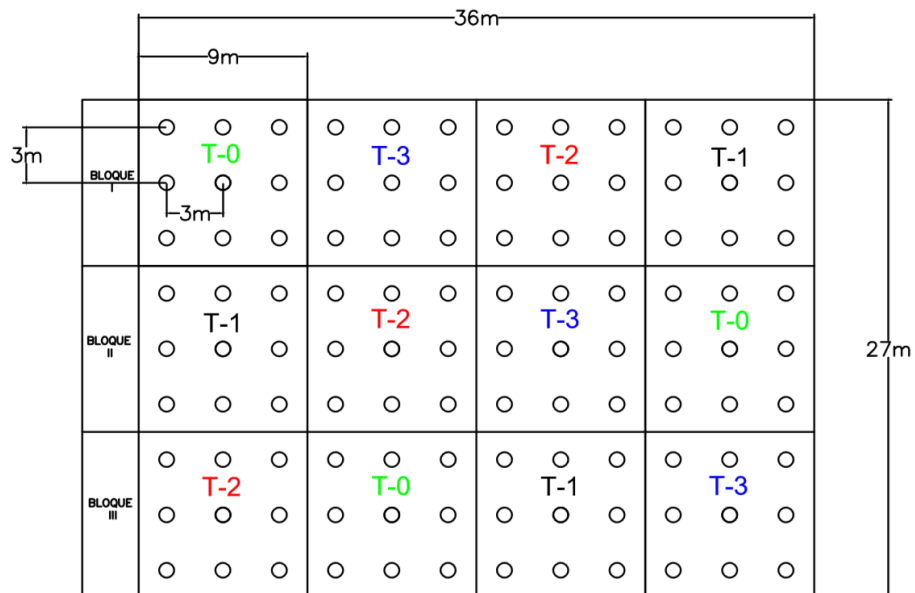
Número de unidades experimentales por bloque : 04
Largo de la unidad experimental : 9.00 m
Ancho de la unidad experimental : 9.00 m
Área de la unidad experimental : 81.00 m²
Distancia entre surcos : 3.00 m
Distancia entre plantas : 3.00 m
Número de cormos por golpe : 01
Peso promedio por cormo : 0.60 – 0.80 kg.
Número de cormos por unidad experimental : 9.00

2.5.4. Croquis del campo experimental

Croquis a. Detalle del croquis del campo experimental y Distribución del campo experimental para la variedad Isla (V1):

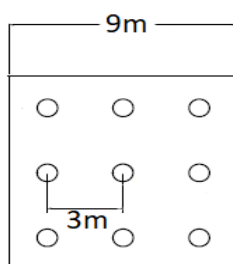


Croquis b. Detalle del croquis del campo experimental y Distribución del campo experimental para la variedad Seda (V2):



2.5.5. Croquis de la unidad experimental

Cada unidad experimental se conformó por nueve plantas, de los cuales se evaluó solamente tres del surco central.



2.6. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se condujo agronómicamente, realizando las siguientes labores:

2.6.1. Preparación del terreno

Se efectuó el 10 de enero del 2016, utilizando herramientas de uso agrícola como moto guadaña y machete, se efectuó el rozo, juntado las malezas existentes y dejando listo para la instalación del trabajo experimental.

2.6.2. Demarcación del terreno

La demarcación del campo experimental se realizó el 11 de enero del 2016, para lo cual se utilizó yeso, estacas, cordel y wincha, en un área total de 1,944 m².

2.6.3. Apertura de hoyos

La apertura de hoyos se realizó de dimensiones 0.40 m x 0.40 m x 0.40 m de ancho, largo y profundidad respectivamente, utilizando herramientas de pico y pala recta.

2.6.4. Plantación de los cormos

Se realizó el 12 de enero del 2016, bajo el sistema cuadrado con un distanciamiento de 3m x 3m, para lo cual se utilizó 9 cormos por unidad experimental, habiendo un total de 216 cormos. En un área total de 1,944 m². El material vegetativo utilizado para la plantación se desinfecto con vitavax 400 (Fungicida para tratamiento de semillas en diversos cultivos, de acción sistémica y protectante), previamente antes de la plantación con la finalidad de prevenir el ataque de los patógenos.

2.6.5. Abonamiento

La fórmula de abonamiento empleado de acuerdo al requerimiento de extracción del cultivo fue de 220 – 105 – 430 de N-P-K y como fuentes de fertilización se utilizó urea agrícola (46% de N), fosfato diamónico (18% de N y 46% de P₂O₅) y cloruro de potasio

(60% de K₂O), se realizó el primer abonamiento a dos meses de haber realizado la siembra, debido a que la planta ya tiene las raíces para poder asimilar los fertilizantes suministrados al suelo, el segundo abonamiento se realizó a los 4 meses después del segundo abonamiento.

2.6.6. Deshierbo

Los deshierbes se efectuaron con la finalidad de evitar la competencia de las malezas, esta labor cultural se realizó mensualmente dentro del campo experimental instalado.

2.6.7. Poda

Se realizó el retiro de las hojas con síntoma de la sigatoka amarilla y las hojas maduras del plátano cada 15 días.

2.7. MÉTODOS DE CONTROL

a. Control con *Beauveria bassiana*

Instalado las parcelas de cultivo, para el presente factor en evaluación, alrededor de las plantas de plátano en estudio, se colocaron tres cebo-trampas a base de pseudotallos de plátano, sumergidas en una solución de 240 g de Bazam (*Beauveria bassiana*), a una concentración de 1.2×10^{10} conidias viables/g de producto en 20 lt de agua, adicionalmente se esparció en el suelo 15 g de Bazam (*Beauveria bassiana*) alrededor de cada cebo-trampa, con la finalidad de asegurar que la plaga se impregne con las esporas del hongo. La frecuencia de aplicación fue mensualmente hasta los nueve meses de la edad de las plantas, momento de la evaluación al final del ensayo.



Figura 2.4. Instalación de barrera con *Beauveria bassiana*, alrededor de la plantación del cultivo de plátano. Puerto Mayo 524 msnm.

b. Control con barreras físicas

b.1. Barrera con polietileno

Para el presente factor en evaluación, instalado las parcelas de cultivo, se establecieron barrera de polietileno de 1.0 m de altura, alrededor de cada planta, con la finalidad de evitar el ingreso de la plaga.



Figura 2.5. Instalación de barrera mecánica con polietileno, alrededor de las plantas de plátano en estudio. Puerto Mayo 524 msnm.

b.2. Barreras con Furadan granulado 5G

Para el caso, una vez instalado las parcelas de cultivo, similar al de control *Beauveria bassiana*, alrededor de las plantas de plátano en evaluación, se colocaron tres cebo-trampas a base de pesudotallos de plátano alrededor de cada planta, en este caso aplicando Furadan granulado 5 G, a una dosis de 30 g/planta, con la finalidad de que las plagas puedan ingerir conjuntamente con el cebo-trampa. La frecuencia de aplicación del Furadan 5G fue mensualmente.



Figura 2.6 Instalación de barrera cebo-trampas con Furadan 5G, alrededor de las plantas de plátano en estudio. Puerto Mayo 524 msnm.

c. Para el testigo

Instalado las plantas de cultivo, no se usó ningún método de control.

2.8. PARÁMETROS Y CARACTERÍSTICAS EVALUADAS

La evaluación de los parámetros en estudio se realizó a los nueve meses de la edad de la plantación de los cultivares de plátano.

2.8.1. Daño ocasionado por *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de plátano

a. Coeficiente de daño en el cormo del cultivo de plátano

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 (Castrillón et al. 2002, citado por Vélez, 2011) la cual se refiere al porcentaje del tejido vascular perforado por la acción de las larvas de *Cosmopolites sordidus* “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 cormo de tres plantas del surco central por unidad experimental (un total de nueve plantas por tratamiento), nueve meses después de la plantación, a nivel del máximo diámetro. Si no se observó ninguna perforación el coeficiente de infestación será cero, si el área se encuentra totalmente cubierta por minas, galerías y pudriciones, el coeficiente de infestación tendrá el valor de 100. Valores intermedios entre los dos extremos se atribuyeran según el área afectada.

Para simplificar esta evaluación visual se agrupará 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 cormo
30. Valor intermedio entre 20 y 40
40. Presencia de galerías alrededor de la mitad del contorno del cormo
60. Presencia de galerías alrededor de tres cuartas partes del contorno del cormo
100. Presencia de galerías sobre todo el contorno del cormo.

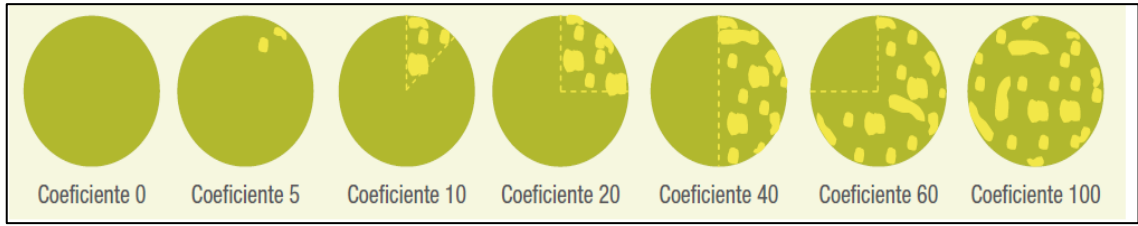


Figura 2.7. Porcentaje de daño del corno por *Cosmopolites sordidus*. Instituto tecnológico tropical



Figura 2.8. Evaluación del coeficiente de daño del tratamiento con la barrera de *Beauveria bassiana* en el cultivar Seda.



Figura 2.9. Evaluación del coeficiente de daño del tratamiento con la barrera de furadan 5G en el cultivar Seda.



Figura 2.10. Evaluación de coeficiente de daño del corno del testigo del cultivar Isla.

b. Número de galerías en el corno del cultivar de plátano

Aprovechando la evaluación de severidad de daño determinada, se contabilizó el número de galerías producidas por *Cosmopolites sordidus* en el corno de los cultivares, realizando un corte horizontal-transversal en los cormos de las plantas existentes en cada unidad experimental.



Figura 2.11. Evaluación de número de galerías del corno para el tratamiento con la barrera de polietileno del cultivar Seda.

2.8.2. Población de plagas de *Cosmopolites sordidus* “picudo negro”.

a. Número de *Cosmopolites sordidus* adultos por corno.

Al final de la evaluación se determinó el número de adultos presentes en el corte horizontal-transversal y vertical, de los cormos de las plantas por cada unidad experimental. Finalmente se contabilizó el número total de insectos adultos por corno.



Figura 2.12. Evaluación de número de *Cosmopolites sordidus* adultos por cormo para el tratamiento con la barrera de polietileno del cultivar Isla.

b. Número de larvas de *Cosmopolites sordidus* por cormo

Al final de la evaluación se determinó el número de larvas de *Cosmopolites sordidus* presentes en la sección horizontal-transversal y vertical en los cormos de las plantas por unidad experimental, nueve meses después de la siembra y se comparó entre sí, contabilizándolas visualmente.



Figura 2.13. Evaluación de número de larvas de *Cosmopolites sordidus* por cormo, con barreras de cebo-trampas con *Beauveria bassiana* en el cultivar Seda.

c. Número de pupa de *Cosmopolites sordidus* por cormo.

Al final del estudio se determinó el número de pupas de *Cosmopolites sordidus* presentes en la sección horizontal-transversal y vertical en los cormos de las plantas por unidad experimental, nueve meses después de la siembra y se comparó entre sí, contabilizándolas visualmente.



Figura 2.14. Evaluación del número de pupa de *Cosmopolites sordidus* por corno para el tratamiento con barreras de cebo-trampa con Furadan 5G en el cultivar Isla.

2.8.3. Calidad de desarrollo de los cultivos

a. Altura del pseudotallo de la planta (m)

Se midió el crecimiento de las plantas con un flexómetro graduado en cm, desde la base del suelo hasta el punto de inserción de la última hoja.



Figura. 2.15. Medición de la altura del pseudotallo del cultivar Seda.

b. Diámetro del Corno (cm)

Al momento del corte transversal, se midió el diámetro de los cormos, se utilizó un flexómetro graduado en cm, para el registro del diámetro de los cormos.



Figura 2.16. Medición del diámetro del corno del cultivar de Isla

CAPITULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DAÑO OCASIONADO POR *Cosmopolites sordidus* EN EL CULTIVO DE PLÁTANO.

a. Coeficiente de daño del corno de los cultivares Isla y Seda

Tabla 3.1. Análisis de variancia del coeficiente de daño del corno del cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm-VRAEM

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >F_c
Bloque	2	95.814	47.907	1.11	0.387 ns
Tratamiento	3	1022.516	340.838	7.93	0.016 *
Error	6	257.869	42.975		
Total	11	1376.200			

C.V. = 45.22 %

Según la tabla 3.1, el ANVA para el coeficiente de daño del corno del cultivar Isla, muestra significación estadística entre tratamientos. Este resultado indica que por lo menos uno de los tratamientos es diferente a los demás. Por lo tanto, es necesario realizar el análisis de prueba de contraste de Duncan. El coeficiente de variabilidad de 45.22 %, indica que la presencia de la población de *Cosmopolites sordidus*, no tiene una distribución uniforme en el campo de cultivo, motivo por el cual se presenta un alto coeficiente de variabilidad.

En la figura. 3.1, efectuado la prueba de Duncan para tratamientos, el control con polietileno muestra un coeficiente de daño de 4.44 %, con *Beauveria bassiana* 10.55% y con Furadan 5G con 13.55%, siendo estadísticamente similares entre sí, frente al testigo que tiene un coeficiente de daño de 29.44%. Cuantitativamente, cuyos resultados demuestran que la barrera con polietileno es numéricamente mejor para evitar el ingreso de la plaga al corno del cultivo, seguido por *Beauveria bassiana* y el Furadan 5G.

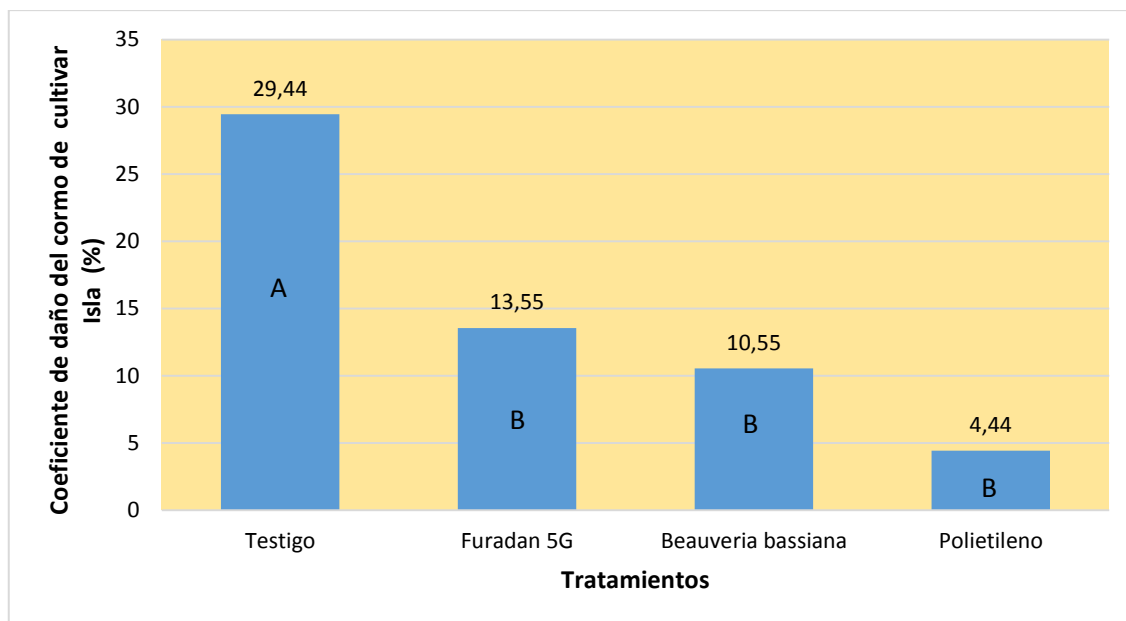


Figura 3.1. Prueba de Duncan del coeficiente de daño (%) en el corno del cultivar Isla C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM

Tabla 3.2 Análisis de variancia del coeficiente de daño en el corno del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Bloque	2	0.967	0.483	0.03	0.967 ns
Tratamiento	3	4457.124	1485.708	101.04	<.0001 **
Error	6	88.221	14.703		
Total	11	4546.312			

C.V. = 22.33 %

La tabla 3.2, el ANVA para el coeficiente de daño en el corno del cultivar Seda, muestra alta significación estadística en los tratamientos. Con un coeficiente de variación de 22.33%.

En la figura 3.2, prueba de contraste Duncan para tratamientos, se observa que, con barrera de polietileno, *Beauveria bassiana* y Furadan 5G con valores de 2.77, 7.22 y 8.33%, respectivamente, muestran un menor coeficiente de daño en el corno, y siendo estadísticamente similares entre sí. El testigo muestra un mayor coeficiente de daño con un valor del 50.35%, superando estadísticamente al resto de tratamientos, es decir, el daño causado por la plaga es mayor. Estos resultados explican la importancia del uso de dichas barreras de control.

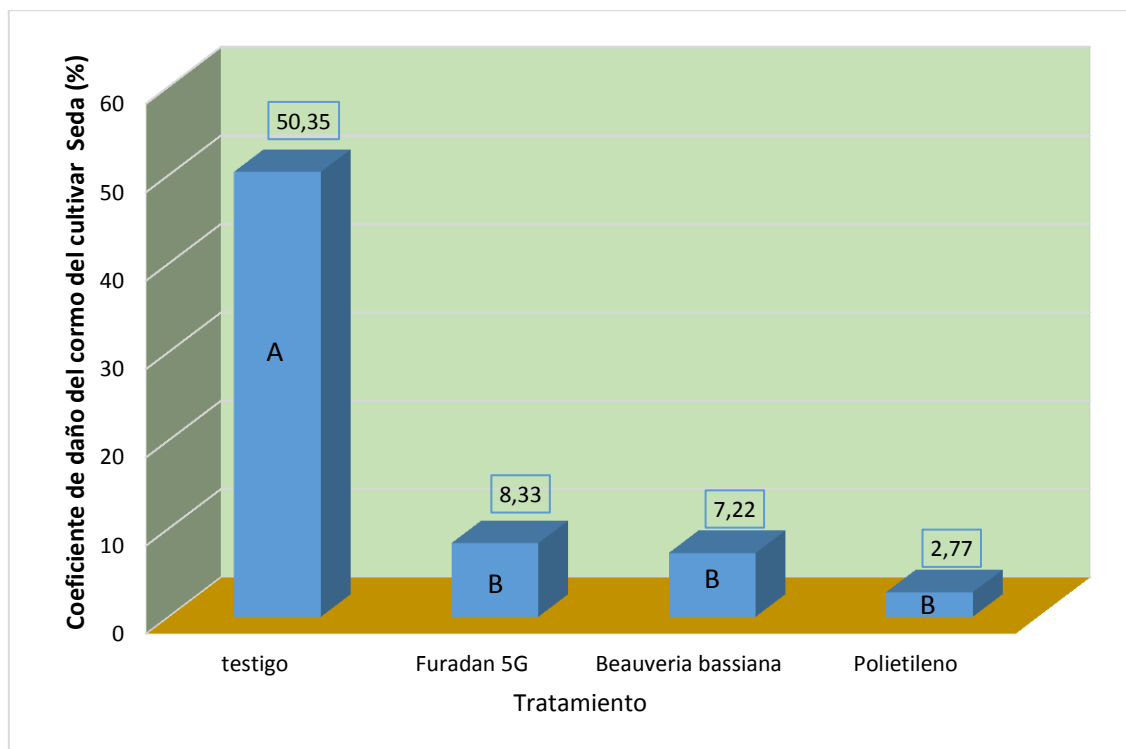


Figura 3.2. Prueba de Duncan del coeficiente de daño (%) en el corno del cultivar Seda C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM

El coeficiente de daño es una medida subjetiva de aproximación, cuando la médula del corno no presenta daño que equivale al 0 %, en contraposición con un daño en toda la médula corresponde al 100 %. Este daño es producido por la plaga *Cosmopolites sordidus* “picudo negro” adulto que forman galerías, así como las larvas se alimentan de la médula del corno, cuyas galerías son susceptibles a la infestación posterior por otros patógenos. Al impedir la presencia del picudo adulto en los cultivos, se evita el problema del daño causado en el corno (Ubilla, 2007).

Según reportado por Muñoz (2000) el coeficiente de infestación en la trampa con feromona fue entre 1,8 % y 2.5%. El mismo Muñoz (2000) con trampa de disco, obtuvo el coeficiente de infestación de 3.8 y 4.3 %. Para Ruiz (2007) las lesiones inferiores al 5%, se consideran no perjudiciales económicamente para la actividad platanera. Muñoz (2006) menciona que, para el cultivo de plátano se permite un coeficiente de daño de 0 a 5% el cual es manejable, tolerante y sin pérdidas económicas que afectan el rendimiento. Siendo así, los resultados del presente trabajo investigación, se encuentran ligeramente superiores a los valores antes señalados.

De acuerdo con la información y recomendación sobre umbrales de daño económico por el “picudo negro” manejados por Chem Tica Internacional S. A. (2003) se considera como una población baja; aunque el coeficiente de infestación obtenido fue de un 5%, no representa nivel de daño considerable para la producción de plátano.

En relación a los resultados Molina et al., (2007) citado por Gonzáles, Serrano y Cubas, (2014) encontraron que el tratamiento biológico a los 77 días de la aplicación con *Beauveria bassiana*, produjo un coeficiente de 22% de infestación en la periferia del cormo, cuyo resultado es superior a los valores encontrados en el presente experimento con 10.55% de coeficiente de infestación.

Al respecto, Renaud y Estanga (2011) mencionan que el daño ocasionado y su efecto causado por el picudo adulto y la larva, que, al alimentarse dentro del rizoma o cormo, producen perforaciones que destruyen el sistema radical de la planta y la debilitan; de tal manera, que puedan volcarse fácilmente, estas galerías producidas en el rizoma permiten la entrada de microorganismos que causan pudriciones y aceleran la destrucción de la planta. Así mismo, el daño al cormo que provoca la larva, impide que las yemas vegetativas se desarrollen y, por lo tanto, no se produce la emisión de brotes, lo que ocasiona que el período de vida de la planta sea menor. Por todo ello, es de suma importancia impedir el paso del *Cosmopolites sordidus* adulto con barreras mecánicas, biológicas y químicas, que en el presente estudio se presenta como alternativas la barrera de polietileno, *Beauveria bassiana* y Furadan 5G.

b. Número de galerías por cormo del cultivar Isla y Seda

Tabla 3.3. Análisis de variancia del número de galerías por cormo del cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm-VRAEM

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Bloque	2	9.064	4.532	0.67	0.545 ns
Tratamiento	3	105.609	35.203	5.22	0.041 *
Error	6	40.455	6.742		
Total	11	155.129			

C.V. = 42.37 %

La tabla 3.3, muestra el ANVA para el número de galerías por cormo del cultivar Isla, donde existe significación estadística en los diferentes tratamientos, lo que nos permite el estudio del mejor tratamiento bajo la prueba de Duncan. El coeficiente de variación de 42.37% es un valor muy alto, se atribuye que el número de galerías ocasionados por el *Cosmopolites sordidus* adulto y las larvas, estas galerías no están distribuidas uniformemente en el cormo.

La figura 3.3, de la prueba de Duncan para tratamientos, muestra que el menor número de galerías se visualiza con la barrera de Polietileno, *Beauveria bassiana* y Furadan 5G, sin diferencia estadística entre ellos, con valores de 2.66, 5.44 y 5.55, respectivamente. El testigo, muestra un alto número de galerías con un valor de 10.86, superando estadísticamente a los demás.

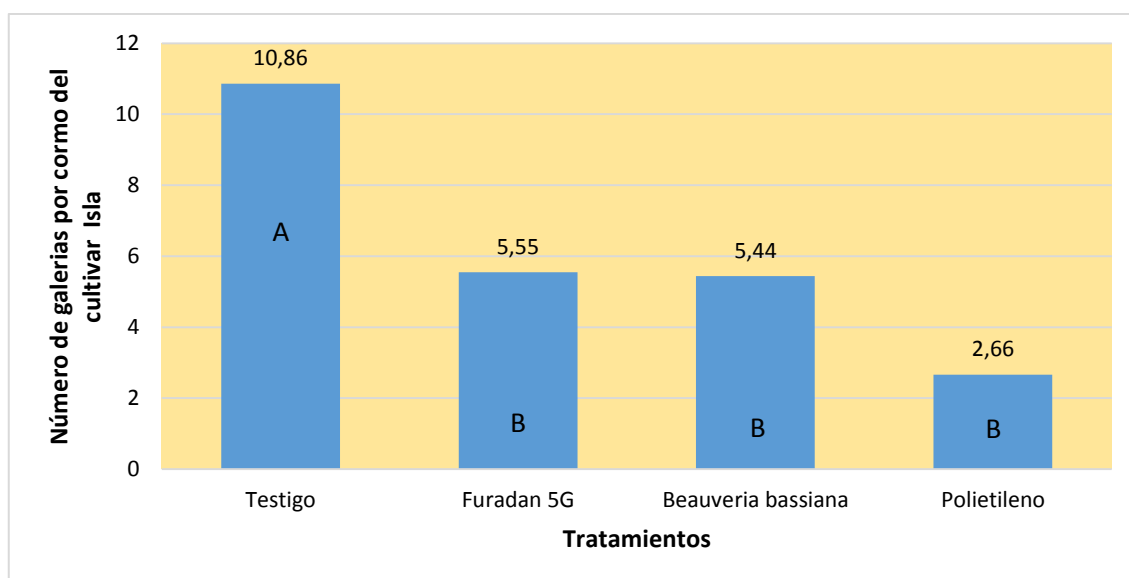


Figura 3.3. Prueba de Duncan del número de galerías por cormo en el cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM

Tabla 3.4. Análisis de variancia del número de galerías por cormo del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Bloque	2	8.54	4.27	1.11	0.389 ns
Tratamiento	3	304.493	101.497	26.34	0.0007 **
Error	6	23.119	3.853		
Total	11	336.153			

C.V. = 27.34 %

El tabla 3.4, del ANVA para el número de galerías por corno del cultivar de Seda, muestra alta significación estadística para los diferentes tratamientos. Con un coeficiente de variación de 27.34%, siendo el coeficiente de variación de regular precisión, explicado por la fuerte interacción del ambiente con la biomasa del corno y la distribución del “picudo negro” adulto.

En la figura 3.4, muestra el número de galerías por corno, donde la barrera con polietileno estadísticamente tiene menor número de galerías por corno, seguido con *Beauveria bassiana* y el Furadan 5G que tienen 5.21 y 5.9 de galerías por corno respectivamente, sin diferencia estadística entre ellos. El testigo presenta estadísticamente 15.5 con mayor número de galerías por corno, superando a los demás tratamientos en estudio.

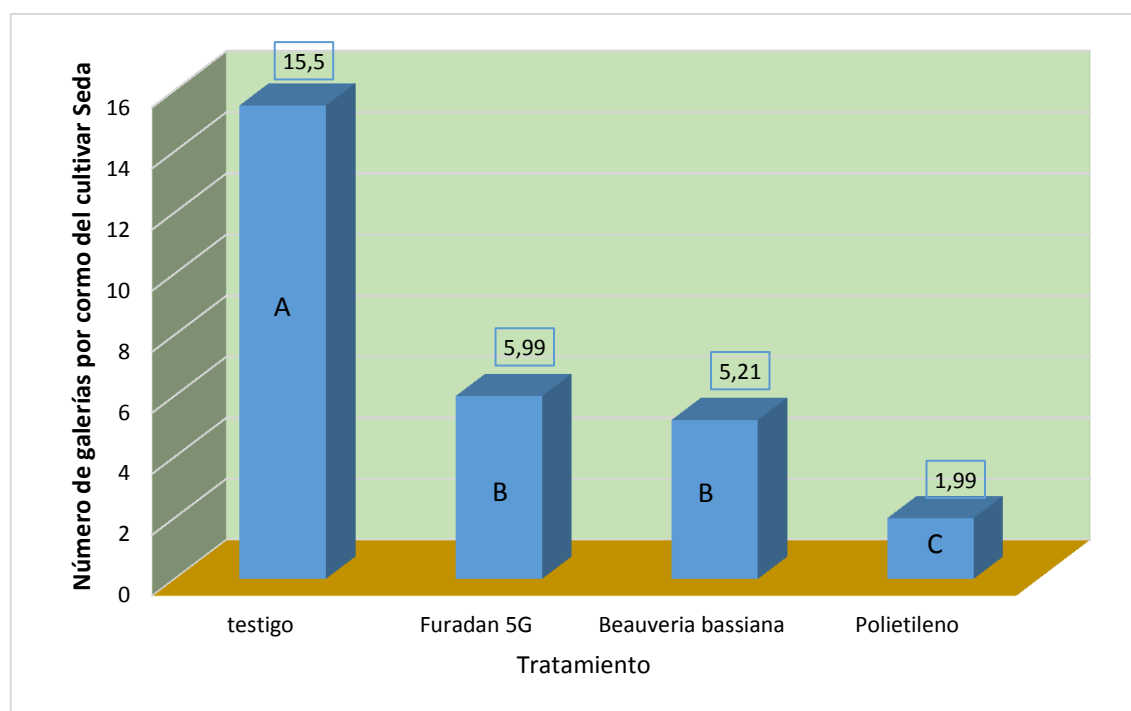


Figura 3.4. Prueba de Duncan del número de galerías por corno en el cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm - VRAEM.

Las galerías que se forman en el corno, son productos efectuadas por las plagas adultas y larvas, de tal manera que el número de galerías encontradas, están relacionadas a la actividad de la plaga, en razón de que ésta pueda permanecer ovopositando dentro del rizoma o salir de ello.

Referente a la permanencia del “picudo negro” y ovoposición de este insecto, Golg y Messiaen (2000) mencionan que el “picudo negro” del banano es un insecto con un prolongado periodo de vida y baja fecundidad. Muchos adultos viven un año, mientras algunos pueden sobrevivir por cuatro años. En sustratos húmedos, el “picudo negro” puede sobrevivir sin alimentarse varios meses. La ovoposición es estimada a un huevo por semana. La hembra pone sus huevos individualmente en los hoyos excavados por su pico. Las larvas emergentes se alimentan preferentemente dentro del rizoma, pero también pueden atacar el tallo verdadero y ocasionalmente el pseudotallo. Bajo condiciones tropicales el periodo que le toma a un huevo en convertirse en un “picudo adulto” es de 5 a 7 semanas. El desarrollo de los huevos no ocurre con temperaturas menores a 12 grados centígrados.

La información vertida, no hace más que ratificar la importancia económica de esta plaga debido a que su periodo de vida como adulto y larva son prolongados, esto trae como consecuencia un incremento en el número de galerías, además la temperatura promedio del lugar donde se desarrolló el experimento esta entre un rango promedio de 23°C y 25°C, óptimo para el desarrollo de este insecto. Sin embargo, podemos mencionar que la colocación de barreras actúa positivamente en la reducción de galerías y daños a la planta frente al testigo.

El principal daño es causado por la larva, que eclosiona entre el quinto y octavo día y con sus mandíbulas perfora el cormo y crea galerías. En las plantaciones infestadas severamente, más del 20% de las plantas no florecen, el peso del racimo se reduce un 28% y disminuyen los rendimientos hasta en 85%. La profundidad de los túneles excavados por las larvas varía entre 8 y 10 cm retarda la iniciación de nuevas raíces, limitan la absorción de nutrientes, favorecen la entrada de patógenos causantes de otras enfermedades, debilitan el anclaje de la planta y finalmente causa su muerte (Jiménez et al., 1994) las galerías presentes en la medula del cormo dependen mayormente de la presencia del número de larvas y en menor proporción del “picudo negro” adulto.

Muñoz y Mario (2001) mencionan que las galerías son de diámetro variable según el tamaño de las larvas y se encuentran en cualquier dirección, interrumpiendo la conexión entre las raíces y el tallo; además son la puerta de entrada de otras plagas como el gusano

tornillo (*Castniomera humboldti*) enfermedades como la llaga estrellada (*Rosellina pepo*) y el moko (*P. Solanacearum*).

En estudios realizados en cormos de plátano (*Musa* AAB) variedad Cuerno se encontró un diámetro máximo de las galerías hasta de 1.2 cm, con un rango promedio entre 0.4 y 0.8 cm observándose preferencia de la zona periférica del cormo, con menos perforaciones en la parte interna, a excepción de plantas jóvenes en donde la corteza del cormo está todavía muy delgada, logrando penetrar al punto vegetativo FHIA (1995).

Los resultados encontrados en el experimento son respaldados por Gonzáles, Serrano y Cubas (2014) quien reporta que el control biológico, la utilización de agentes de control biológico como Artrópodos (escarabajos depredadores, tijeretas, hormigas), Hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*) y Nematodos entomopatógenos (*Steinernema* y *Heterorhabditis*); pueden convertirse en agentes importantes en el desarrollo de estrategias integradas para el manejo del “picudo negro”. Es de gran importancia en el control del “picudo negro” utilizar métodos biológicos que tienen durabilidad y son sostenibles y fáciles en su aplicación.

En nuestro experimento, la *Beauveria bassiana* como un controlador biológico ha demostrado ser una barrera efectiva de fácil aplicación y sostenible en el tiempo. Sin embargo, no se debe de soslayar, de que el uso de barreras como el plástico resultan siendo bastante efectivas para reducir el número de galerías en el cormo.

3.2. POBLACIÓN DE PLAGAS DE *Cosmopolites sordidus* ADULTOS

a. Número de *Cosmopolites sordidus* adultos por cormo en el cultivar Isla y Seda

La figura 3.5, muestra la tendencia del número de *Cosmopolites sordidus* adultos por cormo del cultivar Isla, en los diferentes tratamientos con *Beauveria bassiana* y barrera física con polietileno, contra el *Cosmopolites sordidus* “picudo negro” del plátano, se observa en el testigo la presencia de un mayor número que van en un promedio de 2.66 a 6.66 *Cosmopolites sordidus* adultos por cormo, se puede indicar también que el control con *Beauveria bassiana* reduce la presencia de *Cosmopolites sordidus* adultos con rango de 1.0 a 1.66 *Cosmopolites sordidus* adultos por cormo, mientras que con la barrera con polietileno y Furadan 5G, no se registra ningún *Cosmopolites sordidus* adultos en el cormo.

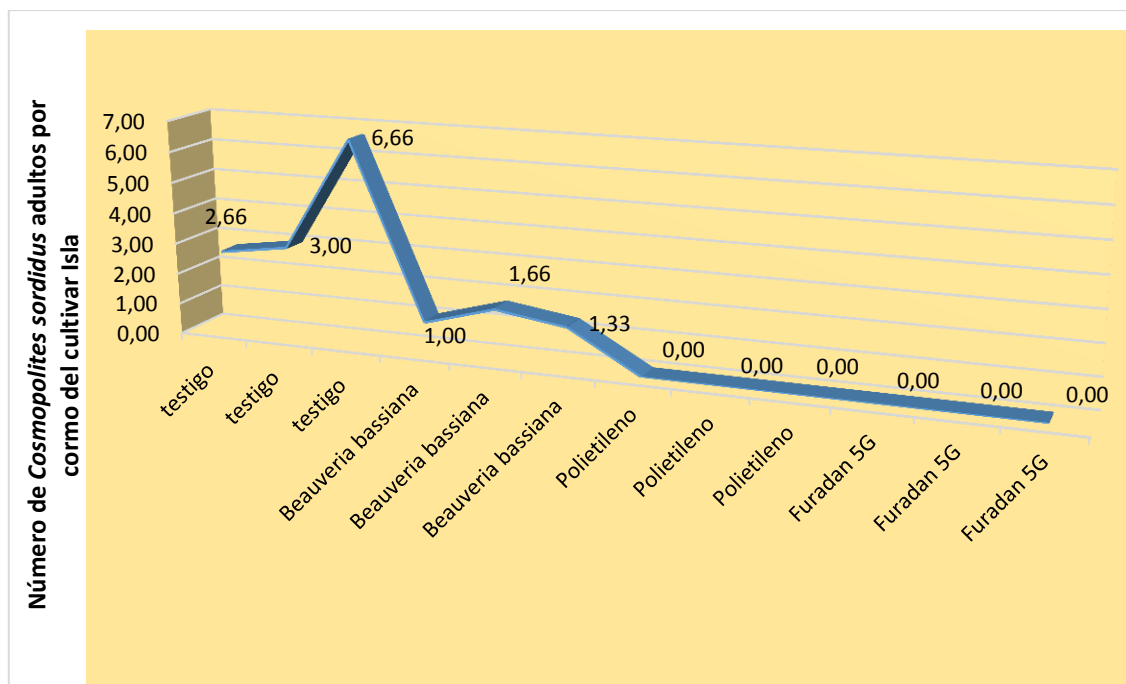


Figura 3.5. Número de *Cosmopolites sordidus* adultos por cormo en el cultivar Isla en los diferentes tratamientos. C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM

Tabla 3.5. Análisis de variancia de número de *Cosmopolites sordidus* adultos por cormo del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Bloque	2	1.789	0.894	0.75	0.511 ns
Tratamiento	3	143.508	47.836	40.12	0.0002 **
Error	6	7.154	1.192		
Total	11	152.452			

C.V. = 28.10 %

En la tabla 3.5, el ANVA para número de *Cosmopolites sordidus* adultos por cormo del cultivar de Seda, se observa alta significación estadística entre los tratamientos, resultado que permite efectuar la prueba de contraste de Duncan para determinar la mejor barrera de control del *Cosmopolites sordidus* adulto. El coeficiente de variación de 28.10%, es un valor de regular precisión que se debe básicamente a la variabilidad de las repeticiones dentro de un mismo tratamiento.

La figura 3.6, muestra el tratamiento con Furadan 5G con 0.66 *Cosmopolites sordidus* adultos por cormo y con el polietileno con 1.99 *Cosmopolites sordidus* adultos por cormo, no tienen diferencia estadística entre ellos, siendo las barreras de control con

menor número promedio de *Cosmopolites sordidus* adultos por cormo, seguidamente se encuentra *Beauveria bassiana*, con 3.22 *Cosmopolites sordidus* adultos por cormo. Comparativamente frente al testigo, muestra un alto valor promedio de 9.66 *Cosmopolites sordidus* adulto por cormo, superando estadísticamente a los demás tratamientos.

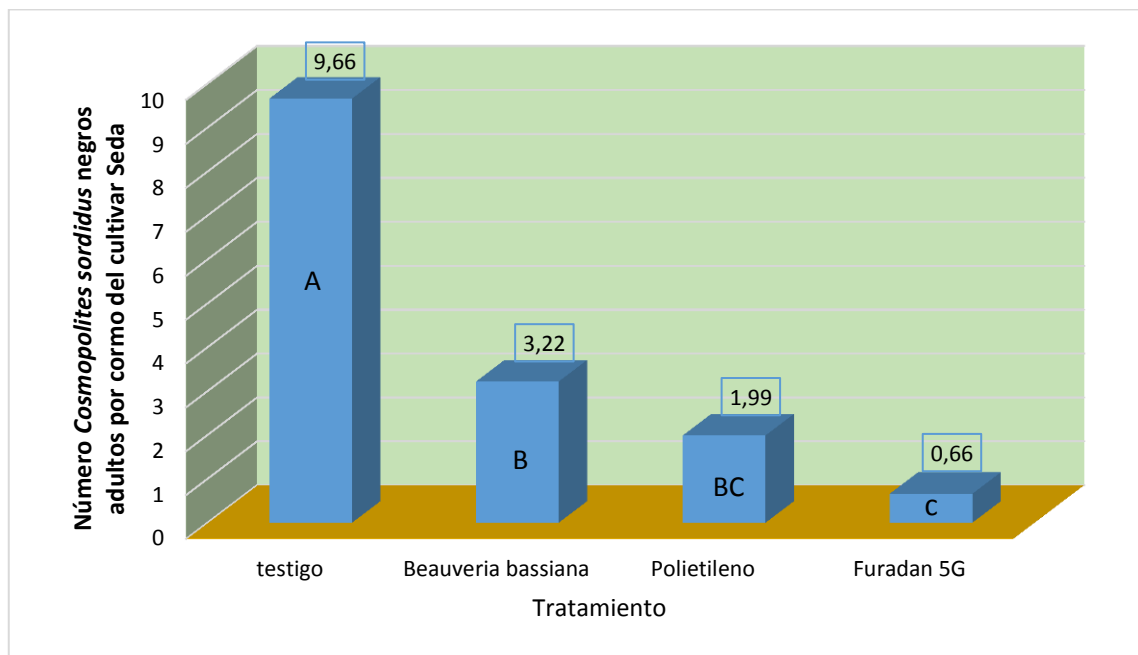


Figura 3.6. Prueba de Duncan del número de *Cosmopolites sordidus* adulto por cormo en el cultivar de Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM.

Ubilla (2007) en su tesis sobre control del *Cosmopolites sordidus* con barrera de polietileno y Bazam en el plátano no encontró el *Cosmopolites sordidus* adulto durante los dos primeros meses y menciona que el insecto es de lento desplazamiento, también, Ronald y Jaimar (2007) indican que esta plaga es bastante sedentaria y camina 10 m por mes y rara veces vuela. En el presente trabajo se evaluó a los 9 meses, no se encontró el *Cosmopolites sordidus* adulto en los tratamientos de las barreras de polietileno y Furadan 5G, este resultado indica la efectividad de estas dos barreras, la primera actúa como barrera mecánica y la segunda que puede ahuyentar o matar al insecto cuando ingiere. Los *Cosmopolites sordidus* ingresan al cormo efectuando galerías, para luego ovopositar sus huevos y posteriormente salen fuera del cormo para alimentarse del pseudotallo. En el presente trabajo de investigación, el testigo se tiene mayor cantidad de *Cosmopolites sordidus* adultos por cormo, debido a que no existe ningún tipo de barrera física.

b. Número de larvas de *Cosmopolites sordidus* por cormo en el cultivar de Isla y Seda

Tabla 3.6. Análisis de variancia del número de larvas de *Cosmopolites sordidus* por cormo raíz (x) del cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm-VRAEM.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Bloque	2	0.05	0.03	0.24	0.7974 ns
Tratamiento	3	2.21	0.74	6.64	0.0246 *
Error	6	0.67	0.11		
Total	11	2.93			

C.V. = 25.37 %

La tabla 3.6, muestra el ANVA del número de larvas de *Cosmopolites sordidus* por cormo del cultivar Isla, donde existe significación estadística en los diferentes tratamientos de las barreras de control del *Cosmopolites sordidus*. Esto permite realizar la prueba de Duncan para determinar la mejor barrera. El coeficiente de variabilidad 25.37%, es de regular precisión, atribuible a que las larvas no están distribuidas uniformemente en el cormo y la tasa de ovoposición del *Cosmopolites sordidus* no es uniforme.

En la figura 3.7, sobre la prueba de Duncan se observa un menor número de larvas de *Cosmopolites sordidus* por cormo con barreras polietileno, Furadan 5G y *Beauveria bassiana* sin diferencia estadística entre ellos, sin embargo, con la berrera de polietileno numéricamente tiene un menor promedio con un valor de 0.88 larvas de *Cosmopolites sordidus* por cormo. El testigo muestra un mayor número promedio de larvas de *Cosmopolites sordidus* por cormo, superando estadísticamente a los tratamientos mencionados con un valor de 4.22 larvas de *Cosmopolites sordidus* por cormo.

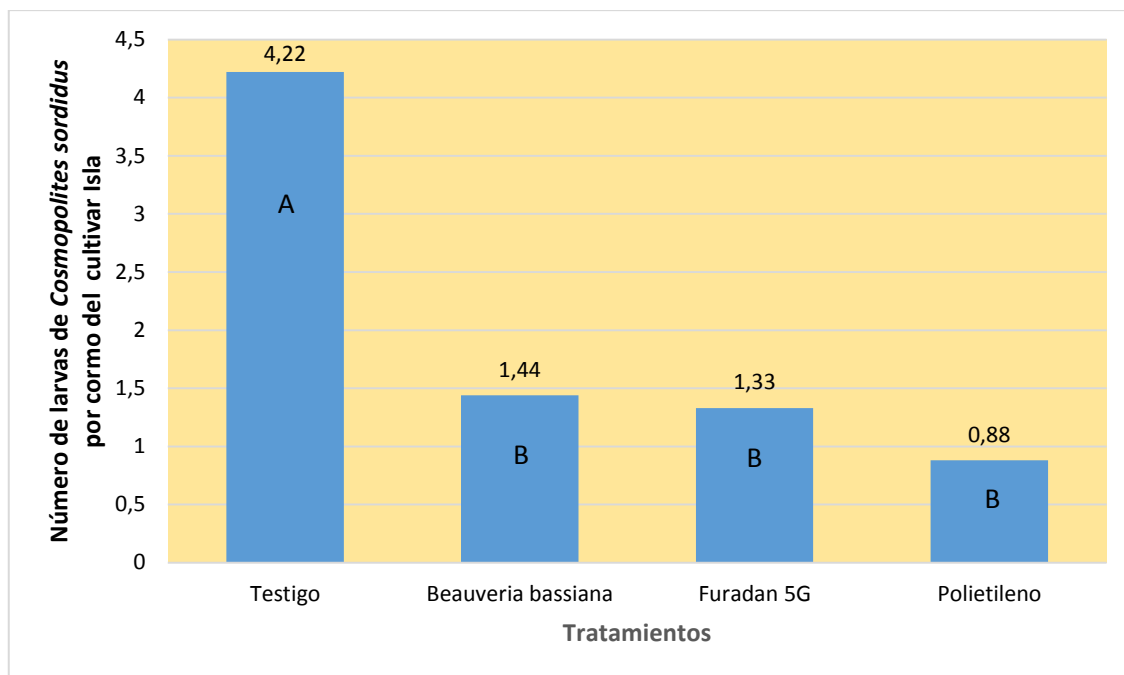


Figura 3.7. Prueba de Duncan del número de larvas de *Cosmopolites sordidus* por cormo en el cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM

Tabla 3.7. Análisis de variancia del número de larvas de *Cosmopolites sordidus* por cormo del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Bloque	2	0.1432	0.071	0.76	0.507 ns
Tratamiento	3	21.212	7.070	75.2	<.0001 **
Error	6	0.564	0.094		
Total	11	21.919			

C.V. = 20.83 %

La tabla 3.7, del ANVA del número de larvas de *Cosmopolites sordidus* por cormo del cultivar de Seda, muestra alta significación estadística para los tratamientos en el control del número de larvas de *Cosmopolites sordidus* por cormo en el cultivar Seda, esto permite la prueba de contraste de Duncan para determinar la mejor barrera en la evaluación de la larva. El Coeficiente de variabilidad 20.83% es un valor de regular precisión.

La figura 3.8, muestra con barrera de polietileno, *Beauveria bassiana* y Furadan 5G, presentan menor número de larvas de *Cosmopolites sordidus*, sin diferencia estadística entre ellos, con valores de 0.41, 0.77 y 0.95 larvas de *Cosmopolites sordidus* por cormo.

El testigo muestra superioridad estadística frente a los demás tratamientos. El número de larvas de *Cosmopolites sordidus* en el corno depende del número de *Cosmopolites sordidus* adultos que ingresan a la medula del corno y al número de huevos que ovopositan, es por ello que, en el testigo al no tener barreras, permite que el ingreso del *Cosmopolites sordidus* sea continuo y como consecuencia mayor número de larvas.

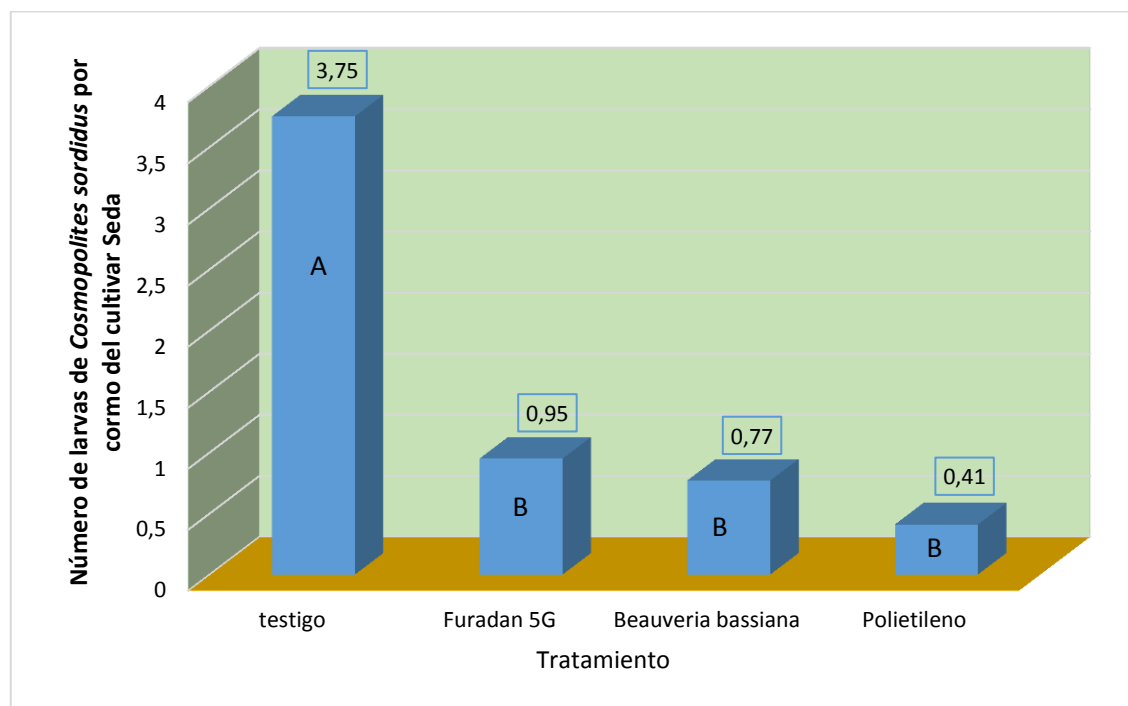


Figura 3.8. Prueba de Duncan del número de larvas de *Cosmopolites sordidus* por corno del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM.

Gildardo (2006) menciona que la larva de *Cosmopolites sordidus* emerge y luego empieza a taladrar el corno, haciendo galerías que degeneran la planta, causando amarillamiento en las hojas, lo cual disminuye el peso de los racimos, reduce la emisión de colinos y contribuye al deterioro general del cultivo de plátano.

Según Augura, Proyecto Repcar (2009) la plaga puede atacar en cualquier estado de desarrollo de la planta, siendo las larvas las causantes del daño, dado que se alimentan y se desarrollan dentro de la cepa o corno, durante 40 a 60 días, formando galerías o túneles. Los síntomas se manifiestan con amarillamiento de las hojas, debilidad, poco desarrollo y formación de racimos defectuosos; las larvas de *Cosmopolites sordidus* son de color blanco, sin patas, con cuerpo segmentado, y alcanzan a medir de 1,5 a 1,8 centímetros de largo. En nuestro trabajo donde la evaluación se ha efectuado a los nueve

meses se ha observado larvas, pupas y adultos de *Cosmopolites sordidus* al mismo tiempo.

Muñoz *et al.* (2000) considera al control químico como costoso, poco eficiente, difícil de aplicar y muy peligroso para la salud humana y ambiental ya que presenta serios problemas de residualidad en los suelos y fuentes de agua, además el estado larval es el causante de daño en el cultivo y este se encuentra protegido dentro del cormo o pseudotallo por lo cual el químico no logra su blanco. Con nuestro trabajo podemos corroborar lo señalado por Muñoz (2000).

Armendáriz, Landázuri, Taco y Ulloa (2016) reportan un 38,67% de los cormos presentaban galerías de larvas de *Cosmopolites sordidus*, con una media de 0,83 galería/planta en el total de las sesenta plantas inspeccionadas. Ello pudo deberse a la presencia del inóculo inicial en la plantación, asociado a una deficiente desinfección del material de siembra, a pesar del uso de un tratamiento químico con clorotalonil.

c. Número de pupas de *Cosmopolites sordidus* por cormo del cultivar Isla y Seda

La figura 3.9, muestra la tendencia irregular del número de pupas de *Cosmopolites sordidus* por cormo en el cultivar Isla, donde se observa que el control mecánico con la barrera de polietileno tiene un buen resultado mostrando que no existe número de pupas de *Cosmopolites sordidus* en el cormo; como un segundo tratamiento con menor número de pupas de *Cosmopolites sordidus* se encuentra la barrera con el producto químico con Furadan 5G que tiene hasta 0.33 pupas de *Cosmopolites sordidus* por cormo. Las pupas de *Cosmopolites sordidus* son los estadios del “picudo negro” en estado de reposo próximo a ser *Cosmopolites sordidus* adultos. Se aprecia que la barrera de polietileno y el Furadan 5G tienen un efecto positivo.

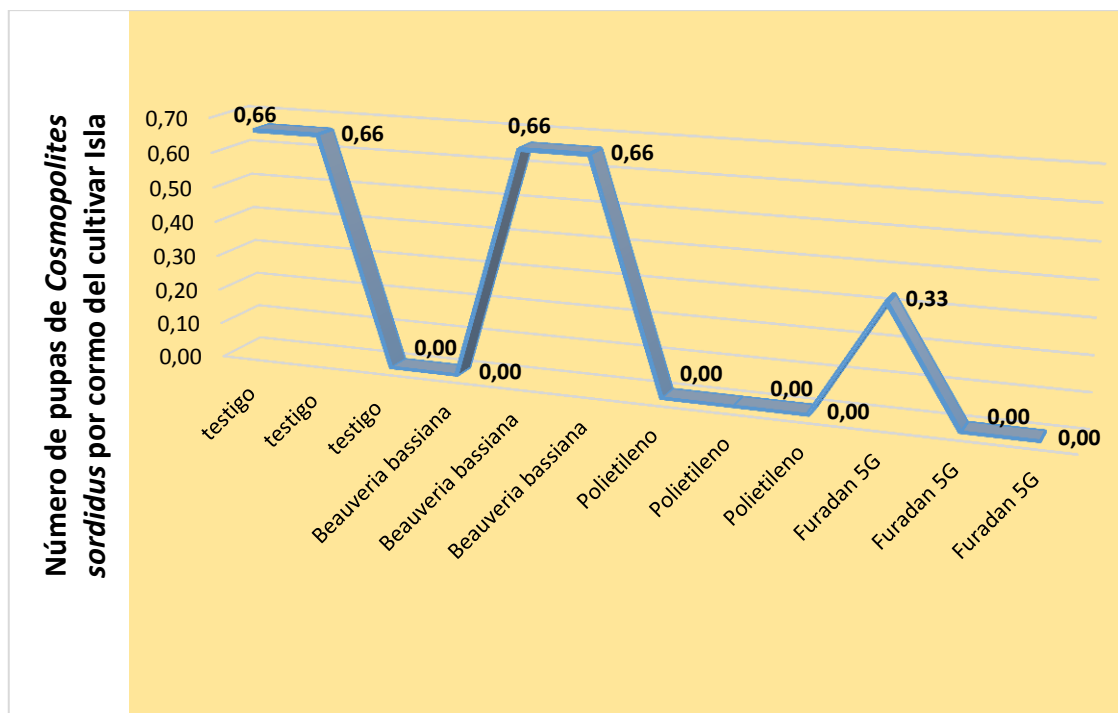


Figura 3.9. Número de pupas de *Cosmopolites sordidus* por corno en el cultivar Isla en los diferentes tratamientos. C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM

Tabla 3.8. Análisis de variancia de número de pupas de *Cosmopolites sordidus* por corno raíz (x) del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Bloque	2	0.06	0.03	0.68	0.5413 ns
Tratamiento	3	1.40	0.47	11.70	0.0073 **
Error	6	0.25	0.04		
Total	11	1.71			

C.V. = 21.83 %

La tabla 3.8, del ANVA de número de pupas de *Cosmopolites sordidus* por corno del cultivar de Seda, muestra alta significación estadística para los tratamientos, esto permite la prueba de contraste de Duncan para determinar el mejor tratamiento en la barrera del control del *Cosmopolites sordidus* adulto que va ovopositar formando larvas y posteriormente pupas. El Coeficiente de variabilidad 21.83 % es de regular precisión debido a la variabilidad en las repeticiones de un mismo tratamiento, este resultado se debe a la sanidad y volumen de la medula del corno, también a las condiciones externas del ambiente humedad, temperatura, finalmente a la distribución discontinua del *Cosmopolites sordidus*.

La figura 3.10, muestra a las barreras con Furadan 5G, polietileno y *Beauvereria bassiana* como los tratamientos con menor número promedio de pupas de *Cosmopolites sordidus* por cormo sin diferencia estadística entre ellas con valores 0.37, 0.55 y 0.86 pupas de *Cosmopolites sordidus* por cormo respectivamente. El testigo muestra un número mayor de pupas de *Cosmopolites sordidus* por cormo, superando estadísticamente a los demás tratamientos. Este resultado es como consecuencia del ingreso del *Cosmopolites sordidus* adulto al cormo es libre sin impedimento de barreras.

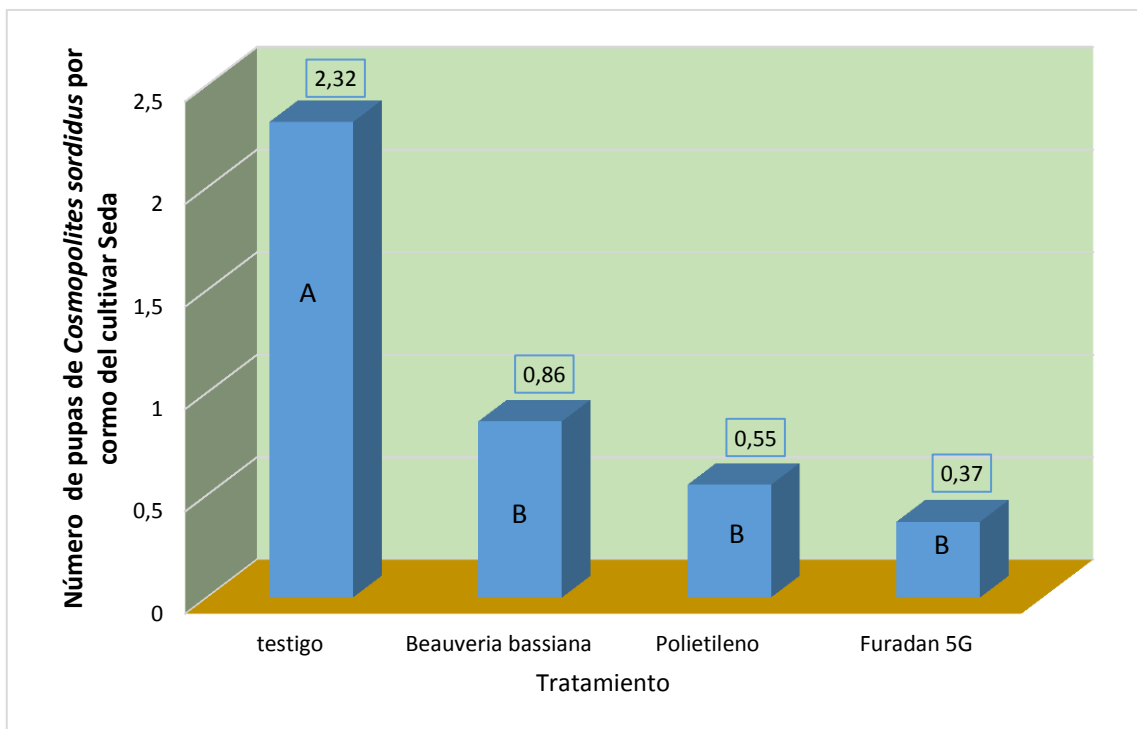


Figura 3.10. Prueba de Duncan del número de pupas de *Cosmopolites sordidus* por cormo en el cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.

Armendáriz y Landázuri (2014) mencionan que las larvas de *Cosmopolites sordidus* son de color blanco cremoso y de hasta 1,0 a 1,5 cm de longitud, van mudando y creciendo, hasta que al final se transforman en pupas, todo esto dentro del cormo. El número de pupas en el cormo del cultivar va estar estrechamente relacionado a la sobrevivencia de la larva por la alimentación de la medula del cormo y del ingreso de *Cosmopolites sordidus* adultos al cormo.

3.3. CALIDAD DE DESARROLLO DEL CULTIVO

a. Análisis de varianza de la altura del pseudotallo del cultivar Isla y Seda

Tabla 3.9. Análisis de variancia altura del pseudotallo del cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524
msnm-VRAEM

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Bloque	2	1.128	0.564	5.96	0.037 *
Tratamiento	3	0.054	0.018	0.19	0.899 ns
Error	6	0.568	0.094		
Total	11	1.751			

C.V. = 15.49 %

La tabla 3.9, muestra el ANVA de la altura del pseudotallo, donde no existe diferencia estadística entre los diferentes tratamientos. Esto indica que no existe respuesta de la altura de pseudotallo a los efectos de los diferentes tratamientos, o sea las barreras contra el *Cosmopolites sordidus*, así como la presencia de *Cosmopolites sordidus* adultos, larvas o pupas de *Cosmopolites sordidus* no influye en la altura del pseudotallo del cultivar Isla.

En la figura 3.11, según la prueba de Duncan muestra la uniformidad de altura del pseudotallo del cultivar Isla. Los tratamientos no muestran respuesta alguna sobre esta variable en el cultivar Isla, sin embargo, muestra que las plantas con *Beauveria bassiana* y polietileno son los que alcanzan la mayor altura de planta con valores 2.1 y 1.97 m, respectivamente.

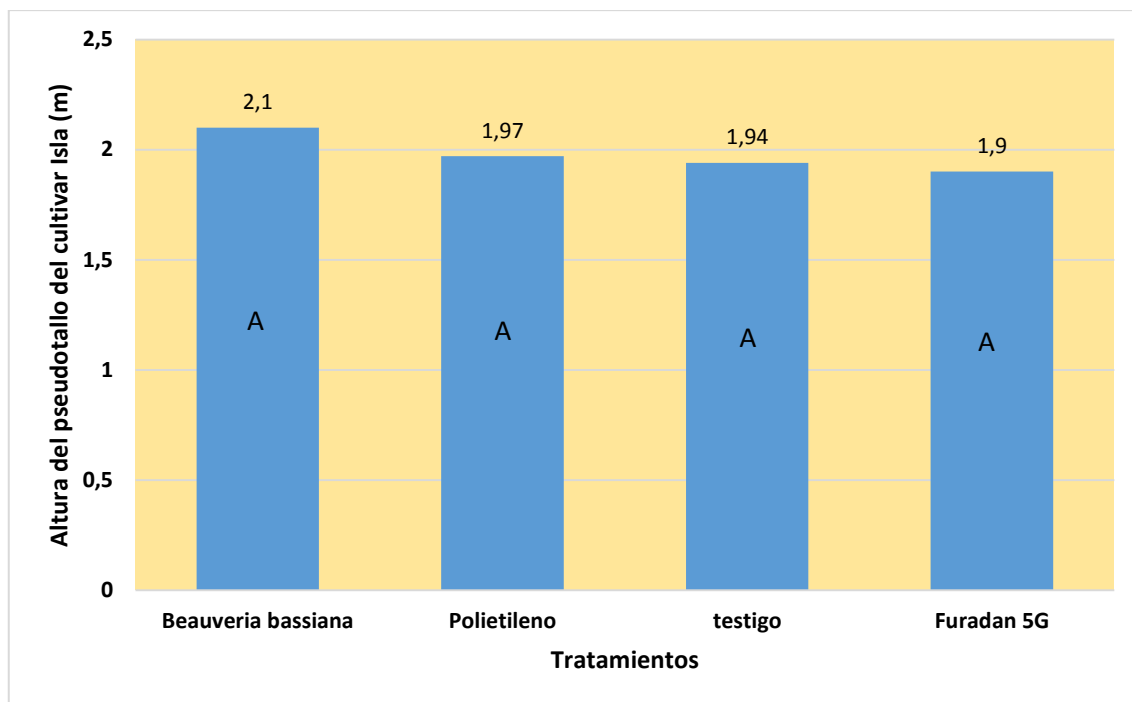


Figura 3.11. Prueba de Duncan de la altura del pseudotallo del cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm –VRAEM.

Tabla 3.10. Análisis de variancia altura de la planta del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Bloque	2	0.062	0.031	1.94	0.223 ns
Tratamiento	3	0.503	0.167	10.43	0.008 **
Error	6	0.096	0.016		
Total	11	0.663			

C.V. = 12.71 %

La tabla 3.10, del ANVA altura de la planta del cultivar Seda, muestra alta significación estadística en la fuente de variación de los tratamientos, como resultado del efecto de las barreras de control del *Cosmopolites sordidus*, este resultado permite el análisis de contraste de Duncan de los diferentes tratamientos. El coeficiente de variabilidad 12.71% es un valor de buena precisión.

La figura 3.12, de la Prueba de Duncan muestra buena respuesta en la altura del pseudotallo para el tratamiento barrera con polietileno (1.33 m) superando estadísticamente a los demás, de este modo, indica una mejor respuesta a esta barrera.

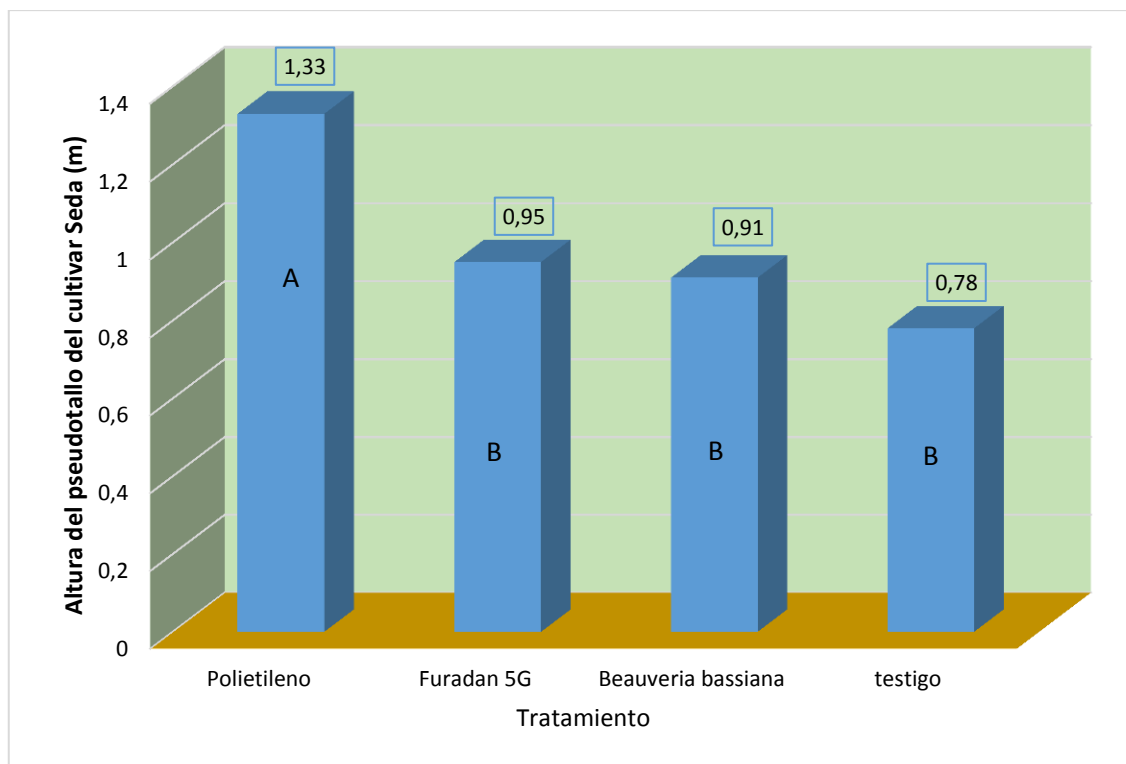


Figura 3.12. Prueba de Duncan análisis de varianza de la altura del pseudotallo del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM.

En relación a los resultados obtenidos por Muñoz (2000) en el tratamiento con disco, las plantas tuvieron como promedio 2.0 m de altura, que resulta siendo menor respecto al tratamiento con *Beauverria bassiana* 2.10 m de altura que se obtuvo en el presente trabajo evaluado a los nueve meses de plantación.

Según lo reportado por Zavaleta (1995) los cultivares de Isla y Bellaco no mostraron diferencias significativas para la altura de la planta madre, con promedios de 2.52 metros para el cultivar Isla comparado al cultivar Bellaco que presentó 2.51 metros.

Según Gold, Kagexi, Night & Ragama (2004) mencionan respecto a los parámetros agronómicos (altura de plantas y perímetro del pseudotallo a 30 cm), Armendáriz *et al* (2016) reporta en un ensayo en banano en Uganda, no encontraron diferencias en el perímetro y altura de plantas en parcelas infestadas y libres durante los tres primeros años.

En relación a los resultados obtenidos por Muñoz (2000) en el tratamiento con feromona, las plantas tuvieron como promedio 1.7 m de altura, que resulta mayor respecto al

polietileno 1.33 m de altura, que se observó en el presente trabajo evaluado a los nueve meses de plantación.

Al respecto, Cárdenas (1983) informa que los ataques de los *Cosmopolites sordidus* interfieren con la iniciación de las raíces, matan las raíces existentes, limitan la absorción de nutrientes, reducen el vigor de las plantas, demoran la floración y aumentan la susceptibilidad a plagas y enfermedades.

En nuestro experimento podemos afirmar que la barrera de polietileno es la que tiene una mejor respuesta al control del *Cosmopolites sordidus* adulto como consecuencia de que la planta presenta un cormo sano, planta sana, de una altura adecuada y crecimiento óptimo. El tratamiento de Furadan 5G y *Beauveria bassiana* muestran el mismo efecto parecido en la altura del pseudotallo.

b. Diámetro del Cormo de cultivar Isla y Seda

Tabla 3.11 Análisis de variancia del diámetro del cormo del cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Bloque	2	226.680	133.340	39.16	0.000 **
Tratamiento	3	9.252	3.084	1.07	0.431 ns
Error	6	17.366	2.894		
Total	11	253.300			

C.V. = 10.49 %

La tabla 3.11, Muestra el ANVA con el diámetro del cormo de cultivar Isla, no existe diferencia estadística en los diferentes tratamientos. Este resultado indica una homogeneidad alcanzada en el diámetro de cormo a los nueve meses de edad del cultivo. El coeficiente de variabilidad 10.49% es una medida de buena precisión.

La figura 3.13, de la prueba de Duncan indica uniformidad en el diámetro de cormo por efecto de los tratamientos. Sin embargo, numéricamente el testigo es el que tiene un menor diámetro (15.1 cm) de cormo que a diferencia de los demás tratamientos. Las barreras protectoras con *Beauveria bassiana* y polietileno son los que tienen mayor diámetro de cormo, resultado que está de acuerdo al buen control del *Cosmopolites*

sordidus. Los tratamientos que son barreras físicas de protección contra el insecto sobre el corno, no tienen efecto alguno sobre el desarrollo cuantitativo del corno es por ello que no se encuentra respuesta a la diferencia del diámetro. Pero sin embargo habido efecto del inicio de plantación hasta los nueve meses de la evaluación en su diámetro del corno.

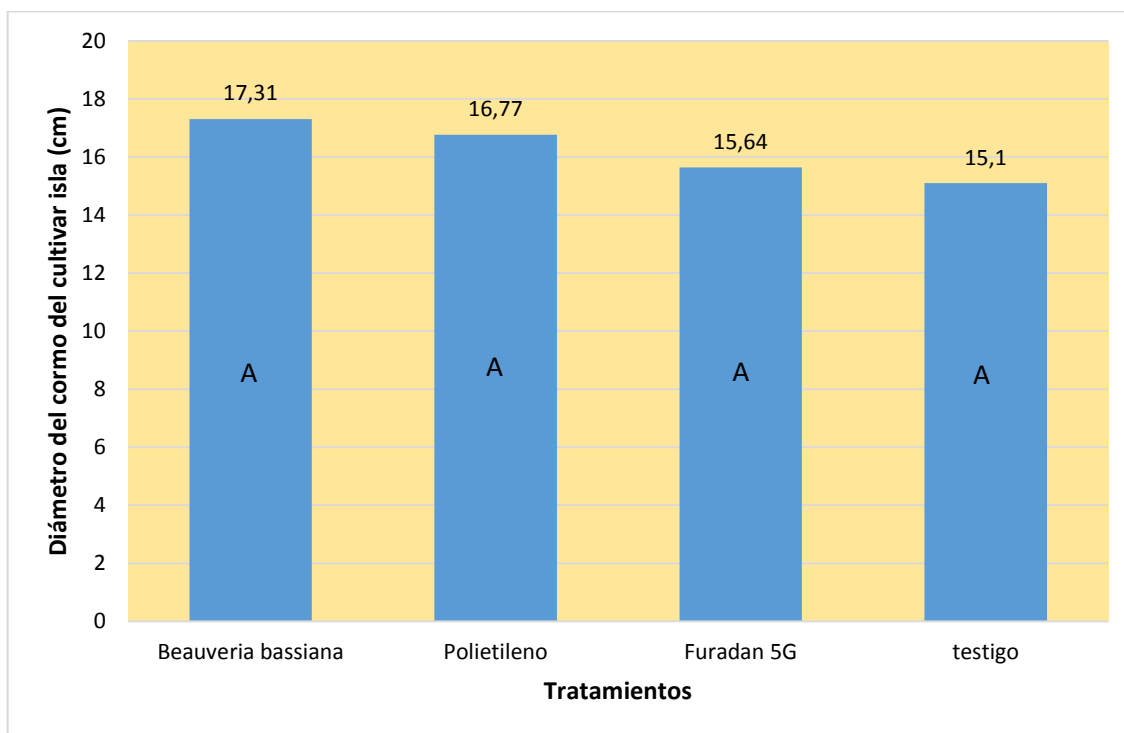


Figura 3.13. Prueba de Duncan Análisis de variancia del diámetro del corno del cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM

Tabla 3.12. Análisis de variancia del diámetro del corno del cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >Fc
Bloque	2	2.66	1.33	1.01	0.419 ns
Tratamiento	3	30.799	10.266	7.77	0.017 *
Error	6	7.928	1.321		
Total	11	41.388			

C.V. = 8.76 %

El análisis de variancia del tabla 3.12, del diámetro del corno del cultivar de Seda, muestra significación estadística, este resultado que permite efectuar la prueba de contraste de Duncan. El coeficiente de variación 8.76% indica buena precisión de experimento.

La figura 3.14, indica con diferencia estadística la barrera con polietileno con 15.33 cm, el Furadan 5G y la *Beauveria bassiana* con 13.43 y 12.85 cm, son los que muestran un mayor diámetro de corno de plátano. Este resultado muestra la superioridad en el diámetro alcanzado por estos tratamientos.

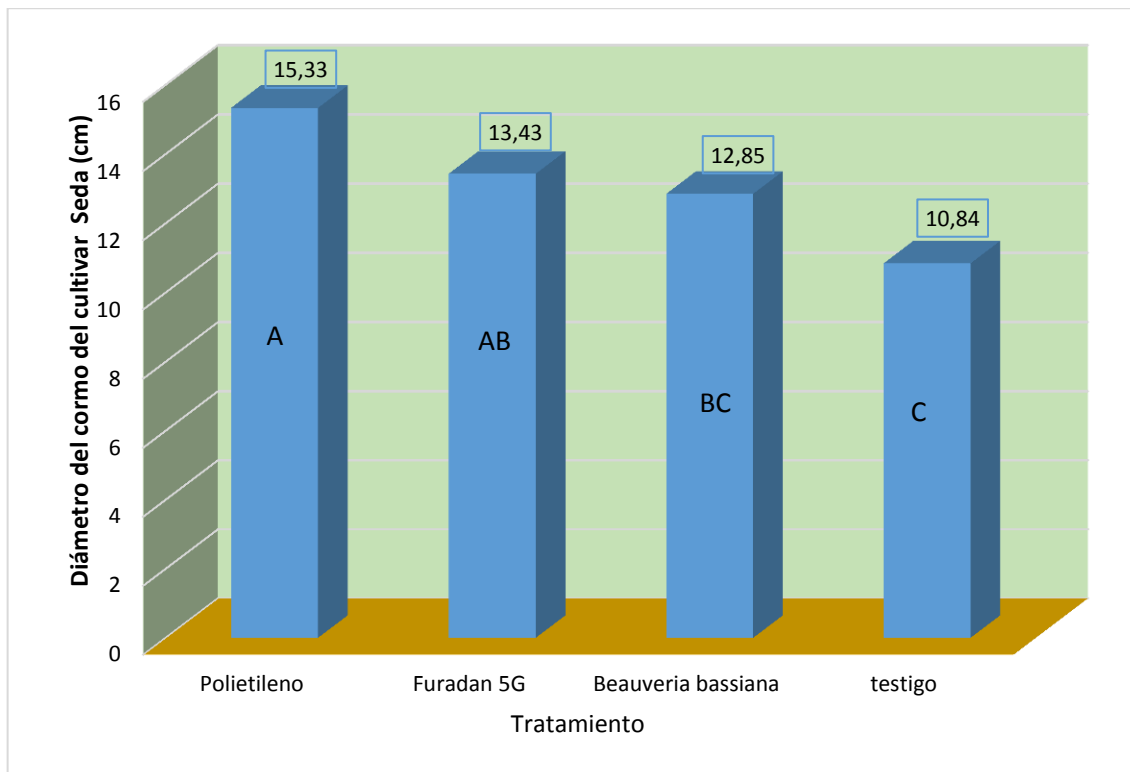


Figura 3.14. Prueba de Duncan Análisis de varianza del diámetro del corno del cultivar Seda. C. P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM.

Según Montedeoca (1998) en un ataque del *Cosmopolites sordidus* considerado moderado, la planta infestada no difiere en nada de una planta sana, solo se aprecia una disminución en el peso del fruto con poca incidencia en la altura y diámetro de la planta. Por otro lado, Muñoz (2013) reporta que, al momento de la cosecha, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para las variables: altura, diámetro de corno del plátano. En el presente trabajo de investigación sobre los parámetros evaluados de diámetro del corno de la variedad Isla no presentaron diferencias significativas.

Las barreras físicas de polietileno, Furadan 5G y *Beauveria bassiana* tienen mayor diámetro de corno, como consecuencia del mejor control de ingreso del *Cosmopolites sordidus* al corno del cultivar y mejor control del *Cosmopolites sordidus* adulto por

estas barreras físicas estudiadas. Los tratamientos contra el insecto sobre el corno en la variedad Seda, tienen efecto sobre el desarrollo cuantitativo del corno es por ello que se encuentra respuesta a la diferencia del diámetro. El desarrollo cuantitativo del corno depende mucho de la sanidad por efecto del ataque del *Cosmopolites sordidus*, esto se corrobora con el menor coeficiente de daño del corno producidos por las barreras físicas del polietileno, *Beauveria bassiana* y Furadan 5G.

3.4. ANÁLISIS COMBINADO DE LOS CULTIVARES DE PLÁTANO DE ISLA Y SEDA EN EL COEFICIENTE DE DAÑO

Tabla 3.13. Análisis de varianza combinado de los cultivares en la variable coeficiente de daño en los cormos de plátano. C. P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	2	45.78	22.89	0.79	0.474 ns
Cultivar	1	42.91	42.91	1.49	0.246 ns
Bloque (cultivar)	2	51.00	25.50		
Tratamiento	3	48040.60	1601.53	55.53	<0.000 **
Cultivar x Tratamiento	3	675.04	225.01	7.80	0.0037 **
Error	12	346.09	28.84		
Total	23	5965.42			

C.V. = 33.92 %

En la tabla 3.13, se observa el ANVA combinado, mostrando alta significación estadística para tratamiento y en la interacción de los cultivares, resultado que permite el análisis dependiente de los factores mencionados. El coeficiente de variación 33.92% es un valor de regular precisión explicado por la fuerte variación ambiental, distribución del insecto y la constitución vegetativa de los cormos.

La figura 3.15, muestra el coeficiente de daño del corno, donde se observa la susceptibilidad del cultivar Seda en el tratamiento testigo sin control, presentando un valor de 50.36 % superando estadísticamente al cultivar Isla, también se puede afirmar que la barrera física de polietileno tiene mayor importancia en el control de la plaga, mostrando valores de solamente 2.77 % en el cultivar Seda y de 4.44% del cultivar Isla, pero sin diferencia estadística.

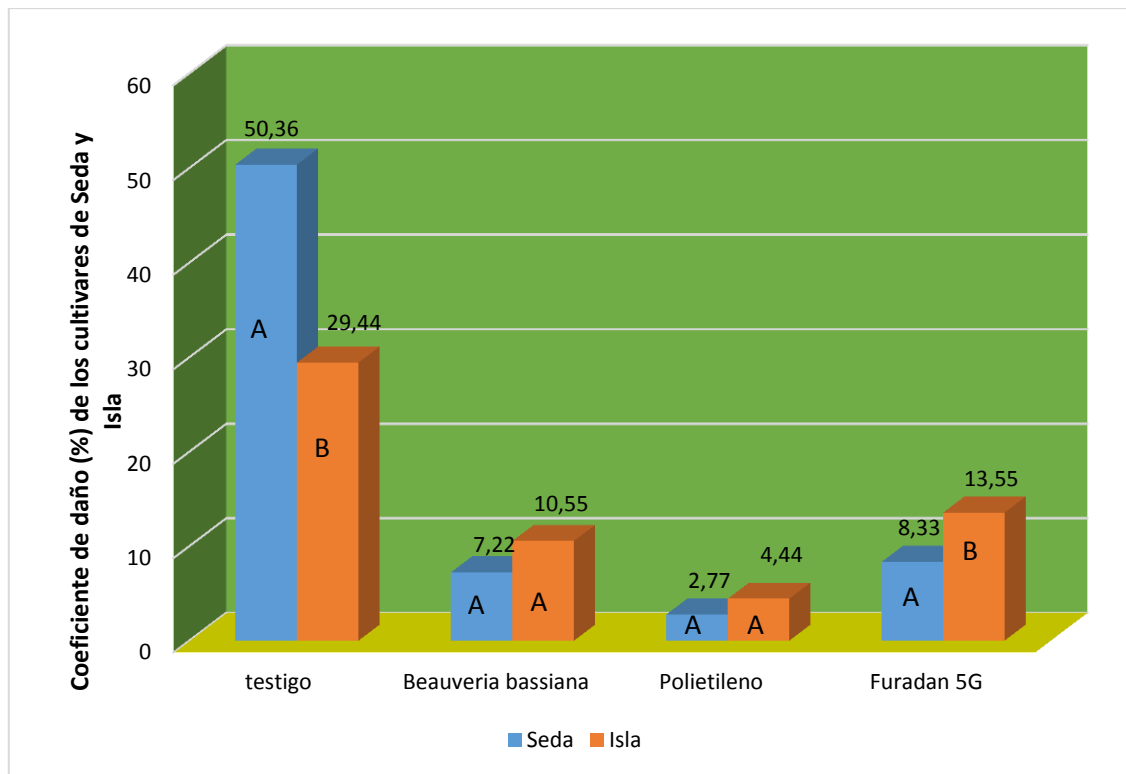


Figura 3.15. Prueba de Duncan del combinado del coeficiente daño en el cormo en los dos cultivares en cada tratamiento. C. P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM.

Gold y Messiaen (2000), citados por Castrillón et al. (2002) Reporta que las musáceas Pisang Awak son del grupo ABB (Fougamou) y Saba de grupo ABB (Bendetta), son utilizados como cultivos de trampa para la captura de *Cosmopolites sordidus* adultos en zonas de alta incidencia de *Cosmopolites sordidus*, debido a que son atrayentes al insecto, sin embargo, el *Cosmopolites sordidus* no causó ningún tipo de daño al cormo del cultivo. En el presente trabajo de investigación se utilizó la musácea de la variedad Isla perteneciente al grupo ABB, según resultado dicho cultivar muestra un nivel menor de infestación 29.44 %, frente a la *Musa* de la variedad Seda del grupo AAB que tuvo un 50.36 % de infestación.

El modo de acción de la *Beauveria bassiana* actúa por contacto en los diferentes estadios del insecto plaga. Las conidias de *Beauveria bassiana*, son las unidades infectivas (llamado también semillas), quienes penetran al cuerpo del insecto, produciendo disturbios a nivel del sistema digestivo, nervioso, muscular, respiratorio y excretorio; en consecuencia, el insecto se enferma, deja de alimentarse y posteriormente muere (PBA, 2007).

El modo de acción de la barrera de polietileno actúa como barrera, restringiendo el paso del *Cosmopolites sordidus* al cultivo. (Ubilla, 2007).

El mecanismo de acción de Furadan 5G, actúa por ingestión y contacto, inhibiendo la acción de la Acetil Colinesteraza (ACHE), ocurriendo un aumento de la enzima acetilcolina, luego se produce los síntomas de la intoxicación en los insectos como hiper excitación, parálisis y luego la muerte (Farmagro, 1980).

CONCLUSIONES

1. El tratamiento con *Beauveria bassiana*, muestra menor coeficiente de daño del cormo con 7.22% para el cultivar Seda y 10.55% para el cultivar Isla. El control mecánico con polietileno en la variedad Seda e Isla muestra un coeficiente de daño de 2.77% y 4.44% respectivamente, de la misma manera, con el tratamiento con Furadan 5G en la variedad Seda e Isla, resulta un coeficiente de daño de 8.33 % y 13.55% respectivamente. El testigo tiene un porcentaje 50.35% de daño mayor frente a los demás tratamientos.
2. El número de *Cosmopolites sordidus* adultos por cormo en cultivar Seda, con tratamiento de Furadan 5G, barrera con polietileno y con el tratamiento de *Beauveria bassiana* fue de 0.66, 1.99 y 3.22, respectivamente; mientras en variedad Isla, con mismos tratamientos, se encontraron 0.00, 0.00 y 1.33 *Cosmopolites sordidus* adultos por cormo, respectivamente. El número de larvas por cormo en cultivar Seda, muestra menor valor con barrera de polietileno, con tratamiento de *Beauveria bassiana* y Furadan 5G, con 0.41, 0.77 y 0.95, respectivamente; y la variedad Isla el número de larvas por cormo fue de 0.88, 1.33 y 1.44, para la barrera con polietileno, tratamiento con Furadan 5G y *Beauveria bassiana*, respectivamente.
3. En el cultivar Seda, La altura del pseudotallo fue de 1.33 m con la barrera con polietileno, y para el cultivar Isla fue de 2.1 m con el tratamiento de *Beauveria bassiana*. Mientras el diámetro del cormo para el cultivar Seda alcanzó 15.33 cm con barrera con polietileno, y para el cultivar Isla 17.31 cm con el tratamiento con *Beauveria bassiana*.
4. En la comparación del coeficiente de daño de los cormos en cada cultivar, se observa en el testigo del cultivar Seda muestra un mayor porcentaje con un valor de

50.36%, frente al cultivar Isla que tiene 29.44%. En el tratamiento con *Beauveria bassiana* el cultivar Seda tiene 7.22% y en el cultivar Isla 10.55%; en la barrera de polietileno se observa 2.77% en el cultivar Seda y en el cultivar Isla 4.44%, finalmente con el tratamiento Furadan 5G el cultivar Seda tiene 8.33% y el cultivar Isla 13.55%.

RECOMENDACIONES

1. Para un mejor control del *Cosmopolites sordidus* adulto, utilizar con mayor frecuencia de aplicación de la *Beauveria bassiana*, por ser más económico de fácil aplicación y sostenible.
2. Repetir el experimento en condiciones ambientales similares al lugar donde se realizó la investigación para obtener resultados más consistentes.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- AGUILERA, L. (2002). Evaluación de seis tipos de trampas para el monitoreo y control del Picudo Negro (*Cosmopolites sordidus*) y Picudo Rayado (*Metamasius hemipteras*) en la plantación de plátano de Zamorano.
- ARMENDÁRIZ, I. Y LANDÁZURI, P. (2014). Buenas prácticas para el control del picudo del plátano, *Cosmopolites sordidus*, en Ecuador.
- ARMENDÁRIZ, I., LANDÁZURI, P. A., TACO, J. M., & ULLOA, S. M. (2016). Efectos del control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el plátano. *Agronomía Mesoamericana*, 319-327.
- AUGURA, PROYECTO REPCAR, 2009; ICA. (2009). Enfermedades y plagas del plátano (*Musa paradisiaca*) y el banano (*Musa acuminata* ; *M sapientum*) en Colombia.
- CAÑEDO, ARMANDO ALFARO, J. K. (2011). Manejo Integrado de Plagas de Insectos en Hortalizas, principios y referencias técnicas para la Sierra Central del Perú.
- CARBALLO, M. (2001). Hoja TÉCNICA, “Opciones para el manejo del picudo negro del plátano,” 2–3.
- CÁRDENAS C, CASTILLO M, ZUÑIGA M, ESPINOZA C, M. D. (2012). Programa Selva Central, Manual Técnico “el cultivo de plátano.” DESCO, 36 P.
- CÁRDENAS, R. (1983). Dos plagas del plátano en el Quindío, picudo negro, *Cosmopolites sordidus* (Germar). In Seminario Internacional de plátano (1983, Manizales, Colombia). CENICAFE. p. 27-32.
- 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.
- CASTRILLÓN, N. (1989). Manejo del picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) en cultivos de plátano (*Musa AAB*) y banano (*Musa ABB*) en la Zona cafetalera de Colombia. In En: Memorias de la IX Reunion de ACORBAT. (Mérida, pp. 349–362). Venezuela.
- CHEM TICA INTERNACIONAL, SA. (2003). Sistema de trampeo con feromonas. Hoja divulgativa. Apto postal 159-2150, San José, Costa Rica. Tel. 506-261-5396/2424. Fax 506-261- 5397. e-mail.info@mail.pheroshop.com

- CONTRERAS-RAMÓN, T. (1996). Tesis, Mag. Sc, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba (Costa Rica). Evaluación de trampas de pseudotallos y formulaciones de *Beauveria bassiana* (Bals) en el combate del picudo del plátano *Cosmopolites sordidus* (Germar) en Costa Rica., 64.
- FARMAGRO, (1980). Furadan 5G, Insecticida y nematocida sistémico.
- FHIA (FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA). 1989. Trampeo para el Picudo Negro en plátano. La Lima, Cortés, Honduras, FHIA. 14 p. Guía Educativa # 1.
- GILDARDO, E. (2006). Manejo sostenible del cultivo del plátano, 23 p.
- GOLD, C. S., Y MESSIAEN, S. (2000). El picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus*. Plagas de *Musa*, Hoja Divulgativa, 4, 1–4.
- GOLD, C.S., G.H. KAGEXI, G. NIGHT, AND P.E. RAGAMA. 2004. The effects of banana weevil, *Cosmopolites sordidus*, damage on highland banana growth, yield and stand duration in Uganda. Ann. appl. Biol. 145:263.
- GONZÁLES, G. (2014). Manual Técnico “cultivo del Plátano” (*Musa x paradisiaca* L.). Universidad Nacional Agraria de la selva - Tingo María – Perú.
- GONZÁLES, S; SERRANO, M Y CUBAS, A. (2014). Ensayo de eficacia de hongos entomopatogenos en el control del picudo negro de la platanera (*Cosmopolites sordidus*) en condiciones de campo.
- GUERRERO, M. (2010). “Guía técnica del cultivo del plátano”, Programa Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) Frutales.
- HERNÁNDEZ, A .C, CUBAS, A. P, Y MONTESDEOCA, M. M. (2002). Métodos alternativos para el control del picudo de la platanera *Cosmopolites sordidus* Germar, 1.824 (Coleoptera: Curculionidae). Actividades Del ICIA En Platanera, 75.
- INFOAGRO, (2014). Curso Especialista Fruticultura.
- JIMÉNEZ, C. M., FUENTES, J., SAAVEDRA, C., TORREZ, K., Y S MUNGUÍA, R. (1994). Opciones para el manejo del picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*). In 6. Congreso sobre Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria 17-18 Abr 1996 Managua (Nicaragua). CATIE, Managua (Nicaragua). Proyecto Manejo Integrado de Plagas Ministerio de Agricultura y Ganadería, Managua (Nicaragua).

- MARTÍNEZ, C., CAYÓN, G., Y LIGARRETO, G., (2016). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- MOREIRA, M. C. (2015). Tesis Universidad técnica estatal de Quevedo los Rios Ecuador, “Efecto de la diversidad intraespecífica en el cultivo de musáceas como medida de control de sus problemas fitosanitarios,” 46.
- MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI (2013). Mejoramiento de capacidades en la producción y postcosecha de plátano en cinco sectores del distrito de Pichari - La Convención - Cusco.
- MUÑOZ, L. M., CAÑAS, G. L., URREA, A. I., & GUARÍN, J. H. (2013). Efecto de producción para control de picudos (Insecta: Coleoptera: Curculionidae), sobre el crecimiento, desarrollo y producción del plátano. *Actualidades Biológicas*, 35(98), 21-31.
- MUÑOZ, M., & MARIO, F. (2001). Estudios de población, monitoreo y control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*, Germar) en el cultivo del plátano (*Musa AAB*) (Bachelor's thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2014).
- MUÑOZ, M., (2006). Sistemas de producción sostenible de plátano (*Musa AAB*), fluctuación poblacional y severidad del daño del picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) en San Carlos Costa Rica. Tesis Ph.D. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 116 p.
- MUÑOZ, RC., 2000. Prueba de cuatro densidades y tres arreglos espaciales de siembra en plátano (*Musa AAB*), clon Curraré, en San Carlos. Informe final Proyecto de investigación Escuela de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 90 pag.
- MUÑOZ, RC.; ACUÑA, P.; CUBILLO, D. (2000). Factores socioeconómicos que influyen en la producción y comercialización de plataneros en la zona Huelar Norte de Costa Rica. Estudio de caso. Sistemas de estudios de Posgrado en Producción Sostenible de Cultivos Tropicales. Universidad de Costa Rica. San Pedro. 58 pág.
- OROZCO, R Y CHAVERRA, C, (1999). Curso de actualización tecnológica en el cultivo del plátano con énfasis en postcosecha. Pg. 20.
- PBA, (2007). Esperanza de vida sana. Productos biológicos para la agricultura. Lima, Perú.

- PUBLICADO POR AGRO 2. 0 PRENSA EL NOVIEMBRE 7, (2012). A las 1:25 am en Plagas y entomología aplicada, y Discusiones, V. a P. y entomología aplicada. (n.d.). *Beauveria bassiana*.
- PUCHETA, M., FLORES, A., Y RODRÍGUEZ, S., (2006). Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. *Interciencia Revista de ciencia y tecnología de América*. Pag. 856.
- RENAUD, O Y ESTANGA, D. (2011). Insecto plaga en musáceas. Universidad del oriente núcleo de Monagas Escuela de Ingeniería Agronómica Departamento de Agronomía. Maturín Venezuela.
- RÍOS, S. C. (2008). Evaluación de *B. bassiana* en formulación comercial y artesanal para el manejo de comercial y artesanal para el manejo de plátano.
- RONALD, F.; JAYMA, L. (2007). Maestro del conocimiento de la cosecha. *Cosmopolites sordidus* (Germar), (en línea). Departamento de Etimología Honolulu, Hawaii.
- RUIZ, C. M. (2007). Fluctuación poblacional del picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) del plátano (*Musa* AAB) en San Carlos, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 20(1), 24-41.
- SANDOVAL, C. M. (2015). Universidad Rafael Landívar, “evaluación de tipos de trampa para la captura de *Cosmopolites sordidus* en el cultivo de banano”; izabal guatemala.
- SIPA, (1965). El gorgojo negro del plátano y su control. Boletín técnico. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.
- SOLÍS, A., (2007). Monografía el cultivo de plátano (genero *Musa*) en México. Pag. 3.
- TINZAARA, (2007). *Beauveria bassiana* for the control of the banana weevil in Uganda. *Biocontrol Sci*, 111-124.
- UBILLA, P. (2007). Control de Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) con barrera de polietileno y Bazam (*Beauveria bassiana*) en plátano para condiciones de Zamorano.
- VEGAS, U., Y ROJAS, J. (2001). Fertilización y manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de banano orgánico. Jornada de capacitación UNALM-Agrobanco. Pampas de Hospital San Jacinto Tumbes, Perú.
- VELÉZ, R. M. (2011). “Reacción de diez cultivares de *Musa* spp. al ataque de picudo negro (*Cosmopolites sordidus* germar) durante el primer año de

establecimiento.” informe técnico del proyecto de investigación, Santo Domingo, Ecuador.

ZAVALETA. C. (1995). Efecto del peso de los hijuelos en la producción de plátano, variedad 'Isla' (*Musa paradisiaca* L.) en Tingo María. Tesis de Ing. Agr. UNAS. Tingo María, Perú. 114 p.

REFERENCIAS ELECTRÓNICOS

1. <http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/2211>.
2. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_sep_2016.pdf.
3. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4956/T16494%20%20SOLIS%20ROSALES,%20%20ADALBERTO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>.
4. www.infoagro.com.
5. www.redalyc.org/articulo.oa?id=449946469006.
6. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2205982>.
7. www.musalit.inibap.org/pdf/INO30046_es.pdf.
8. <http://www.it2.fr>.
9. http://musalit.inibap.org/pdf/INO30010_es.pdf
10. <http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/cosmopol.htm>
11. <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>.
12. http://scholar.google.com/scholar?q=recent+advances+in+host+plant+resistance+to+banana+weevil&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart.

ANEXOS

ANEXO 1.

Datos de los diferentes tratamientos y resultados de los variables en estudio para el plátano del cultivar Isla C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM

Boque	Tratamiento	Cultivar	Tratamiento	Coef. Daño de cormo %	Nº de galerías/cormo	Nº de larva/cormo	Nº de pupa/cormo	Nº de adultos/cormo	Altura de planta mts	Diam de Psedotallo cm
I	Testigo	ISLA	T0	43.33	8.25	4.33	0.00	2.66	1.85	10.30
II	Testigo	ISLA	T0	23.33	11.00	3.00	0.66	3.00	1.97	18.00
III	Testigo	ISLA	T0	21.66	13.33	5.33	0.00	6.66	2.00	17.00
I	Beauveria bassiana	ISLA	T1	13.33	7.66	1.00	0.00	1.00	1.52	10.60
II	Beauveria bassiana	ISLA	T1	11.66	5.66	1.66	0.66	1.66	2.48	19.33
III	Beauveria bassiana	ISLA	T1	6.66	3.00	1.66	0.33	1.33	2.30	22.00
I	Polietileno	ISLA	T2	5.00	4.00	1.00	0.00	0.00	1.36	10.00
II	Polietileno	ISLA	T2	5.00	2.33	1.00	0.00	0.00	1.86	17.33
III	Polietileno	ISLA	T2	3.33	1.66	0.66	0.00	0.00	2.70	23.00
I	Furadan 5G	ISLA	T3	10.00	7.66	2.33	0.33	0.00	1.60	10.33
II	Furadan 5G	ISLA	T3	18.33	7.33	1.33	0.00	0.00	1.90	16.00
III	Furadan 5G	ISLA	T3	12.33	1.66	0.33	0.00	0.33	2.30	20.60

ANEXO 2.

Datos de los diferentes tratamientos y resultados de los variables en estudio para el plátano del cultivar Seda C.P. Puerto Mayo 524 msnm -VRAEM.

Boque	Tratamiento	Cultivar	Tratamiento	Coef. Daño de cormo %	Nº de galerías/cormo	Nº de larva/cormo	Nº de pupa/cormo	Nº de adultos/cormo	Altura de planta mts	Diámetro de Pseudo tallo cm
I	Testigo	SEDA	T0	45.85	14.86	5.55	1.66	8.00	0.76	10.66
II	Testigo	SEDA	T0	48.56	13.33	3.37	1.66	10.00	0.75	10.66
III	Testigo	SEDA	T0	56.66	18.33	4.33	3.66	11.00	0.85	11.20
I	Beauveria bassiana	SEDA	T1	8.33	7.33	0.66	0.75	4.33	0.95	11.40
II	Beauveria bassiana	SEDA	T1	8.33	2.66	0.66	0.85	2.00	0.84	13.00
III	Beauveria bassiana	SEDA	T1	5.00	5.66	1.00	1.00	3.33	0.96	14.16
I	Polietileno	SEDA	T2	3.33	3.66	0.66	0.66	0.66	1.20	17.00
II	Polietileno	SEDA	T2	3.33	1.66	0.33	0.66	0.66	1.21	14.00
III	Polietileno	SEDA	T2	1.66	0.66	0.25	0.33	0.66	1.60	15.00
I	Furadan 5G	SEDA	T3	10.00	6.66	1.00	0.33	1.00	0.80	13.20
II	Furadan 5G	SEDA	T3	10.00	6.66	1.00	0.33	2.33	1.08	12.60
III	Furadan 5G	SEDA	T3	5.00	4.66	0.85	0.45	2.66	0.98	14.50

ANEXO 3.

Prueba de normalidad de los datos con alto coeficiente de variabilidad

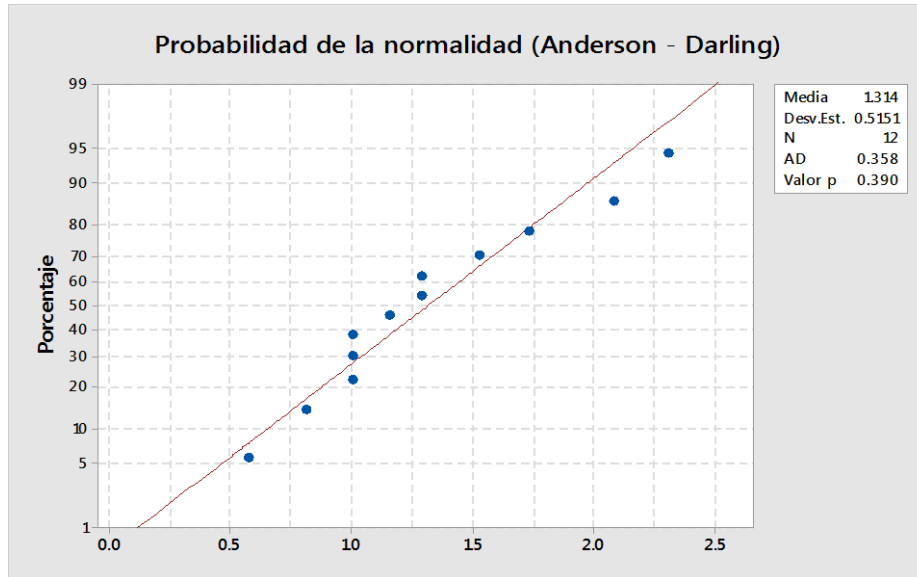


Figura 01-a. Prueba de normalidad de los datos de número de larvas de *Cosmopolites sordidus* por cormo en el cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm- VRAEM.

En la figura 01-a muestra que no se puede rechazar la falta de normalidad de los datos para la elaboración del ANVA para la variable en estudio. Por tanto, los datos tienen una distribución de tendencia normal ($P > 0.390$). Minitab 18, 2007.

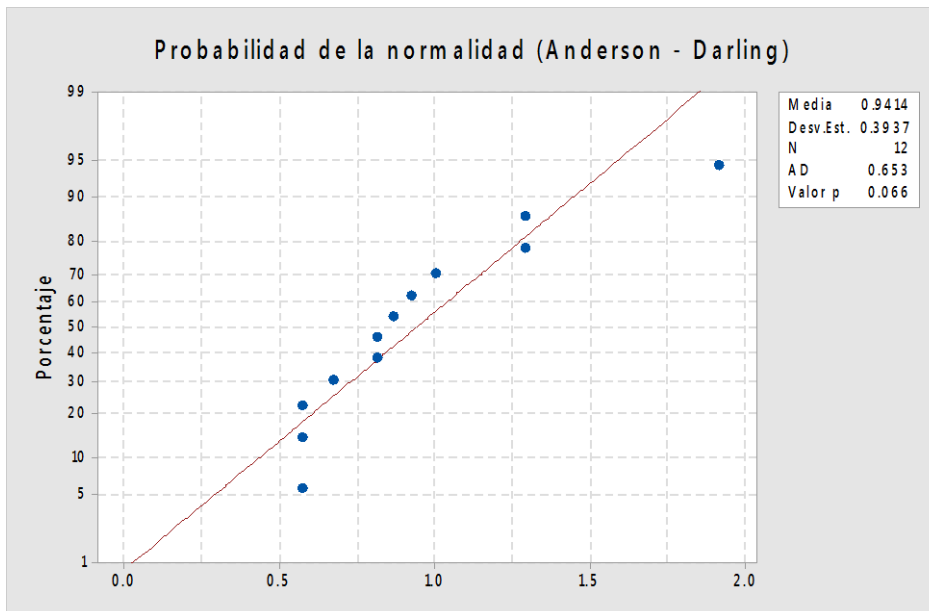


Figura 02-b. Prueba de normalidad de los datos de número de galerías de *Cosmopolites sordidus* por cormo en el cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm- VRAEM.

En la figura 02-b muestra que no se puede rechazar la falta de normalidad de los datos para la elaboración del ANVA para la variable en estudio. Por tanto, los datos tienen una distribución de tendencia normal ($P > 0.066$). Minitab 18, 2007.

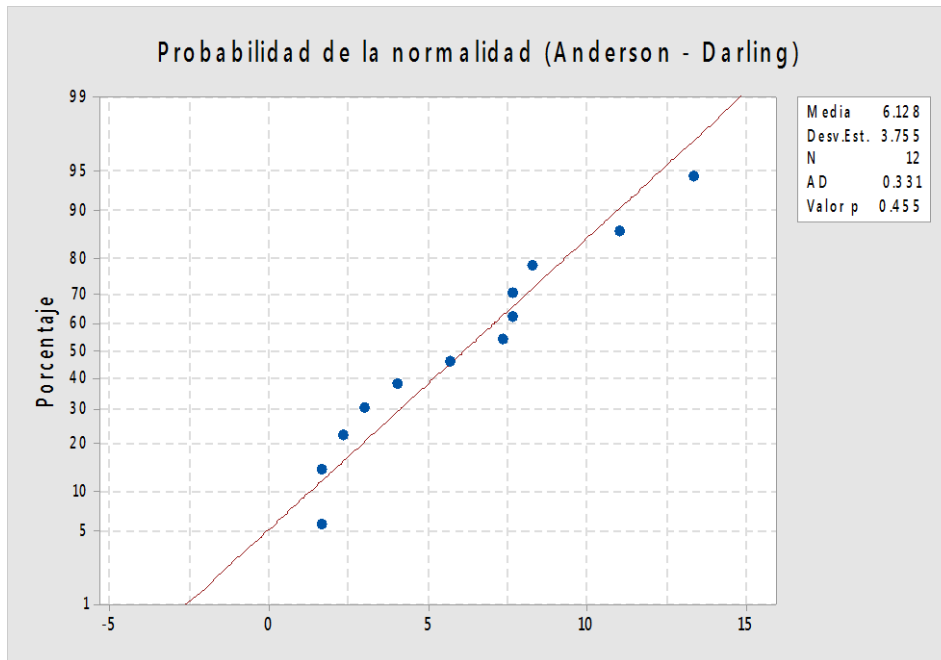


Figura 03-c. Prueba de normalidad de los datos de coeficiente de daño de *Cosmopolites sordidus* por cormo en el cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm- VRAEM.

En la figura 03-c muestra que no se puede rechazar la falta de normalidad de los datos para la elaboración del ANVA para la variable en estudio. Por tanto, los datos tienen una distribución de tendencia normal ($P > 0.455$). Minitab 18, 2007.

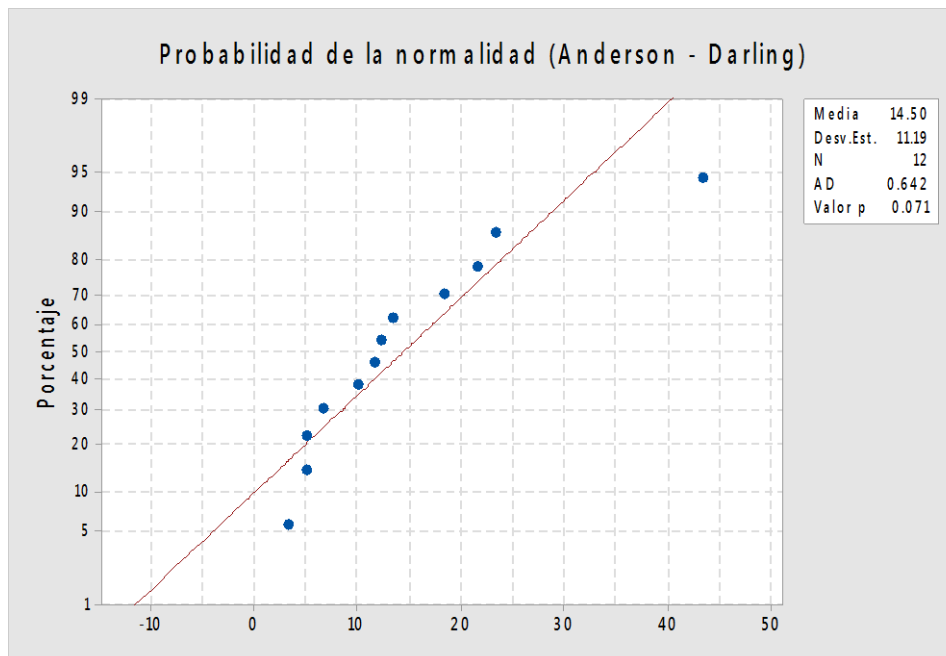


Figura 04-d. Prueba de normalidad de los datos de número de pupas de *Cosmopolites sordidus* por cormo en el cultivar Seda. C.P. Puerto Mayo 524 msnm- VRAEM.

En la figura 04-d muestra que no se puede rechazar la falta de normalidad de los datos para la elaboración del ANVA para la variable en estudio. Por tanto, los datos tienen una distribución de tendencia normal ($P > 0.071$). Minitab 18, 2007.

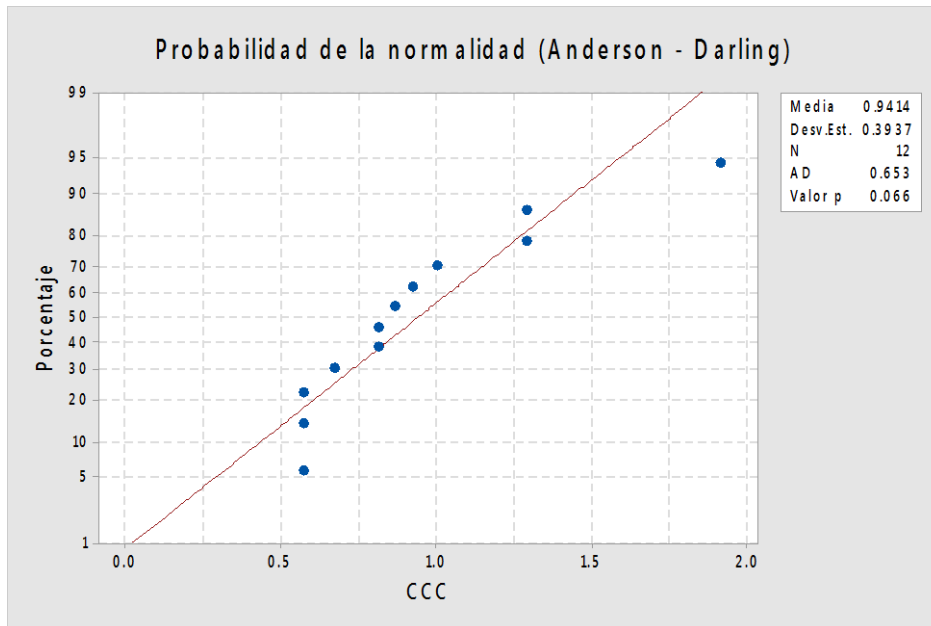


Figura 05-e. Prueba de normalidad de los datos del coeficiente de daño *Cosmopolites sordidus* del corno en el cultivar Isla. C.P. Puerto Mayo 524 msnm- VRAEM.

En la figura 05-e muestra que no se puede rechazar la falta de normalidad de los datos para la elaboración del ANVA para la variable en estudio. Por tanto, los datos tienen una distribución de tendencia normal ($P > 0.066$). Minitab 18, 2007.

ANEXO 4.
Panel fotográfico



Foto 01. Obtención de cormos de plátano para la plantación del experimento



Foto 02. Plantación de cormos de plátano en el experimento



Foto 03. Preparación de la solución de 240 g de Bazam (*Beauveria bassiana*) en 20 lt de agua.



Foto 04. Sumergiendo los cebos en una solución de 240 g de Bazam (*Beauveria bassiana*), a una concentración de 1.2×10^{10} conidias viables/g.



Foto 05. Instalación de barrera– trampa con *Beauveria bassiana* alrededor de la plantación del cultivo de plátano.



Foto 06. Protección de los cebos – trampa con hojas del plátano con la finalidad de mantener la humedad del ambiente de la *Beauveria bassiana*.



Foto 07. Instalación del tratamiento de la barrera con polietileno.



Foto 08. Instalación de barrera– trampa con Furadan 5G alrededor de la plantación del cultivo de plátano.



Foto 09. Labores agrícolas de poda del cultivo de plátano.



Foto 10. Labores agrícolas de limpieza del campo experimental



Foto 11. Monitoreo y verificación del Coasesor de la parcela experimental



Foto 12. Monitoreo y verificación del Coasesor de la parcela experimental



Foto 13. Proceso de tumba de las plantas por unidad experimental tres plantas por muestra



Foto 14. Muestra del tratamiento con barrera química (furan 5G) del cultivar Seda



Foto 15. Corte de sección horizontal-transversal del cormo del tratamiento con polietileno del cultivar Seda.



Foto 16. Corte de sección horizontal-transversal del cormo del tratamiento con (*Beauveria bassiana*) del cultivar Seda.



Foto 17. Muestra del tratamiento de control mecánico con (Polietileno) del cultivar Isla.



Foto 18. Medición del pseudotallo del tratamiento en estudio del cultivar Isla.



Foto 19. Evaluación de los cormos de *Cosmopolites sordidus*.



Foto 20. Corte de sección horizontal-transversal del corno del tratamiento (*Beauveria bassiana*) para el cultivar Seda.



Foto 21. Medición del diámetro del corno del tratamiento con (polietileno) del cultivar Seda.

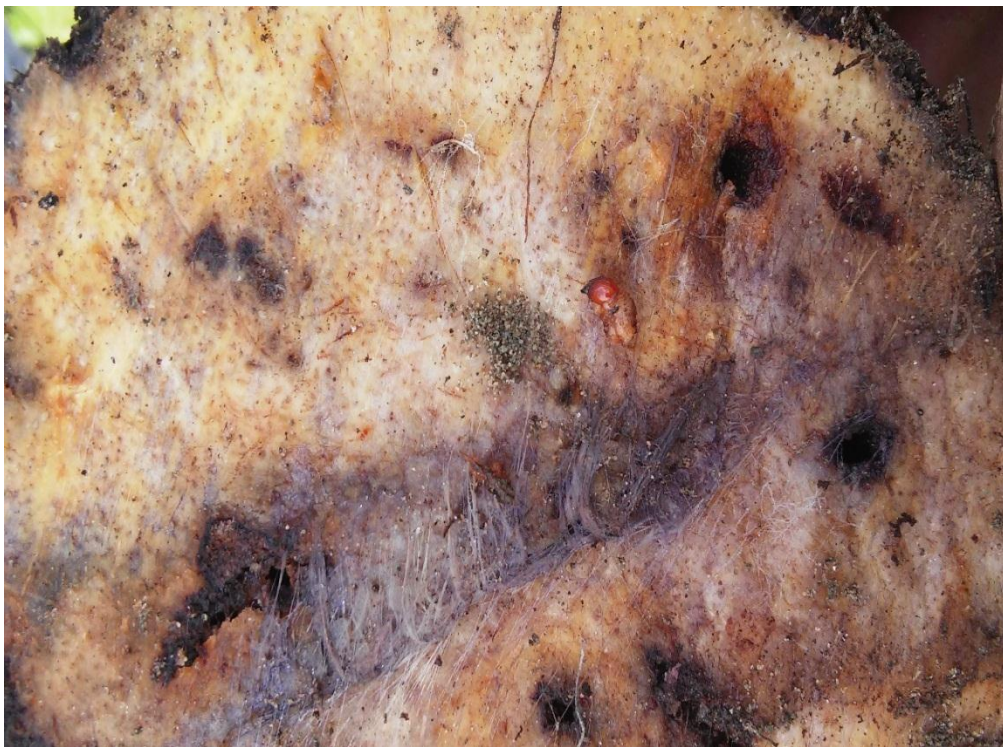


Foto 22. Corte de sección horizontal-transversal del corno con (*Beauveria bassiana*) del cultivar Seda, para evaluar el daño de infestación del *Cosmopolites sordidus*.



Foto 23. Datos del proceso de evaluación del tratamiento de control mecánico (polietileno) del cultivar Seda.



Foto 24. Evaluación del número de *Cosmopolites sordidus* adultos por corno, del tratamiento con (*Beauveria bassiana*) del cultivar Seda.



Foto 25. Parcela experimental de los cultivares de plátano de Isla y Seda.