

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**CONTROL ETOLÓGICO DEL PICUDO DEL PLÁTANO  
(*Cosmopolites* sp y *Metamasius* sp) EN ALTO SANTIAGO-  
RIO SANTIAGO, PROVINCIA CONDORCANQUI-  
AMAZONAS - 2020**

**AUTOR: Bach. Daniel Samaren Tserem**

**ASESOR: Ing. Mg. Santos Triunfo Leiva Espinoza**

**Registro:(.....)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2022**

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



## ANEXO 3-H

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

#### 1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): SAMAREN TSEDEM DANIEL  
DNI N°: 47023359  
Correo electrónico: SamarenTse@gmail.com  
Facultad: INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS  
Escuela Profesional: INGENIERIA AGRONOMA

#### Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): \_\_\_\_\_  
DNI N°: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_  
Facultad: \_\_\_\_\_  
Escuela Profesional: \_\_\_\_\_

#### 2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

CONTROL ETOLÓGICO DEL PLAGO DEL PLÁTANO (Cosmopolites sp y Metamasus sps) EN ALTO SANTIAGO, RIO SANTIAGO, PROVINCIA CHUDORCANAOI - AMAZONAS- 2020

#### 3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: LEIVA ESPINOZA SANTOS TRIUNFO  
DNI, Pasaporte, C.E N°: 47265287  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) 0000-0003-1710-1974



#### Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: \_\_\_\_\_  
DNI, Pasaporte, C.E N°: \_\_\_\_\_  
Open Research and Contributor-ORCID( <https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>)

#### 4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Inmunología)

<https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde.ford.html>  
CIENCIAS AGRICOLAS / PROTECCION Y NUTRICION DE PLANTAS

#### 5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

#### 6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 01. DICIEMBRE, 2022

Dani Samaren  
Firma del autor 1  
Leiva Espinoza Santos Triunfo  
Firma del Asesor 1

\_\_\_\_\_  
Firma del autor 2  
\_\_\_\_\_  
Firma del Asesor 2

## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso, por darme la vida, salud, sabiduría, y fuerza espiritual de seguir adelante a pesar de la circunstancia de la vida.

Con mucho cariño a mi padre Luis Samaren Huarimi, y mi amada madre Teresa Victoria Tserem Metekach, por inculcarme con sus consejos de ser una persona humilde con principios de valor. Por sus continuos apoyos incondicional en toda mi etapa universitaria.

A mi hermano, Alan Samaren Tserem, por sus consejos y continuo apoyo incondicional durante toda mi vida universitaria.

A mis hijos, Medali Samaren Roger, Sharian Danyel Samaren Shirap, Ipak Dayana Samaren Shirap, Yanua Jazmín Samaren Shirap, por ser los motivos de seguir adelante y cumplir mis metas trazadas de terminar la carrera.

Con todo amor a mi querida esposa, Pifeña Shirap Antich, por estar siempre acompañándome en todo momento, a pesar de los momentos difíciles, por sus valiosos consejos, y apoyo desinteresado para hacer realidad este sueño de ser profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, mis sinceros agradecimientos, A los docentes de la facultad de Ingenierías y Ciencias Agrarias por impartir sus conocimientos adquiridos y por ser parte de mi formación académica.

A mi Asesor Ing. Mg. Santos Triunfo Leiva Espinoza, por su constante y desinteresado apoyo en la realización de esta tesis.

Al equipo de profesionales que laboran en el Laboratorio de Entomología y fitopatología de la UNTRM, por permitirme realizar los trabajos en laboratorio, en especial al Dr. Manuel Alejandro Ix Balam, e Ing. Beimer Chuquibala Checan, por sus apoyos en la redacción de la presente tesis.

A mis Familiares, Aurelio Samaren Huarmi, Alan Samaren Tserem, Rogelio Achampash Pizango, Walter Jimpikit Huajach, por sus apoyos desinteresados en todo el proceso de mi vida universitaria.

Un agradecimiento especial al Plan Binacional de Desarrollo de la Región Fronteriza Perú – Ecuador, Capitulo Perú, por apoyo financiero y ONG Terra Nuova Centro Para el Voluntariado, por la oportunidad brindada de realizar la tesis de investigación, a través del proyecto “Desarrollo de la cadena de Valor del plátano en comunidades Nativas de la Cuenca del Alto Santiago, distrito de Río Santiago, provincia de Condorcanqui, Departamento de Amazonas”, y a los productores de cuatro comunidades; José H. Chávez López (Papayacu); Clara Vivanco Flores (Dos de Mayo); Oswaldo Shinkikat wajach (Candungos) y Fernando Catanga Murayari (Soledad), por facilitarme sus parcelas para realizar el trabajo de investiga

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. Policarpio Chauca Valqui

**Rector**

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

**Vicerector Académico**

Dra. Flor Teresa García Huamán

**Vice Rectora de Investigación**

Ing. Mg Sc. Armstrong Barnard Fernández Jeri

**Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



**UNTRM**

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada CONTROL ETOLÓGICO DEL PICUDO DEL PLÁTANO (COSMOPOLITES SP Y METACASPIUS SP) EN ALTO SANTIAGO, -RIO SANTIAGO, PROVINCIA CONDORCANQUI -ATAZONPA 2020 del egresado DANIEL SAMAREM TSERETI de la Facultad de INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS Escuela Profesional de INGENIERIA AGRONOMA de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 04 de NOVIEMBRE de 2022

Firma y nombre completo del Asesor  
Eng. Mg. SANTOS TRIUNFO LEIVA ESPINOZA

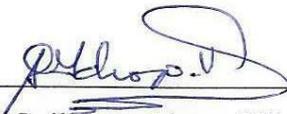
## JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



---

Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

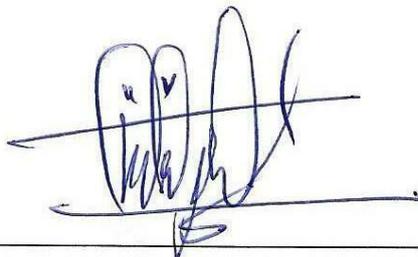
**Presidente**



---

Ing. Guillermo Idrogo Vásquez

**Secretario**



---

Dr. Meregildo Silva Ramírez

**Vocal**

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



## ANEXO 3-Q

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

CONTROL ETOLÓGICO DEL PICUDO DEL PLÁTANO (COSHOPOLITES SP. Y METAPHASISUS SP.) EN DLTO SANTIAGO-RIO SANTIAGO, PROVINCIA CONDORCANQUI -AMAZONAS-, 2020.

presentada por el estudiante ( )/egresado (X) DANIEL SAMAREN TSEREM

de la Escuela Profesional de INGENIERÍA AGRÓNOMA

con correo electrónico institucional daniel.samaren@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 25 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor ( ) / igual (X) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene \_\_\_\_\_ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 09 de noviembre del 2022

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....  
.....

# ACTA DE SUSTENTACION DE LA TESIS



## ANEXO 3-S

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 22 de NOVIEMBRE del año 2023 siendo las 10:00 horas, el aspirante: DANIEL SAMAREN TSEREM, asesorado por SANTOS TRIUNFO LEIVA ESPINOZA defiende en sesión pública presencial () / a distancia ( ) la Tesis titulada: CONTROL ETOLÓGICO DEL PICUDO DEL PLÁTANO (Cosmopolites sp. y Metamegulus sp.) EN ALTO SANTIAGO - RIO SANTIAGO, PROVINCIA CONDORCANQUI - AMAZONAS - 2020, para obtener el Título Profesional de INGENIERO AGRÓNOMO, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: SEGUNDO MANUEL OLIVA CRUZ

Secretario: GUILLERMO TORO VÁSQUEZ

Vocal: MEREGILDO SILVA RAMÍREZ



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

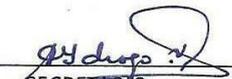
Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

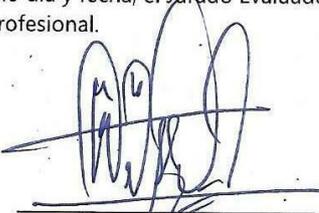
Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría ( ) Desaprobado ( )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 11:30 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

## INDICE DEL CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS .....	vi
JURADO EVALUADOR DE TESIS .....	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	viii
ACTA DE SUSTENTACION DE LA TESIS.....	ix
ÍNDICE DEL CONTENIDO.....	x
ÍNDICE DE LAS TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN .....	17
II. MATERIAL Y MÉTODOS .....	20
2.1. Ubicación geográfica del área de estudio .....	20
2.2. Metodología .....	21
2.2.1. Diseño de la investigación .....	21
2.3. Población, muestra y muestreo. ....	23
2.3.1. Población. ....	23
2.3.2. Muestra .....	23
2.3.3. Muestreo .....	23
2.4. Variables de estudio .....	23
2.4.1. Variable Independiente .....	23
2.4.2. Variables Dependientes .....	24
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos y procedimientos. ....	24
2.6. Fase de campo.....	24
2.6.1. Ubicación del experimento.....	24
2.6.2. Identificación del área de estudio.....	25
2.6.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
2.6.4.Preparación de trampas para la captura de picudos.....	25
2.6.5.Determinación del nivel de captura.....	25
2.6.6. Atrayentes.....	26
2.6.7. Procedimiento de preparación de los atrayentes .....	26
2.6.8. Instalación de trampas en las parcelas de estudio. ....	27
2.7. Unidad experimental.....	28
2.7.1 Características del área experimental .....	28
2.7.2. Factores de estudio .....	29
2.8. Caracterización morfológica del picudo del plátano. ....	30

2.8.1. Fase de laboratorio .....	30
2.8.2. Caracterización morfológica.....	30
2.8.3. Procedimiento. ....	30
2.8.4. Picudo negro ( <i>Cosmopolites sordidus</i> ) y Picudo rayado ( <i>Metamasius hemipterus</i> ) .....	31
2.8.5. Descripción del picudo negro del plátano ( <i>Cosmopolites sp.</i> ) .....	31
2.8.6. Picudo rayado ( <i>Metamasius hemipterus L.</i> ).....	32
2.8.7. Diagnósis del picudo rayado ( <i>Metamasius sp.</i> ).....	32
2.8.8. Análisis de las propiedades químicas de atrayentes. ....	33
2.8.9. Procedimiento de análisis de grado brix, pH y conductividad eléctrica (C.E.).....	34
2.8.10. Análisis estadístico .....	35
<b>III. RESULTADOS. ....</b>	<b>36</b>
3.1. Caracterización de especies de picudos del plátano .....	36
3.2. Análisis químico de los atrayentes.....	37
3.3. Picudos colectados en relación al tipo de cebo y trampa.....	39
3.4. Picudos colectados en relación a la especie, tipo de cebo y trampa.....	40
3.4.1. Número de individuos de Picudo negro ( <i>Cosmopolites sp.</i> ) en relación tipo de atrayente y trampa.....	40
3.4.2. Número de individuos de picudo rayado ( <i>Metamasius sp.</i> ) en relación al tipo atrayente trampa.....	41
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>43</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>50</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro ANOVA .....	22
Tabla 2. Ubicación geográfica de las parcelas de estudio. ....	24
Tabla 3. Características generales del área experimental. ....	28
Tabla 4. Descripción de los tratamientos con códigos de trampas y atrayentes. ....	29
Tabla 5. Análisis de atrayentes naturales. ....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de las comunidades donde realizo la investigación. ....	21
Figura 2 Croquis de distribución de bloques y tratamientos. ....	27
Figura 3 Unidad experimental, mostrando una trampa instalada y cebada con atrayente afrecho de masato para la captura de picudos.....	28
Figura 4. Individuo de <i>Cosmopolites sp</i> (4A), élitros (4B), cabeza con antenas (4C) y par de patas (4D).....	32
Figura 5. Individuo de <i>Metamasius sp</i> (5A), élitros (5B), cabeza con antenas (5C) y par de patas (5D).....	33
Figura 6. Especies de picudos recolectados en el estudio. A-D: <i>Cosmopolites sp</i> ; E-H: <i>Metamasius sp</i> .....	36
Figura 7. Análisis de Grados Brix para distintos atrayentes utilizados en la colecta de picudos plagas del plátano. ....	37
Figura 8,. Análisis de pH para distintos atrayentes utilizados en la colecta de picudos plagas del plátano.....	38
Figura 9,. Análisis de conductividad eléctrica de atrayente caña (A), plátano maduro (B), afrecho de masato (C) y rizoma de plátano (D).....	39
Figura 10, Número medio de picudos colectados utilizando distintos cebos con trampas hechas de bambú y trampas hechas de botella descartable. El análisis fue realizado utilizando un ANOVA bifactorial.....	40
Figura 11. Comparación entre atrayente y eficiencia de trampa artesanal con relación a la captura de picudo negro ( <i>Cosmopolites sp</i> ). El análisis fue realizado utilizando un ANOVA bifactorial.....	41
Figura 12. Comparación entre atrayente y eficiencia de trampa artesanal con relación a la captura del picudo rayado <i>Metamasius sp</i> . El análisis fue realizado utilizando un ANOVA bifactorial. ....	42
Figura 13. A. Protibia de <i>P. mellerborgii</i> . B. Rostro y antena de <i>R. palmarum</i> . C. Antena de <i>M. submaculatus</i> . D. Vista dorsal de élitros de <i>C. sordidus</i> . E. Mesoepimeron de <i>C. sordidus</i> . F. Élitros de <i>M. submaculatus</i> . G. Rostro de <i>M. submaculatus</i> . H. Antena de <i>M. hemipterus</i> . I. Metatarso de <i>M. hebetatus</i> . J. Metatarso de <i>M. hemipterus</i> . ....	51
Figura 14. Preparación de atrayentes naturales (A). plátano maduro (B) caña (C). rizoma de plátano (D). afrecho de masato (E). proceso de preparación de atrayentes .....	52

Figura 15. Rizoma de plátano con daños causado por *Cosmopolites sp.* (A). Trampa de bambú instalada con atrayente de rizoma de plátano (B). Evaluación de trampa con trayente caña (C) Trampa botella descartable con atrayente rizoma de plátano (D)..... 53

Figura 16. Análisis de pH de los atrayente (A): Desinfección y lavado de picudo de plátano (B). Toma fotográfica de partes externas de picudo del plátano (C). Análisis de conductividad eléctrica de los atrayente (D)..... 54

## RESUMEN

La investigación fue desarrollada en parcelas de plátano de las comunidades nativas de Papayacu, Dos de Mayo, Candungos y Soledad, del distrito de Río Santiago, Condorcanqui, Amazonas. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del control etológico del picudo del plátano, en Alto Santiago-Río Santiago. Se usó diseño experimental en bloques completamente al azar (DBCA), se instaló 8 tratamientos y 2 factores por separado: FA-Trampa artesanal, FB- Atrayente, con 4 repeticiones, haciendo un total de 32 unidades experimentales. Como resultado se recolectó un total de 410 ejemplares en todo el tiempo de estudio, la especie predominante fue picudo negro (*Cosmopolites sp*) con un total de 259 individuos capturados y en menor cantidad el picudo rayado (*Metamasius sp*) con un total de 151 individuos capturados. Se demostró la efectividad de los atrayentes naturales utilizados, el rizoma de plátano atrajo un mayor número de individuos de *Cosmopolites sp*. y el cebo de caña atrajo un mayor número de individuos de *Metamasius sp*. En cuanto a la eficacia de los tipos de trampas no hubo diferencia en la captura de picudos del plátano. Sin embargo, es recomendable utilizar trampas hechas de bambú por no tener ningún riesgo para el medio ambiente. Los resultados demuestran que el uso de trampas artesanales con atrayentes naturales como una alternativa de manejo cultural del complejo de picudos.

**Palabras clave:** Control, etológico. Picudo, plátano.

## ABSTRACT

The research was carried out in plantain plots of the native communities of Papayacu, Dos de Mayo, Candungos and Soledad, in the district of Río Santiago, Condorcanqui, Amazonas. The objective of this research was to evaluate the effect of ethological control of the plantain weevil in Alto Santiago-Rio Santiago. A completely randomized block experimental design (DBCA) was used, 8 treatments and 2 factors were installed separately: FA-Artisanal Trap, FB-Attractant, with 4 repetitions, making a total of 32 experimental units. As a result, a total of 410 specimens were collected throughout the study time, the predominant species was the black weevil (*Cosmopolites* sp) with a total of 259 individuals captured and to a lesser extent the striped weevil (*Metamasius* sp) with a total of 151 individuals. captured. The effectiveness of the natural attractants used was demonstrated, the plantain rhizome attracted a greater number of individuals of *Cosmopolites* sp. and the rod bait attracted a greater number of individuals of *Metamasius* sp. Regarding the effectiveness of the types of traps, there was no difference in the capture of plantain weevils. However, it is advisable to use traps made of bamboo as they do not pose any risk to the environment. The results show that the use of artisanal traps with natural attractants, as an alternative for the cultural management of the weevil complex.

**Keywords:** Control, ethological. Weevil, banana.

## I. INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa* sp.), es el cuarto cultivo más importante a nivel global después del arroz, el trigo y el maíz. Es un producto esencial en la alimentación del hombre y de exportación para numerosos países productores de este importante cultivo (Chanalata, 2020).

La producción de plátano en el Perú incrementó a 3,68% (INEI, 2022). Las principales regiones productoras de plátano fueron: Piura (54,6%), Tumbes (44,5%), Madre de Dios (39,9) Junín (17,0%), y Ucayali (2,8%), con un total de 44.9 % de la producción nacional. Asimismo, aumento en la Libertad (40,6%), Ancash (39,8%), Lima (38,0 %), Ica (27,3%), Huánuco (5,4%), Cajamarca (5,2 %), Puno (4,3 %) y Loreto (1,6%). Sin embargo, la producción de plátano disminuyó en los departamentos de Ayacucho (-66.7%), Lambayeque (-41.6%), Pasco (-29.1%), Amazonas (-8.1%), Huancavelica (-4.9%), Cusco (-1.0%) y San Martín (-0.2%) (INEI, 2019).

Es caracterizado por su valiosa alternativa alimenticia y es un importante generador de ingresos económicos para los pequeños agricultores, especialmente en las regiones selváticas. En dichas regiones, un promedio de 147,987 familias depende directa e indirectamente de este cultivo (AGROBANCO, 2011).

En las zonas plataneras del país, las enfermedades y las plagas de insectos causan daños en el cultivo del plátano, afectando a la planta en diferentes estados fenológicos y en diferentes partes de la misma. Entre las principales plagas de insectos está el picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) que daña los rizomas y pseudotallos, impidiendo la propagación de nuevos brotes (hijuelos). El daño causado por altas infestaciones de *C. sordidus* debilita a la planta hasta causar la muerte, afectando la producción (Bonilla *et al.*, 2020).

Las plagas de insectos de la familia Curculionidae como el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y el picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) son las principales plagas en cultivares de las musáceas.

Estas plagas causan daños al cultivo del plátano en sus fases larvales afectando el rizoma del plátano. Al consumir parte de esta zona del cultivo construyen galerías y destruyen el tejido del mismo, provocando desbalances nutricionales, pudriciones, la caída de la planta, que genera considerables pérdidas (Aguilera., 2002; Rojas *et al.*, 2019).

El plátano es un cultivo que tiene problemas fitosanitarios por presentar mayor susceptibilidad a diferentes enfermedades fitosanitarias producidos por insectos plagas principalmente del picudo negro del plátano *C. sordidus* que es el responsable de la destrucción de rizomas y pseudotallos (Parrales, 2019).

Por otro lado, (Bohórquez, 2020) menciona que el picudo negro causa daño a la planta de banano y plátano, formando dentro del rizoma galerías, túneles en el pseudotallo que llegan alcanzar hasta los 62 cm de longitud y un diámetro de 1.5cm, la cual impide la translocación de agua y nutrientes que conlleva en pérdida de peso del racimo generando perjuicios económica para el agricultor.

El picudo rayado (*Metamasius hemipterus* L). es considerado plaga secundaria en el cultivo del plátano, porque es una plaga principal en el cultivo de caña de azúcar, causando considerables daños al destruir los tejidos y debilitar la planta (Jiménez, *et al.*, 2012).

Por otro lado, el picudo negro del plátano, *C. sordidus* es considerado la plaga con mayor importancia económica en los países productores de cultivos de plátano y banano (Aguilera, 2002; Armendáriz, *et al.*, 2016; Parrales, 2019; Bohórquez, 2020 y Gaibor, 2020).

La mitigación de las plagas del complejo de picudos del plátano y banano depende principalmente del uso de plaguicidas (organofosforados, carbamatos y piretroides). Pero el uso de estos insecticidas afecta al medio ambiente, causa un desequilibrio ecológico y pueden afectar la salud del aplicador y los consumidores. Por ello como una alternativa amigable con el medio ambiente y de menor costo para el productor, es el uso de hongos entomopatógenos y captura masiva de adultos de insectos con trampas cebadas con feromona sexual o con sustancias alimenticias

constituyen métodos alternativos al control de picudos plagas del plátano (Armendáriz *et al.*, 2016)

Las zonas productoras de plátano de las comunidades nativas de Rio Santiago, Provincia de Condorcanqui, están expensas con problemas fitosanitarios, debido a que la zona reúne las condiciones climáticas favorables de insectos plagas, así mismo por inadecuada tecnología utilizada y desconocimiento del manejo adecuado del control de plagas, como el picudo negro del plátano *C. sordidus* y el picudo rayado *M. hemipterus*, que son las plagas secundarias en el cultivo de plátano a nivel nacional (Dender., 2018)

Los perjuicios significativos que ocasionan el picudo negro *C. sordidus* y el picudo rayado *M. hemipterus* en plantaciones de plátano es un problema fitosanitario que merma la producción (Maldonado y Meza., 2018). En consideración de ello, fue realizado un estudio de investigación con la finalidad de facilitar alternativas de control de estas plagas con métodos y tecnologías amigables con el medio ambiente, **“Control etológico del picudo del plátano (*Cosmopolites sp* y *Metamasius sp*) en alto Santiago, Rio Santiago, provincia Condorcanqui- Amazonas- 2020”**. Los resultados de esta investigación beneficiará a los productores de comunidades nativas de Rio Santiago, así mismo, los métodos propuestos en el presente trabajo son de menor costo para los pequeños productores para realizar el control de estas plagas del plátano (Maldonado y Meza., 2018)

El aporte del presente trabajo de investigación está asociado a la adopción de una alternativa de control de plagas del picudo negro y picudo rayado del plátano, como una alternativa sostenible en la producción del plátano, sin uso de plaguicidas.

## **II. MATERIAL Y MÉTODOS**

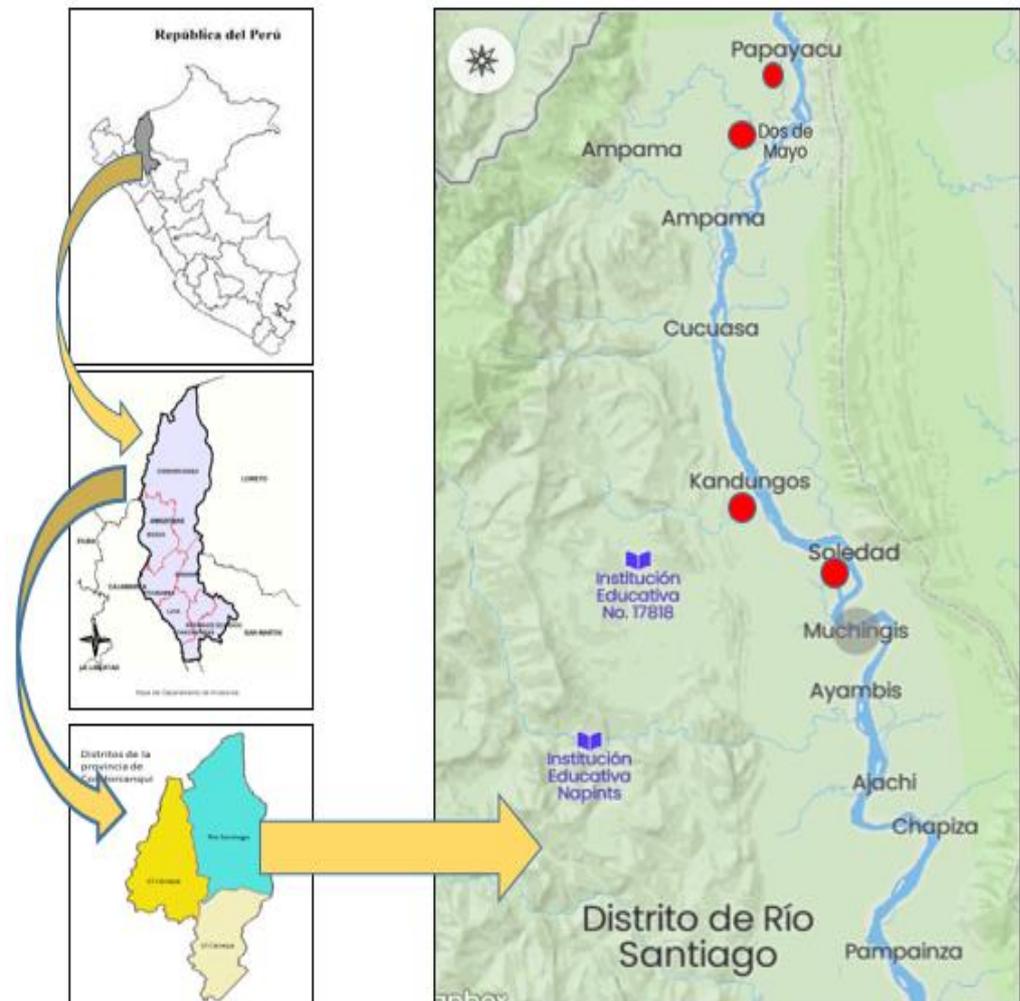
### **2.1. Ubicación geográfica del área de estudio**

El presente trabajo de investigación fue realizado en cuatro parcelas de plantaciones de plátano y en cuatro comunidades del alto Santiago, que está localizado en el distrito de Río Santiago, provincia de Condorcanqui, región Amazonas (Figura 1). Geográficamente alto Santiago está ubicado a  $3^{\circ}59'00''S$   $78^{\circ}07'00''O$ , a una altitud de 200 m.s.n.m., la temperatura varía entre  $24^{\circ}C$  y  $28^{\circ}C$ , con precipitación media anual de 2000 – 3500 mm.

El distrito de Río Santiago, limita al norte con Ecuador, al Este con la región Loreto, al Oeste con el distrito El Cenepa y al Sur con el distrito de Nieva, en la provincia Condorcanqui, departamento Amazonas. Las comunidades indígenas donde fue realizado el trabajo de investigación están situadas a lo largo del Río Santiago, en la cuenca alta del río principal.

**Figura 1**

*Mapa de ubicación de las comunidades donde realizo la investigación.*



Recogido de <https://mapcarta.com/es/29047036>

## 2.2. Metodología

### 2.2.1. Diseño de la investigación

El presente estudio de investigación fue de tipo experimental, para ello se utilizó un diseño estadístico en bloques completamente al azar (DBCA) de arreglo factorial: 2A: tipos de trampas (trampa bambú y trampa descartable) x 4B: atrayentes naturales (trozos de caña, plátano maduro, afrecho de masato y rizoma de plátano), se instaló 8 tratamientos, con 4 repeticiones en cada bloque, haciendo un total de 32 unidades experimentales.

### Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varphi_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$ . = Representa la respuesta adquirida en la unidad experimental correspondiente al k.-ésimo bloque a la cual se le aplicó el i.-ésimo nivel del factor A, con el j.-ésimo nivel del factor B.

$\mu$  = Simboliza a la media poblacional a estimar a partir de los datos experimento.

$\alpha_i$ . = Es el efecto; del i-ésimo nivel del factor A.

$\beta_j$ . = Es el efecto, del j-ésimo nivel del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Es el efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor A con j-ésimo nivel del factor B.

$\varphi_k$ . = Es el efecto del k-ésimo bloque.

$\epsilon_{ijk}$  = Es el efecto aleatorio de variación.

Para

$i$ = 1; 2. niveles del factor A (tipos de trampa)

$j$ = 1; 2, 3, 4. niveles del factor B (atrayentes naturales)

$k$ =1; 2, 3 bloques.

### Tabla 1

Cuadro ANOVA

F de V	Gl	SC	CM	F
Tratamientos	ab-1	Tyy	T	T/E
A	a-1	Ayy	A	A/E
B	b-1	Byy	B	B/E
AB	(a-1)(b-1)	AByy	AB	AB/E
Bloques	r-1	Ryy	R	R/E
Error	(ab-1)(r-1)	Eyy	E	
Total	abr-1	Wyy	W	

Fuente: Cuadro ANVA (Torres, 2013)

## **2.3. Población, muestra y muestreo.**

### **2.3.1. Población.**

La población estuvo constituida por los adultos de picudo del plátano, presentes en las plantaciones de plátano, representativas al muestreo y cultivadas bajo las condiciones climáticas del alto Santiago, Condorcanqui, Amazonas.

### **2.3.2. Muestra**

Estuvo conformado por adultos de picudos capturados en 8 trampas por cada unidad experimental en estudio. El trabajo de investigación tuvo dos factores que representaron los ocho tratamientos, para el muestreo la captura fue realizada de “forma manual”, cuantificando el número total de insectos capturados y las 2 especies encontradas por cada tipo de trampa.

### **2.3.3. Muestreo**

El muestreo fue de tipo estratificado.

## **2.4. Variables de estudio**

### **2.4.1. Variable Independiente**

- ❖ Tipos de trampa
  - Trampa de bambú
  - Trampa de botella descartable
- ❖ Atrayentes naturales:
  - Trozos de caña.
  - Plátano maduro.
  - Afrecho de masato.
  - Trozo de rizomas de plátano.

### 2.4.2. Variables Dependientes

- ❖ Número de picudos capturados.
- ❖ Número del complejo de picudos capturados por tipo de trampa
- ❖ Número del complejo de picudos capturados por tipo de atrayente natural.

### 2.5. Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos y procedimientos.

El presente estudio de investigación fue desarrollado en dos fases: fase de campo y fase de laboratorio.

**1.En la fase de campo**, fueron instaladas las trampas con atrayentes naturales para la captura de picudos.

**2.En la fase de laboratorio**, fueron identificadas las características morfológicas del picudo del plátano.

### 2.6. Fase de campo.

#### 2.6.1. Ubicación del experimento.

Las plantaciones de plátano en estado productivo estaban ubicadas en cuatro comunidades del distrito de Rio Santiago, en las siguientes coordenadas geográficas:

**Tabla 2**

*Ubicación geográfica de las parcelas de estudio.*

<b>Comunidad</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud</b>
Papayacu	3130362	77818261	260.14 m
Dos de mayo	185695	9645932	204.91 m
Candungos	0185785	9615934	199 m
Soledad	3457906	77.847963	178.99 m

Realizada con aplicativo: NoteCam Life: cámara GPS

### **2.6.2. Identificación del área de estudio**

El reconocimiento del área de estudio fue realizado un mes antes de la ejecución de la presente investigación. Las parcelas de plátano elegidas fueron plantaciones de 0.5 ha en estado productivo de la variedad dominico hartón. Las plantas tenían más de dos años de edad con una densidad de siembra de 4 x 4, el sistema de siembra fue de tipo tradicional.

### **2.6.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

La técnica utilizada para la recolecta de datos fue a través de una libreta de campo, la cual estuvo conformada con los datos: ubicación de la parcela, nombre del productor, fechas de revisión de trampas y descripción del tratamiento. La frecuencia de recolección de datos se realizó cada 5 días en un periodo de tres meses.

### **2.6.4. Preparación de trampas para la captura de picudos.**

En función a los tratamientos en estudio, fueron preparadas dos tipos de trampas artesanales para la captura de picudos adultos plagas del plátano: I) trampas hechas de caña de bambú de 30 – 40 cm de largo con 12 cm de diámetro y II) trampas hechas de botellas plásticas descartables de 3 L. Cada trampa (de bambú o descartable) tenía un espacio en forma de ventana a 15 cm desde la base, con las siguientes medidas: 15 cm de largo y 10 cm de ancho. Cada trampa tenía en la parte superior un agujero de 2 cm de diámetro, que sirvió para sujetar o amarrar las bolsas que contenían el atrayente al momento de instalación. Los materiales para desarrollar las trampas fueron adquiridos en la misma localidad.

### **2.6.5. Determinación del nivel de captura.**

El nivel de captura de las trampas artesanales y de los cuatro atrayentes naturales fue realizado en cuatro parcelas: Papayacu, Dos

de mayo, Candungos y Soledad. En cada parcela fue cuantificado el número de picudos colectados en cada trampa artesanal y para cada atrayente natural. El atrayente fue renovado cada cinco días en el momento de revisión de las trampas.

#### **2.6.6. Atrayentes**

Los atrayentes naturales utilizados para la captura de picudos del plátano fueron trozos de caña aplastada, plátano maduro, afrecho de masato y rizoma de plátano. Los atrayentes fueron adquiridos en la misma zona donde fue realizada la investigación y la preparación de los mismos fue realizada de forma manual al momento de instalar las trampas (bambú y botella descartable) en campo.

#### **2.6.7. Procedimiento de preparación de los atrayentes**

**Caña:** La caña fue cortada en pedazos entre cada nudo con un machete. Cada pedazo fue cortado en cuatro partes iguales en forma vertical y seguidamente aplastado con un palo. Los trozos de caña (entre 200 – 250 g) fueron colocados en una bolsa transparente de 0.5 kg de capacidad, la cual tenía agujeros para permitir la salida de los volátiles del cebo. La parte superior de la bolsa fue amarra con pita y colgado dentro de la trampa.

**Plátano:** Plátanos maduros (n=8) fueron colectados, la cascara retirada y los plátanos triturados de forma manual hasta obtener una masa. La masa (entre 200 – 250 g) fue colocada en una bolsa transparente de 0.5 kg de capacidad con agujeros, amarrada con pita y colgado dentro de la trampa.

**Afrecho de masato:** Este atrayente fue obtenido de los restos de masato, bebida tradicional de los pueblos indígenas amazónicos del Perú.

**Rizoma del plátano:** El rizoma de plátano fue obtenido de una planta con cerca de 8 meses de edad. El rizoma fue cortado y trozos del material (entre 200 – 250 g) fue colocado en una bolsa transparente de 0.5 kg de capacidad con agujeros, amarrada con pita y colgado dentro de la trampa.

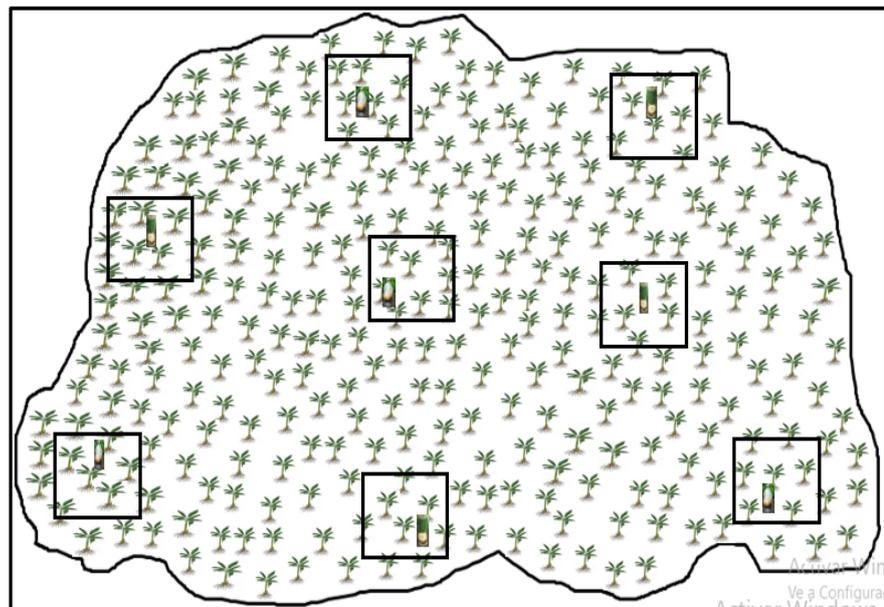
#### 2.6.8. Instalación de trampas en las parcelas de estudio.

En cada parcela fueron instaladas los dos tipos de trampas con los atrayentes naturales para la captura de picudos del plátano, como descrito a continuación.

Fue seleccionada un área de 144 m<sup>2</sup> en marcada con rafia donde fue instalada una trampa (de plástico o de bambú) cebada con uno de los atrayentes. En cada parcela (área de 0.5 ha) fueron establecidos 8 tratamientos (2 tipos de trampas y 4 atrayentes), cada trampa fue instalada de manera aleatoria dentro de la parcela.

#### Figura 2

*Croquis de distribución de bloques y tratamientos.*



En cada trampa fueron colocados 50 mL de agua con detergente para la conservación y muerte de los individuos colectados. Seguidamente, el atrayente (dentro de una bolsa con agujeros) fue colocado dentro de la trampa.

Las trampas fueron instaladas en cada unidad experimental, siendo enterradas de tal manera que la ventana de la trampa quedara a nivel del suelo (Figura 3). La trampa fue tapada con hojas de plátano.

## 2.7. Unidad experimental

La unidad experimental de investigación estuvo representada por 1 trampa con atrayente natural, instalada dentro de un área de la parcela.

### Figura 3

*Unidad experimental, mostrando una trampa instalada y cebada con atrayente afrecho de masato para la captura de picudos.*



### 2.7.1 Características del área experimental

#### Tabla 3

*Características generales del área experimental.*

Número de bloques	: 4
Tratamientos	: 8
Número de trampas por tratamiento	: 1
Número de repeticiones	: 4
Número total de unidades experimentales	: 32
Trampas por bloque	: 8
Área total	: 20000 m <sup>2</sup>

## 2.7.2. Factores de estudio

### 2.7.2.1. Factor A: Tipo de trampas

Niveles:

a<sub>1</sub>: Bambú

b<sub>2</sub>: Botella descartable

### 2.7.2.2. Factor B: Atrayentes naturales

Niveles:

b<sub>1</sub>: Trozos de caña chancada

b<sub>2</sub>: Plátano maduro

b<sub>3</sub>: Afrecho de masato

b<sub>4</sub>: rizoma de plátano

**Tabla 4**

*Descripción de los tratamientos con códigos de trampas y atrayentes.*

<b>TTO</b>	<b>COMBINACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
T1	(A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> )	Trampa bambú + Trozos de caña chancada
T2	(A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> )	Trampa bambú + Plátano maduro
T3	(A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> )	Trampa bambú + Afrecho de masato
T4	(A <sub>1</sub> B <sub>4</sub> )	Trampa bambú + Rizoma de plátano
T5	(A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> )	Trampa descartable + Trozos de caña chancada
T6	(A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> )	Trampa descartable + Plátano maduro
T7	(A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> )	Trampa descartable + Afrecho de masato
T8	(A <sub>2</sub> B <sub>4</sub> )	Trampa descartable + Rizoma de plátano

### **2.7.2.3. Tratamientos**

La combinación de dos factores en estudio (tipo de trampa) más el tipo de atrayente es el tratamiento, conformando un total de 8 tratamientos en cada parcela.

## **2.8. Caracterización morfológica del picudo del plátano.**

### **2.8.1. Fase de laboratorio**

La fase de laboratorio fue desarrollada en el Laboratorio de Entomología y Fitopatología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), Perú. Los ejemplares analizados fueron colectados en alto Santiago - Rio Santiago, Provincia de Condorcanqui, Amazonas, Perú.

### **2.8.2. Caracterización morfológica**

La caracterización morfológica fue realizada para dos especies de picudos recolectadas durante el trabajo de investigación “**Control etológico del picudo del plátano (*Cosmopolites* sp y *Metamasius* sp) en alto Santiago-Rio Santiago, Provincia Condorcanqui – Amazonas 2020**”. La caracterización fue basada en la diagnosis y las claves de caracteres morfológicos externos utilizando un estereoscopio eléctrico, como descrito en Sepúlveda y Rubio (2009).

Así mismo, los morfotipos también fueron determinados por observación de rasgos variables en los élitros y la coloración de los insectos (Duque *et al.*, 2012). La medición de los mismos fue realizado con el software Practica Image Tool 3.00, que permitió hacer mediciones en fotografías digitales en base a medidas patrón (objeto de tamaño conocido) que fueron tomadas a la misma distancia.

### **2.8.3. Procedimiento.**

Para la caracterización morfológica, los picudos fueron colocados en una cámara letal con cianuro con el objetivo de matar al insecto, pero

sin dañar sus partes externas como patas, alas y antenas. En seguida, los picudos muertos fueron colocados en una placa Petri rotulada con los datos de procedencia de la muestra, tipo de especie y fecha de caracterización. Luego, el insecto fue lavado con agua destilada y limpiado con ayuda de un pincel y bisturí, con la finalidad de eliminar tierra o alguna otra impureza del cuerpo, para tener la coloración propio del insecto.

Los ejemplares fueron fotografiados utilizando un estereoscopio eléctrico (marca Carl Zeiss, modelo Discovery. V8). Cada ejemplar fue colocado en una placa Petri y al costado del insecto fue colocada una hoja (2 x 1 cm) milimetrada que sirvió como escala para las mediciones. Cada ejemplar fue fotografiado primero de cuerpo entero y cada segmento corporal (patas, élitro, cabeza con antena) fue fotografiado de manera individual.

#### **2.8.4. Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y Picudo rayado (*Metamasius hemipterus*)**

(Quisbert., 2015) demuestra que el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y el picudo rayado (*Metamasius hemipterus*), son los coleópteros plagas que más limitan la producción de plátano y banano. Estas dos especies de peste causa mayor daño en fase larval, ambas especies de picudos se alimentan del rizoma del plátano. Durante la alimentación, las larvas construyen galerías y destruyen el tejido rizomático, originando desbalances nutricionales, pudriciones y caídas de las plantas.

#### **2.8.5. Descripción del picudo negro del plátano (*Cosmopolites sp*).**

Los individuos de *Cosmopolites sp* presentan coloración negra con un tamaño aproximado de 1.8 a 2 cm de longitud (Figura 4A). El cuerpo es estrecho, alargado y ovalado con superficie lisa. El élitro tiene estrías y punturas profundas (Figura 4B), la cabeza exhibe un pico

largo y curvo (Figura 4C). Los tres pares de patas presentan protibias con uncus y mucron apicales, meso y metatibias solo con mucron (Figura 4D), las cuales son corroboradas con estudios realizados por (Sepúlveda y Rubio., 2009; Sánchez y Vallejo., 2010 y Quisbert., 2015).

#### **Figura 4**

*Individuo de Cosmopolites sp (4A), élitros (4B), cabeza con antenas (4C) y par de patas (4D).*



#### **2.8.6. Picudo rayado (*Metamasius hemipterus* L.).**

Los individuos presentan variabilidad en los patrones de coloración de los élitros, desde preeminente naranja hasta completamente negros, por lo que se pueden confundirse con otras especies o en ocasiones hacer pensar que es una especie diferente (Sepúlveda y Rubio, 2009). Por lo cual, en el presente trabajo de investigación fueron determinadas características morfológicas externas, con el objetivo de obtener una referencia para realizar la caracterización externa del picudo negro y picudo rayado.

#### **2.8.7. Diagnósis del picudo rayado (*Metamasius sp*).**

El adulto mide entre 1.5 a 2 cm de largo con coloraciones generalmente amarillo o pardo-rojizo. Presentan marcas negras en el tórax, una mancha central alargada que lo atraviesa y dos manchas paralelas a cada lado, pero de menor longitud (Figura 5A). Los élitros

son de color amarillo rojizo con manchas negras irregulares hacia el borde (Figura 5B). Las antenas son truncadas apicalmente con la porción velludo de la clava antenal, cubriendo menos de la mitad de la longitud de la clava completa (Figura 5C). Así mismo, la porción expuesta del escutelo es triangular. Las características señaladas anteriormente son confirmadas con los estudios realizados por (Duque *et al.* 2012; Sánchez y Vallejo., 2010).

### **Figura 5**

*Individuo de Metamasius sp(5A), élitros (5B), cabeza con antenas (5C) y par de patas (5D).*



#### **2.8.8. Análisis de las propiedades químicas de atrayentes.**

Las propiedades químicas de los atrayentes fueron analizadas utilizando los siguientes procedimientos:

La caña, el plátano y el rizoma fueron lavados con agua de grifo. La caña fue aplastada dentro de un depósito hasta obtener trozos suaves que fueron exprimidos con la mano y el jugo obtenido fue almacenado a temperatura ambiente en un frasco de vidrio de 250 mL.

El rizoma de plátano fue raspado con un cuchillo y la parte del rizoma que sale con el producto de la rapa fue exprimido en un depósito y el jugo fue almacenado a temperatura ambiente, en un frasco de vidrio de 250 mL.

Para el atrayente de plátano maduro la cascara fue retirada y el plátano triturado con la mano hasta obtener una masa, el jugo acumulado en el transcurso de días fue utilizado en el análisis químico.

En cuanto el afrecho de masato no se hizo el lavado por lo que es una muestra en líquido, producto que se obtiene del preparado de yuca cocinada. Esta bebida tradicional de los pueblos indígenas amazónicos es preparada como indicado a continuación: la yuca se pela y corta en pedazos que son colocados en una olla de tamaño regular (que depende de la cantidad que se quiera preparar). Posteriormente, la yuca es cocida en leña y cuando este cocido la yuca se retira de la olla. En seguida se procede a triturar la yuca con ayuda de un palo, conocido como *taen* en términos indígenas. A la yuca triturada se le agrega camote (*Ipomea batatas*) rayado y se pone en un depósito para que sea diluido con agua. El camote diluido con agua se agrega en una olla que tiene la yuca triturada y se agrega cierta cantidad de agua. Cuando esta queda una masa y dulce se vierte en un depósito, que después de 12 horas está listo para ser consumido.

#### **2.8.9. Procedimiento de análisis de grado brix, pH y conductividad eléctrica (C.E.).**

**Grado Brix:** La muestra líquida previamente preparada de cada atrayente fue utilizada para medir los grados brix. 20 mL de la muestra líquida del atrayente fueron colocados en un beaker de 25 mL. Con un gotero, se extrajo el líquido y se goteó sobre el aerómetro de un refractómetro y el resultado fue anotado en un cuaderno. El aerómetro fue limpiado después de cada análisis. Todos los atrayentes fueron analizados de forma individual utilizando la misma técnica.

**pH:** 30 mL de la muestra líquida del atrayente fue colocado en un beaker de 50 mL. Seguidamente, un peachimetro fue introducido en la muestra líquida y el resultado anotado en un cuaderno. El peachimetro fue lavado después de cada lectura.

**C.E.:** 40 mL de la muestra líquida del atrayente fue colocado en un beaker de 50 mL. Seguidamente, el electrodo de un conductivímetro fue introducido en la muestra líquida y el resultado anotado en un cuaderno.

#### **2.8.10. Análisis estadístico**

Un ANOVA bifactorial fue utilizado para analizar la relación del tipo de trampa y atrayente con el número total de ejemplares y número de individuos por especie. Como variable explicativa categórica (factores) fueron utilizados el tipo de trampa (trampa bambú y trampa descartable) y el tipo de atrayente (caña, plátano maduro, afrecho de masato y rizoma de plátano). Como variable respuesta explicativa fue utilizado el número total de picudos colectados en el estudio (410) y el número de individuos por especie (*Cosmopolites sp* 259 individuos; *Metamasius sp* 151 individuos). Para cada ANOVA bifactorial fueron verificados la homogeneidad de las varianzas (prueba de Levene) y la normalidad de los residuos (prueba de Shapiro-Wilk). Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey. Análisis de regresión lineal simple fueron realizados para evaluar la relación de los grados brix, pH y C.E. con el número de días de fermentación de los cebos. Antes del análisis de regresión lineal, fueron verificados la normalidad y homocedasticidad de los residuos. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa R (R 3.6.2).

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Caracterización de especies de picudos del plátano

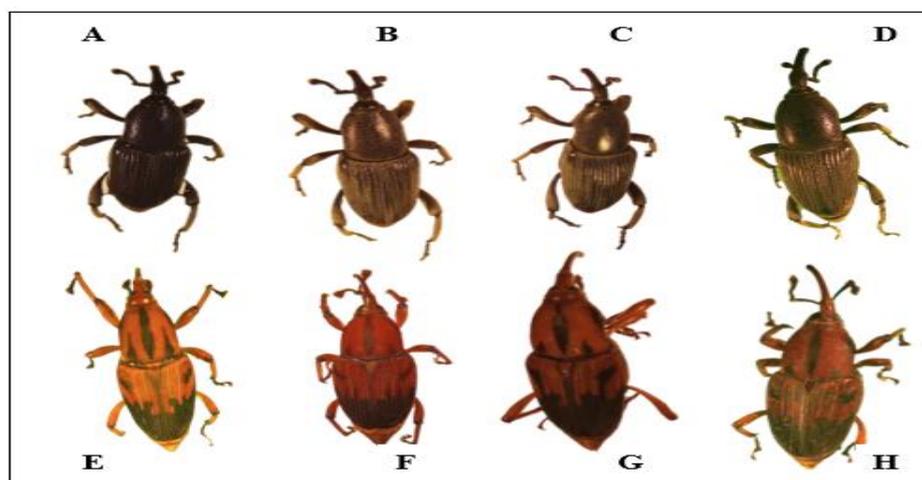
Los ejemplares colectados en las diferentes localidades de estudio fueron caracterizados utilizando la clave taxonómica de Sepúlveda y Rubio (2009). Los individuos colectados fueron identificados como *Cosmopolites sp* y *Metamasuis sp*.

*Cosmopolites sp* fue una especie monomorfica, los ejemplares no presentaron variabilidades en cuanto los patrones de coloracion de los elitros, siendo de color negro uniforme en todo el cuerpo. El cuerpo fue estrecho, alargado y ovalado con superficie lisa. Los élitros tenían estrías longitudinales y punturas profundas, la cabeza exhibió un pico largo y curvo (Figura 6A, 6B, 6C y 6D). La especie fue corroborada con lo descrito por (Sepúlveda y Rubio., 2009; Gamboa., 2012).

Los individuos de *Metamasuis sp* fueron de coloración amarillo rojizo con marcas negras no regulares hacia el borde, con exhibición de marcas negras en el tórax. Una mancha en el centro de forma alargada atravesaba el tórax y dos manchas paralelas a cada lado, pero de menor longitud. Los individuos no presentaron diferencias en los patrones de coloración de los élitros (Figura 6E, 6F, 6G y 6H).

#### Figura 6

*Especies de picudos recolectados en el estudio. A-D: Cosmopolites sp; E-H: Metamasuis sp.*

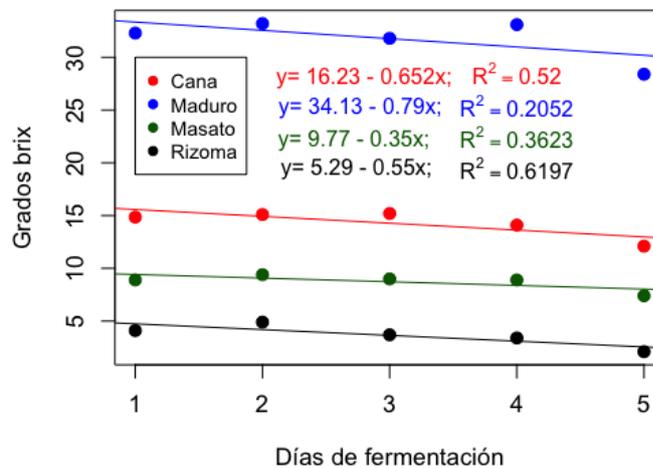


### 3.2. Análisis químico de los atrayentes

En el siguiente cuadro se aprecia el análisis de regresión lineal de los atrayentes naturales, en el que se muestra que la pérdida de azúcar es mínima de acuerdo al tiempo (día) de fermentación. El atrayente plátano maduro tenía mayor nivel de azúcar en comparación de los demás atrayentes. El tiempo afectó de forma negativa los grados brix (Figura 7).

**Figura 7**

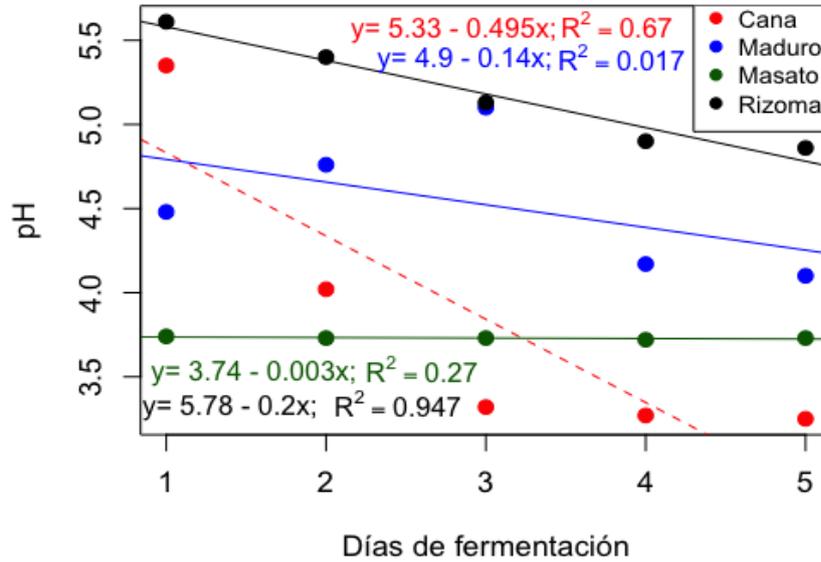
*Análisis de Grados Brix para distintos atrayentes utilizados en la colecta de picudos plagas del plátano.*



En la Figura 8 se muestran los resultados del nivel de acidez de los atrayentes a través de su valor pH. El análisis de regresión lineal muestra que cada atrayente tiene diferentes niveles de acidez. El tiempo (días) provocó una disminución del nivel de acidez de los cebos caña, plátano maduro y rizoma de plátano. El pH del afrecho de masato permaneció estable a lo largo de los distintos días de fermentación.

**Figura 8**

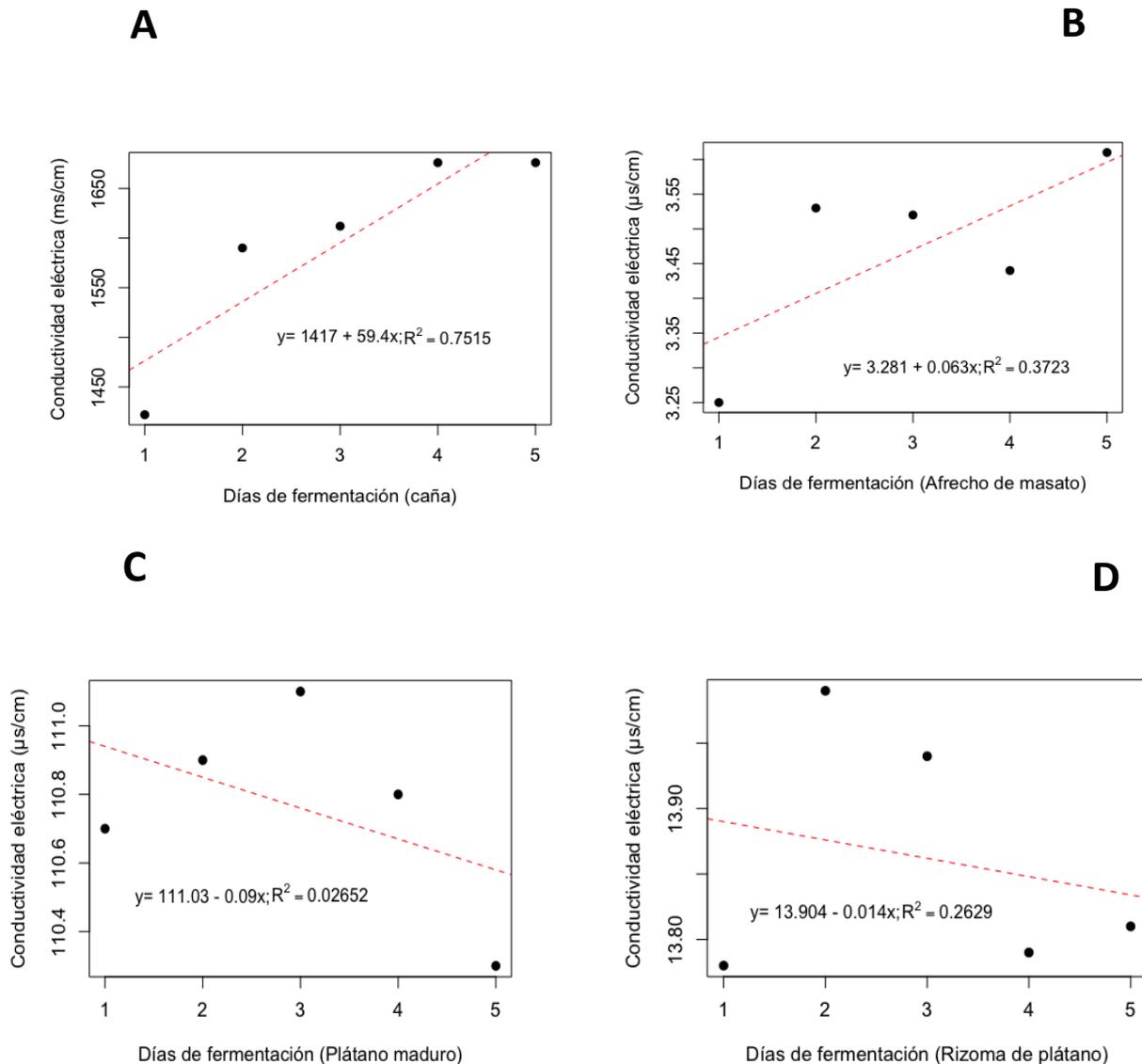
*Análisis de pH para distintos atrayentes utilizados en la colecta de picudos plagas del plátano.*



La recta de regresión de la conductividad eléctrica (C.E.) fue positiva para la atrayente caña (Figura 9A) y el afrecho de masato (Figura 9B), aumentando la C.E. con los días de fermentación. No obstante, los niveles de conductividad eléctrica disminuyeron con los días de fermentación en los atrayentes plátanos maduros (Figura 9C) y rizoma de plátano (Figura 9D).

### Figura 9

Análisis de conductividad eléctrica de atrayente caña (A), plátano maduro (B), afrecho de masato (C) y rizoma de plátano (D).

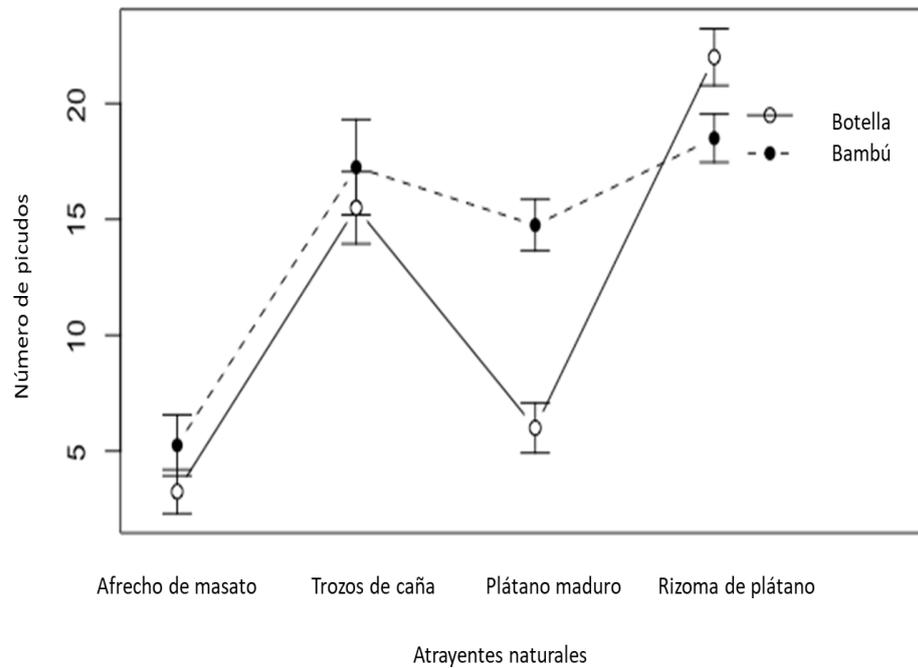


### 3.3. Picudos colectados en relación al tipo de cebo y trampa

El número medio de picudos colectados estuvo asociado al tipo de cebo y trampa utilizada ( $F_{24,3} = 7.076$ ;  $p = 0.0001$ ). El número de picudos colectados fue similar en atrayentes de afrecho y caña, independientemente del tipo de trampa. El atrayente de plátano en trampas de bambú colectó un mayor número de picudos en comparación con las trampas de botellas. La combinación del cebo rizoma de plátano y trampas hechas de botellas colectó un mayor número de picudos (**Figura 10**).

**Figura 10**

Número medio de picudos colectados utilizando distintos cebos con trampas hechas de bambú y trampas hechas de botella descartable. El análisis fue realizado utilizando un ANOVA bifactorial



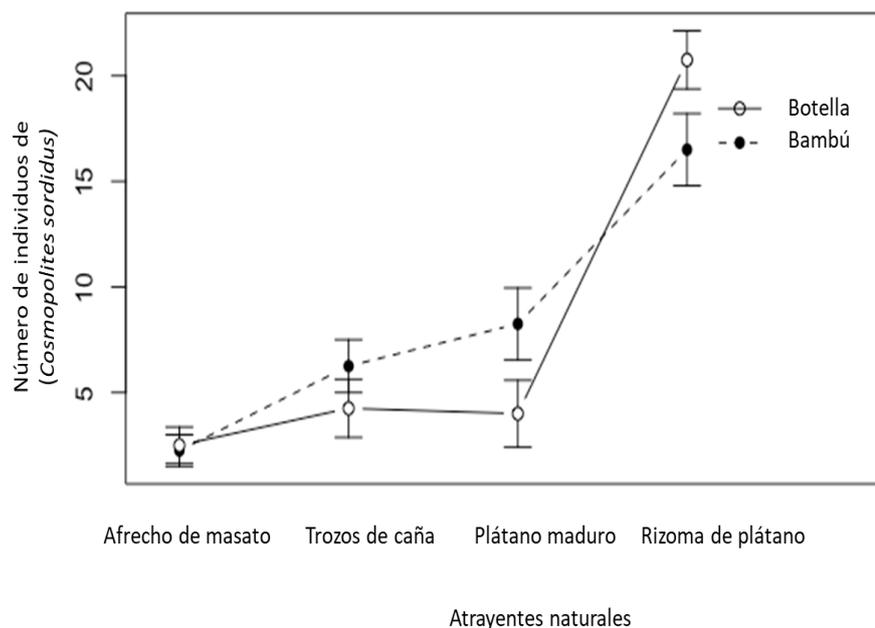
### 3.4. Picudos colectados en relación a la especie, tipo de cebo y trampa.

#### 3.4.1. Número de individuos de Picudo negro (*Cosmopolites sp*) en relación tipo de atrayente y trampa.

El número medio de individuos colectados de *Cosmopolites. sp* estuvo asociado al tipo de cebo y trampa utilizada ( $F_{24,3} = 3.509$ ;  $p = 0.0306$ ). Se evidencia que, en los atrayentes de afrecho de masato, trozos de caña y plátano maduro atraen un número similar de individuos de *Cosmopolites sp*, independiente del tipo de trampa. En cambio, con el atrayente de rizoma de plátano existe diferencia significativa en la captura del picudo negro del plátano en comparación a los demás atrayentes. La combinación de rizoma de plátano con trampas hechas de botellas plásticas o de bambú colectó el mayor número de ejemplares de *Cosmopolites sp* (**Figura 11**).

**Figura 11**

*Comparación entre atrayente y eficiencia de trampa artesanal con relación a la captura de picudo negro (*Cosmopolites sp*). El análisis fue realizado utilizando un ANOVA bifactorial.*

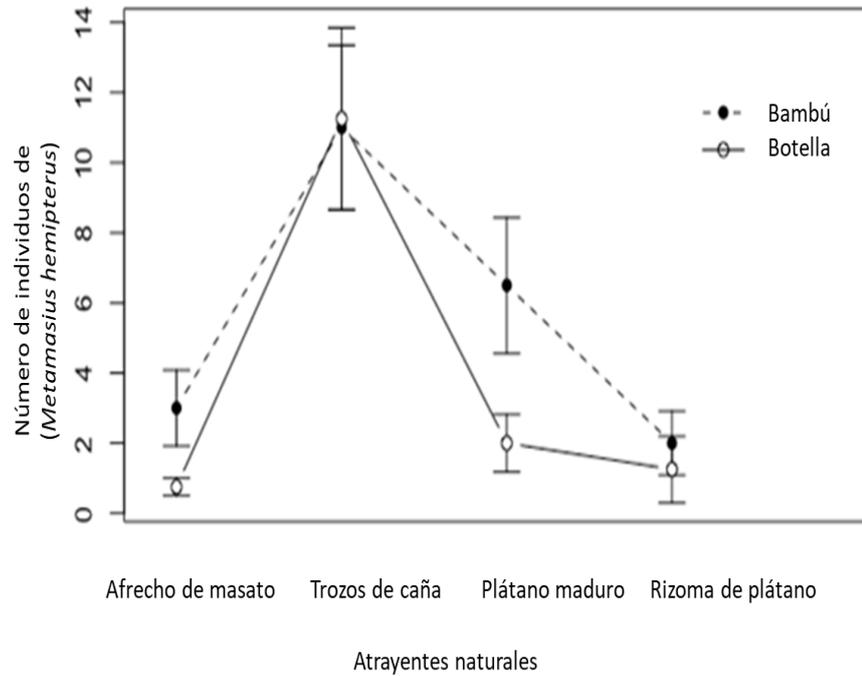


### 3.4.2. Número de individuos de picudo rayado (*Metamasius sp*) en relación al tipo atrayente trampa.

El número medio de individuos colectados de *Metamasius sp* estuvo asociado al tipo de cebo ( $F_{24,3} = 16.029$ ;  $p = 0.0001$ ). El atrayente de trozos de caña permitió colectar un mayor número de individuos del picudo rayado en comparación con el atrayente afrecho de masato, plátano maduro y rizoma de plátano. Así mismo, el tipo de trampa no influyó en el número medio de individuos colectados cuando utilizado cebo de caña (**Figura 12**).

**Figura 12**

*Comparación entre atrayente y eficiencia de trampa artesanal con relación a la captura del picudo rayado *Metamasius* sp. El análisis fue realizado utilizando un ANOVA bifactorial.*



#### IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación se colectaron un total de 410 individuos de picudos, siendo la mayor captura 259 ejemplares de *Cosmopolites sp* y 151 ejemplares de *Metamasius sp*. Estos resultados coinciden con el trabajo de Vivas (2018), el cual reportó una mayor densidad del *C. sordidus* con 46 ejemplares en comparación con 42 ejemplares de *M. hemipterus* y 25 de *M. evetatus* en un rango de 35 días, concluyendo que estos insectos plagas se encuentran asociados al cultivo de plátano.

En la presente investigación se lograron identificar dos especies de picudos los cuales fueron *Cosmopolites sp*, y *Metamasius sp*. La identificación fue realizada utilizando características morfológicas como: coloración del cuerpo, forma del cuerpo, superficie del elitro, forma de la cabeza y rasgos de coloración de los elitros. La especie *Cosmopolites sp* fue monomórfica ya que no presentó variaciones en los patrones de coloración de los élitros. Además, *Cosmopolites sp* presentó características como: color negro uniforme en todo el cuerpo, cuerpo estrecho, alargado y ovalado; superficie del cuerpo fue lisa, el élitro tuvo estrías longitudinales y punturas profundas, la cabeza exhibió un pico largo y curvo. Estas características de *Cosmopolites sp* coinciden con los descritos por (Duque y colaboradores, 2012 y Gamboa., 2012).

Por otro lado, *Metamasius sp* presentó manchas negras irregulares hacia el borde, en el tórax una macha central alargada que lo atraviesa y dos machas paralelas a cada lado, pero de menor longitud. Los individuos no presentaron diferencias en los patrones de coloración de los élitros. Estas características discrepan con los trabajos de Duque y colaboradores (2012) y Gamboa (2012) quienes determinaron cinco morfotipos por observación de rasgos variables en los elitros como la coloración y patrones de distribución de manchas, esto se debió a que la distribución de las especies de picudos del plátano dependen de las condiciones climáticas y manejo de control.

La trampa con el atrayente natural más eficiente en la captura del picudo negro del plátano fue el tratamiento donde se utilizaron trozos de rizoma de plátano con la trampa de botella descartable, siendo un total de 259 individuos capturados en los meses de evaluación. Este resultado es corroborado con el trabajo realizado por González (2018) donde las trampas con el atrayente natural fueron más eficaces en la captura de un mayor número de adultos de *C. sordidus*. La alta efectividad del rizoma de plátano en la atracción de individuos de *C. sordidus* puede deberse a que el rizoma de plátano constituye el alimento de las larvas (Bonilla *et al.*, 2020).

Así mismo, en el presente estudio de investigación se definió que el atrayente con mayor número de capturas del picudo rayado fue el atrayente de trozos de caña, siendo colectado un total de 151 individuos. El resultado fue comparado con los resultados obtenidos por (Guzmán y colaboradores 2019), quienes determinaron que la trampa utilizada de tipo tocón es más efectiva en la captura del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), en el T1, con un promedio de 24 individuos capturados. Así mismo concluyeron que la trampa más eficaz en capturas de picudo rayado es el tipo sándwich, en los tratamientos T7 y T13, con 35 y 34 individuos capturados, respectivamente, al igual que el T8 con un promedio de capturas de 29 insectos (Guzmán *et al.*, 2019). Estos descubrimientos demuestran que es necesario optar por este método de controles de picudos de plátano, siendo una opción para los productores plataneros.

## V. CONCLUSIONES

En los trabajos de investigación realizados en dos fases, fase de campo y fase de laboratorio, se describe las siguientes conclusiones:

- ❖ Según la caracterización de las especies basada en la diagnosis y las claves de caracteres morfológicos externos, se concluyó que las especies plagas presentes en las plantaciones de plátano de alto Santiago son *Cosmopolites. sp* y *Metamasius sp*.
- ❖ Respecto a la efectividad de los atrayentes se determinó que el elaborado a base de rizoma de plátano fue el que obtuvo una mejor efectividad en la captura de *Cosmopolites sp*, ascendiendo a un total de 259 ejemplares colectados. El atrayente de trozos de caña fue el más efectivo en la captura de *Metamasius sp* con un total de 151 ejemplares. En relación al tipo de trampa, este estudio muestra que el efecto de captura está fuertemente influenciado por el tipo de cebo más que por el tipo de trampa.
- ❖ El elaborado a base de afrecho de masato no presentó efectividad en la captura de picudo de plátano de las dos especies reportadas. Por tanto, este atrayente no es recomendable para la captura de estos insectos.

## VI. RECOMENDACIONES

- ❖ Los tipos de trampas presentaron un nivel de captura de picudos similar, por tanto, en el control de los picudos plagas del plátano recomendamos utilizar trampas de bambú, por ser un material de fácil acceso a los productores y que no contamina el medio ambiente.
- ❖ Para realizar manejo de control del complejo de picudos del plátano, recomendamos utilizar el atrayente de rizoma de plátano para picudo negro (*Cosmopolites sp*) y trozos de caña para picudo rayado (*Metamasius sp*)
- ❖ El proceso de evaluación de las trampas debe realizarse por las mañanas, debido a que la mayor actividad de las plagas del complejo de picudos es por las noches.
- ❖ Posteriores estudios sobre estas plagas deben realizarse en diferentes épocas del año, ya que el ciclo biológico del complejo de picudos del plátano está influenciado por las condiciones climáticas que varían a lo largo del año.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, L. (2002). Evaluación de seis tipos de trampas para el monitoreo y control del Picudo Negro (*Cosmopolites sordidus*) y Picudo Rayado (*Metamasius hemipterus*) en la plantación de plátano de Zamorano. Honduras.
- Agrobanco., (2011). Manejo integrado del cultivo de plátano. junin: universidad nacional agraria la molina.
- Armendáriz, I; Landázuri, P; Taco, J; y Ulloa, S. (2016). Efectos del control del picudo negro (*cosmopolites sordidus*) en el plátano. Agron. Mesoam., 27(2), 319-237.
- Bonilla, A; Chipantiza, J; y Játiva, M. (2020). Manejo Fitosanitario de las Principales plagas del Plátano del clon Dominicó – Hartón. Fundación koinonia, 5(9), 204-222.
- Bohorquez, D. (2020). Manejo etológico del picudo negro (*cosmopolites sordidus*) en el cultivo de banano (*musa acuminata* aaa), jujan - guayas. guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador.
- Chanalata, Á. (2020). “Incidencia y control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de plátano en el Ecuador”. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Dender, J. (2018). Evaluación de trampas con atrayentes para el control de picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) y rayado (*Metamasius hemipterus* L.) en el cultivo de plátano barraganete, El Carmen 2018. Manta: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- Duque, D; Caicedo, A; Montoya, J; Vallejo, L; & Muñoz, J. (2012). Caracterización molecular del complejo picudo de plátano (coleóptera: curculionidae), géneros *Cosmopolites* y *Metamasius*, en tres localidades de Colombia. *Acta Agronómica*, 61(5), 26-27.
- Gaibor, G. (2020). “Evaluación de trampas plásticas con diferentes atrayentes para la captura de “Evaluación de trampas plásticas con diferentes atrayentes

para la captura de hemipterus) en el cultivo de banano". Quevedo: Universidad técnica Estatal de Quevedo.

Gamboa, D. (2012). Caracterización molecular del complejo picudo del plátano (coleoptera: curculionidae), Géneros cosmopolites y metamasius en tres Localidades de Colombia. Santiago de Cali: Universidad del Valle.

González, J. (2018). *Evaluación del control etológico de Cosmopolites sordidus (picudo negro) con la aplicación de atrayentes naturales en el cultivo asociado de Musa paradisiaca (plátano)*. Manabí: Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Guzmán, C; Quevedo, J; & García, R. (2019). alternativas para el control de picudo negro (cosmopolites sordidus g.) en el cultivo de bana-no convencional. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(2), 103-110.

INEI. (22 de febrero de 2019)Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-platanocrecio-85-en-diciembre-de-2018>.

INEI. (5 de MAYO de 2022). *INFORME TÉCNICO*. Obtenido de PRODUCCIÓN NACIONAL MARZO 2022: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3102532/Informe%20T%C3%A9cnico%20-%20Producci%C3%B3n%20Nacional%20-%20N%2%B0%205%20-%20Mayo%202022.pdf?v=165270883>.

Parrales, P. (2019). "Determinación de las principales plagas y enfermedades en los cultivos de plátano barraganete de exportación (Musa paradisiaca L.) en el Sitio Pueblo Arrecho, Cantón El Carmen, Manabi año 2019.". El Ángel - Carchi: Universidad Técnica de Babahoyo.

Puente, D. (2017). "Eficiencia de cinco tipos de trampas para el control del gorgojo negro (*Cosmopolites sordidus germar* Germas) y picudo rayado (*Metamasius hemipterus* L.) en el cultivo de plátano en la zona de Tulumayo. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Maldonado, C. y Meza, O. (2018). Uso de trampas con atrayentes para el control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus germar*) y picudo rayado

(*Metamasius hemipterus* L.) en el cultivo de plátano. manta: Universidad Leica "Eloy Alfaro" de Manabí.

- Quisbert, M. (2015). "Evaluación de tres tipos de trampas para el monitoreo y control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) en la plantación de banano (*Musa acuminata*) en la estación experimental de sapecho". La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Rojas, J; Maldonado, C; Meza, O; Lazo, Y. & Palacios, J. (2019). Uso de trampas con atrayentes para el monitoreo de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius* spp. en plátano barraganete. *Centro Agrícola*, 46(2), 58-63.
- Román, V; Rojas, J. & Ostaiza, K. (2017). Evaluación de cuatro tipos de trampas para el monitoreo de *Metamasius hemipterus* L. (Coleoptera: Curculionidae) en plátano barraganete. *Centro Agrícola*, 44(3), 91-93.
- Sánchez, R., & Vallejo, L. (2010). El complejo de picudos (Coleoptera: Curculionidae) asociados a cultivariedades de plátano en Colombia. Manizales : Universidad de Caldas.
- Sepúlveda, P. y Rubio, J. (2009). Especies de Dryophthorinae (Coleoptera: Curculionidae) Asociadas a plátano y banano (*Musa spp.*) en Colombia. *Acta Biológica. Colombia*, 14(2), 49 - 72.
- Jiménez, J; López , J. & Soto, A. (2012). Patogenicidad de dos nemátodos entomopatógenos sobre *Metamasius hemipterus sericeus* (coleoptera: curculionidae). *Boletín científico centro de museos museo de historia natural*, 16(2), 87-97.
- Vivas, P. (2018). Evaluación de la presencia del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), amarillo (*Metamasius hebetatus*) y rayado (*Metamasius hemipterus*) del plátano mediante trampas tipo sándwich, en cuatro veredas del municipio de Albán Cundinamarca, con el apoyo de la UMA. Universidad de Cundinamarca.

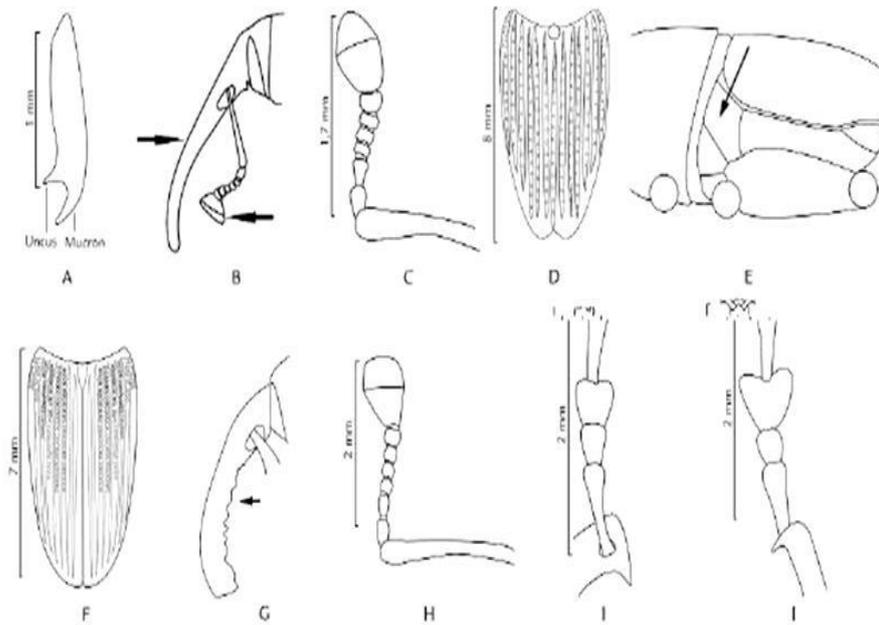
## ANEXOS

Anexo 1 Clave taxonómica para las especies de Dryophthorinae asociadas a plátano y banano (*Musa* spp.) en Colombia (Sepúlveda & Rubio 2009).

1. Longitud total menor a 5 mm. Tibias con diente pequeño en el ángulo externo (uncus) y uno más largo en el ángulo interno (mucron Figura 1A) .....*Polytus mellerborgii*
- 1'. Longitud total mayor a 5 mm. Tibias con mucron, si presentan uncus en el ángulo externo está solo en las protibias .....2
2. Longitud total mayor a 25 mm. Clava antenal más ancha que larga (Figura 1B) .....*Rhynchophorus palmarum*
- 2'. Longitud total menor a 25 mm. Clava antenal más larga que ancha o casi tan larga como ancha (Figura 1C).....3
3. Porción expuesta del escutelo redondeada; estrías elitrales con una sola línea de punturas bien definidas (Figura 1D); mesoepimeron en forma de diamante o pentágono (Figura 1E). Coloración completamente negra .....*Cosmopolites sordidus*
- 3'. Porción expuesta del escutelo triangular (Figura 1F); mesoepimeron de forma variable; intervalos elitrales con o sin punturas. Coloración oscura con patrones naranja .....4
4. Clava antenal con el ápice redondeado (Figura 1C); punturas presentes solo en la mitad basal de los élitros (Figura 1E). Macho con ondulaciones (crestas) ventrales en el rostro (Figura 1G) .....*Metamasius submaculatus*
- 4'. Clava antenal con el ápice truncado (Figura 1H). Punturas elitrales ausentes, si están presentes distribuidas uniformemente. Macho sin crestas basales en el rostro .....5
5. Ápice del segundo tarsómero tan ancho como el ápice del tercero (Figura 1I) .....*Metamasius hebetatus*
- 5'. Ápice del segundo tarsómero casi la mitad de ancho que el ápice del tercero (Figura 1J) .....*Metamasius hemipterus*

### Figura 13

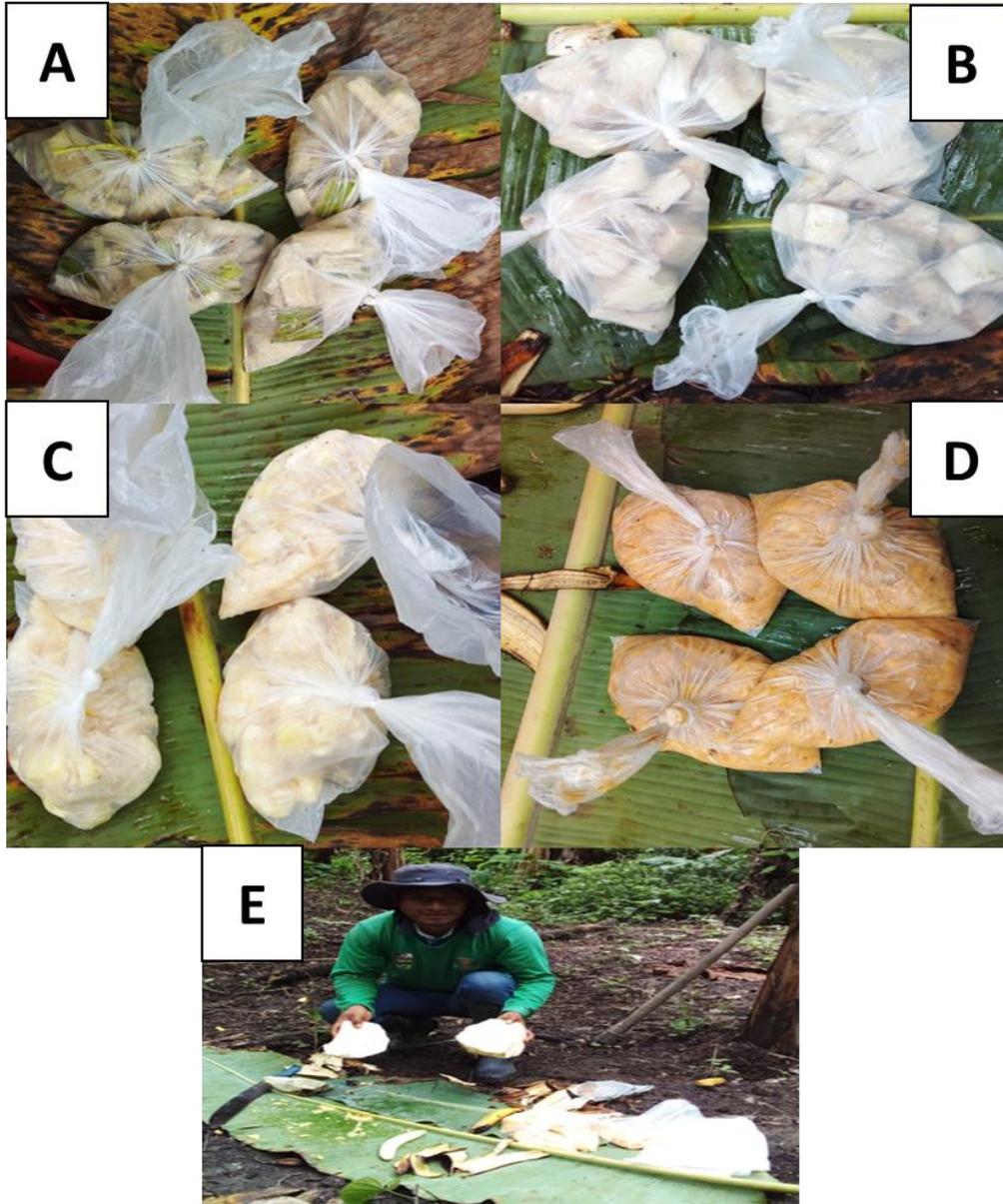
A. Protibia de *P. mellerborgii*. B. Rostro y antena de *R. palmarum*. C. Antena de *M. submaculatus*. D. Vista dorsal de élitros de *C. sordidus*. E. Mesoepimeron de *C. sordidus*. F. Élitros de *M. submaculatus*. G. Rostro de *M. submaculatus*. H. Antena de *M. hemipterus*. I. Metatarso de *M. hebetatus*. J. Metatarso de *M. hemipterus*.



Anexo 2 Panel fotográfico

**Figura 14**

*Preparación de atrayentes naturales (A). plátano maduro (B) caña (C). rizoma de plátano (D). afrecho de masato (E). proceso de preparación de atrayentes*



**Figura 15**

*Rizoma de plátano con daños causado por Cosmopolites sp. (A). Trampa de bambú instalada con atrayente de rizoma de plátano (B). Evaluación de trampa con trayente caña (C) Trampa botella descartable con atrayente rizoma de plátano (D).*



Anexo 3. Actividad realizada en fase laboratorio.

**Figura 16**

*Análisis de pH de los atrayente (A): Desinfección y lavado de picudo de plátano (B). Toma fotográfica de partes externas de picudo del plátano (C). Análisis de conductividad eléctrica de los atrayente (D)*



**Tabla 5***Análisis de atrayentes naturales.*

CUADRO DE ANALISIS EN LABORATORIO						
	TRAYENTES NATURALE	PRIMER DIA	SEGUNDO DIA	TERCER DIA	CUARTO DIA	QUINTO DIA
<b>GRADOS BRIX</b>	Caña	14.86	15.1	15.2	14.1	12.1
	Maduro	32.3	33.2	31.8	33.1	28.4
	Masato	8.9	9.4	9	8.9	7.4
	Corno del plátano	4.1	4.9	3.7	3.4	2.1
<b>pH</b>	Caña	5.35	4.02	3.32	3.27	3.25
	Maduro	4.84	4.76	5.1	4.17	4.1
	Masato	3.74	3.73	3.73	3.72	3.73
	Corno del plátano	5.61	5.4	5.13	4.9	4.86
<b>C.E</b>	Caña	1422ms/cm	1590ms/cm	1612ms/cm	1676ms/cm	1676ms/cm
	Maduro	110.7µs/cm	110.9µs/cm	111.1µs/cm	110.8µs/cm	110.3µs/cm
	Masato	3.25µs/cm	3.53µs/cm	3.52µs/cm	3.44µs/cm	3.61µs/cm
	Corno del plátano	13.78µs/cm	13.99µs/cm	13.94µs/cm	13.79µs/cm	13.81µs/cm