



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

**Sintropía: Efectos en el comportamiento fitosanitario del cultivo de banano
(Musa x Paradisiaca L.)**

**LALVAY LALVAY SEGUNDO SAMUEL
INGENIERO AGRONOMO**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

**Sintropía: Efectos en el comportamiento fitosanitario del cultivo de
banano (Musa x Paradisiaca L.)**

**LALVAY LALVAY SEGUNDO SAMUEL
INGENIERO AGRONOMO**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

ENSAYOS O ARTÍCULOS ACADÉMICOS

**Sintropía: Efectos en el comportamiento fitosanitario del cultivo
de banano (Musa x Paradisiaca L.)**

**LALVAY LALVAY SEGUNDO SAMUEL
INGENIERO AGRONOMO**

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

**MACHALA
2022**

Cienfuegos, 4 de marzo de 2023

Carta de aceptación

Por este medio se comunica que el artículo: **SINTROPÍA: EFECTOS EN EL COMPORTAMIENTO FITOSANITARIO DEL CULTIVO DE BANANO (*Musa X Paradisiaca* L.)**; de los autores: Segundo Samuel Lalvay Lalvay, José Nicasio Quevedo Guerrero, Rigoberto Miguel García Batista; se encuentra listo para su publicación en el **volumen 11, número 1** (enero - abril 2023), de la Revista **“Agroecosistemas”**, con **ISSN: 2415-2862**. La revista se encuentra certificada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) como Publicación Seriada Científico-Tecnológica. También se encuentra indexada en directorios, catálogos y bases de datos internacionales como: Directory of Open Access Journals (DOAJ), la Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico (REDIB) y Latindex.

Escanee el código QR para obtener una copia fiel de este documento en la base de datos de la editorial.



Atentamente,



Dr.C. Denis Fernández Álvarez
Jefe de Departamento- Editorial “Universo Sur”
Universidad de Cienfuegos, Cuba



CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

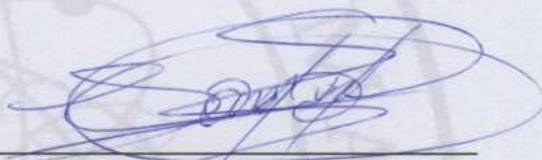
El que suscribe, LALVAY LALVAY SEGUNDO SAMUEL, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Sintropía: Efectos en el comportamiento fitosanitario del cultivo de banano (*Musa x Paradisiaca* L.), otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



LALVAY LALVAY SEGUNDO SAMUEL

0750239899

SINTROPÍA: EFECTOS EN EL COMPORTAMIENTO FITOSANITARIO DEL CULTIVO DE BANANO (*Musa x Paradisiaca* L.)

SYNTROPY: EFFECTS ON THE PHYTOSANITARY BEHAVIOR OF THE BANANA CROP (*Musa x Paradisiaca* L.)

Segundo Samuel Lalvay Lalvay1*.

E-mail: slalvay1@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6528-2593>

José Nicasio Quevedo Guerrero¹

E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

Rigoberto Miguel García Batista¹

E-mail: rgarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

¹-Universidad Técnica de Machala. El Oro. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Lalvay Lalvay, S. S., Quevedo Guerrero, J. N., García Batista, R. M. (2023). Sintropía: efectos en el comportamiento fitosanitario del cultivo de banano (*Musa x paradisiaca* L.). Revista Científica Agroecosistemas, 11(1), xx. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

El banano (*Musa x paradisiaca* L.) es uno de los principales cultivos en Ecuador, que se caracteriza por ser una valiosa fuente de alimento para los consumidores. En el futuro, se espera un aumento en la demanda internacional de banano libre de agroquímicos y cultivados en sistemas agroforestales, en este sentido, la agricultura sintrópica es un sistema productivo que imita los procesos naturales y ayuda a producir alimentos en abundancia, restaurar tierras degradadas, convirtiéndolas en tierras fértiles y aprovechando al máximo la energía solar y el agua del terreno. Por lo anteriormente expuesto el objetivo del presente estudio fue aplicar la agricultura sintrópica en el cultivo de banano, para evaluar sus efectos en el comportamiento fitosanitario, picudo negro y rayado, afectación por *Colaspis hypochlora*, nematodos y parámetros agronómicos, donde el T2 (Banano+Café+Piña+Nabo+Kudzu) resultó tener mejor comportamiento en las diferentes variables evaluadas.

Palabra clave:

Sintropía, fitosanitario, sigatoka, nematodos.

ABSTRACT

Banana (*Musa x paradisiaca* L.) is one of the main crops in Ecuador, which is characterized as a valuable source of food consumers. In the future, an increase in the international demand for bananas free of agrochemicals and cultivated in agroforestry systems is expected. In this sense, syntropic agriculture is a productive system that imitates natural processes and helps to produce abundant food, restore degraded lands, turning them into fertile land and making the most of solar energy and water from the land. Due to the above, the objective of this study was to apply syntropic agriculture in banana cultivation, to evaluate its effects on phytosanitary behavior, black and striped weevil, affectation by *Colaspis hypochlora*, nematodes and agronomic parameters, where T2 (Banana+Coffey,Pineapple+Turnip+Kudzu) turned out to have better behavior in the different variables evaluated.

Key word:

Syntropy, phytosanitary, sigatoka, nematodes.

INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa x paradisiaca* L.) es el principal cultivo agrario en Ecuador, que se caracteriza por ser una valiosa fuente de alimento para los consumidores. Además, su producción es vital para la economía del país, representa el 28% del valor del PBI agrícola, con una producción anual de 1600 a 2500 cajas por hectárea. Hay aproximadamente 7300 productores de banano,

muchos de los cuales se encuentran en la provincia de El Oro debido a que existe el clima ideal para su cultivo (García Saltos *et al.*, 2016; Prado-Ocampo & Garzón-Montealegre, 2022).

En el futuro, se espera un aumento en la demanda de banano libre de agroquímicos, pero esta presión sobre el uso de la tierra resultará en una degradación del suelo, una escasez de recursos naturales y un aumento de plagas y enfermedades como, *Cosmopolites sordidus* G, *Micropharella fijiensis* y nematodos (Tárraga, 2016). El cultivo intensivo ha causado una degradación en la estructura del suelo, lo que ha afectado la fertilidad y la producción de los cultivos, esto se debe al uso de insumos químicos "necesarios" para mantener la producción a niveles rentables, es importante destacar que actualmente estamos enfrentando una crisis de cambio climático, que modifica los escenarios agrícolas y aumenta los riesgos al momento de cuantificar la producción (Segarra, 2014).

Además de afectar la degradación del suelo, la agricultura también contribuye a la contaminación del aire, especialmente a través de los gases emitidos por los fertilizantes y la quema de biomasa, según Enríquez (2018), la agricultura es una de las principales causas de la disminución de agua, lo que afecta su propio entorno agrícola ya que el agua es esencial para la producción. En este sentido, la agricultura sintrópica es un sistema de siembra que imita los procesos naturales y ayuda a producir alimentos en abundancia, restaurar tierras degradadas convirtiéndolas en tierras fértiles y aprovechar al máximo la energía solar y el agua del terreno.

La agricultura sintrópica es una técnica de cultivo que busca satisfacer las necesidades de diferentes especies cultivadas. Se puede aplicar desde suelos con textura arenosa hasta suelos con textura arcillosa con el objetivo de aumentar la producción. El método fue desarrollado por Ernst Götsch, un investigador suizo que después de ver la deforestación que ocurría en Brasil creyó que, para lograr una agricultura sostenible y abundante, sería necesario crear condiciones ideales para cada cultivo (Andrade *et al.*, 2020).

Antes de implementar la agricultura sintrópica, es necesario realizar un estudio detallado del terreno para identificar sus condiciones y seleccionar las especies de cultivos que se desean producir, es importante elegir especies con funciones similares para que se puedan adaptar entre sí, durante este proceso, es crucial tener en cuenta cómo interactúan estas especies Joaquim *et al.*, (2021). Esta técnica promueve una mayor diversidad biológica en la parcela, lo que ayuda a controlar plagas y mejora la salud de las plantas, haciéndolas más resistentes, fomentando la autogestión de la parcela, logrando un equilibrio entre los insectos y hongos benéficos que controlan las plagas (Rojas, 2022).

Actualmente, dentro de la provincia existe muy poca disponibilidad de investigaciones que han apuntado a establecer sintropía en el cultivo de banano, esto llevaría a responder preguntas de investigación sobre la adaptabilidad del banano ante su exposición con diferentes cultivares. Por lo anteriormente expuesto el objetivo del presente estudio fue aplicar la agricultura sintrópica en el cultivo de banano, para observar sus efectos en el comportamiento fitosanitario.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las parcelas de banano Orgánico de la Granja Experimental "Santa Inés" perteneciente a la Universidad Técnica de Machala, ubicada en la parroquia el cambio, cantón Machala, provincia de El Oro, Ecuador, las coordenadas geográficas 3°17'17" de latitud sur y 79°54'43", su altura de 5 msnm, según INAMHI, (2017), tiene una precipitación mensual promedio de 75,5 mm, temperatura con un promedio de 24,7°C.

Se evaluaron 48 plantas de banano Clon Grand Nain, en un área de 320m², se dividió en tres tratamientos, con asociación de diferentes cultivos, además la aplicación de microorganismos que tiene el efecto de promover la actividad microbiana presentes en el suelo (Figura 1).

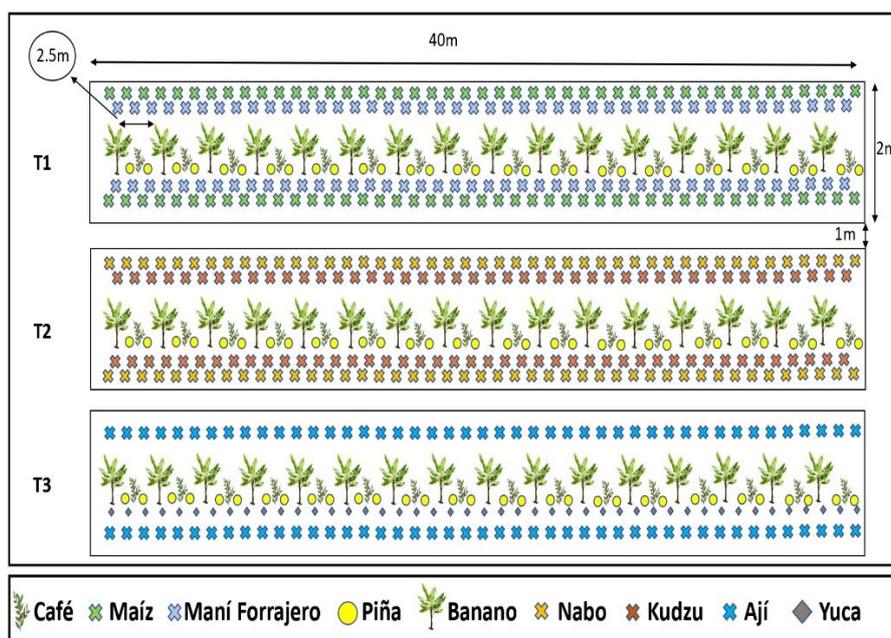


Figura 1. Modelo del sistema de siembra con asociación de cultivos (Sintropía)

Los tratamientos participantes en el estudio descrita en la tabla 1.

Tabla 1. Sistema de siembra en Sintropía

Tratamiento	Cultivo	Distancia de siembra (m)	Número total de plantas
T1	Banano	2.50 entre planta	16
	Maíz	0.4 x 2.00 doble hilera	200
	Piña	0.5 entre planta	80
	Maní forrajero	0.40 X 1.00	200
	Café	2.50 entre planta	16
T2	Banano	2.5 entre planta	16
	Nabo	0.4 x 2.00 doble hilera	200
	Piña	0.50 entre planta	80
	Kudzu	0.40 X 1.00	200
	Café	2.50 entre planta	16
T3	Banano	2.50 entre planta	16
	Ají	0.40 x 2.00 doble hilera	200
	Piña	1.00 entre planta	40
	Yuca	1.00 entre planta	40
	Café	2.50 entre planta	16

VARIABLES EVALUADAS

En los tres tratamientos se registró datos morfológicos: altura de planta, emisión foliar, fuste, y número de hojas, además del monitoreo el estado evolutivo de sigatoka, picudo negro y rayado, afectación por *Colaspis hypochlora*, raíces y nematodo, se cuantificó las cosechas durante todo el proyecto de investigación que se estableció en 30 semanas.

Monitoreo del estado evolutivo de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet).

Se utilizó un método de preaviso biológico conocido como estado evolutivo de la sigatoka (Infante, 2017). En el sistema de siembra sintrópico no se aplicó ningún tipo de fungicida, (tabla 1) sobre la intensidad de grado de infección, se clasificó según el número de estadíos comprendidos entre 0 y 5; 6 y 10; mayor 11, valores que manifiesta la cantidad de estados en una hoja con síntomas (la escala de Fouré, dice que la sintomatología de la Sigatoka negra se divide en seis estados), el castigo se lo refleja con una letra a, b y c; cada factor está establecido entre 1 y 3 de acuerdo al porcentaje de la hoja a observar, lo mismo ocurre para la tercera, cuarta y quinta hoja con valores constante.

Tabla 2. Intensidad de grado de infección

Intensidad de Grado de Infección		
N° DE ESTADIOS	CASTIGO	FACTOR
0-5	A	1
6-10	B	2
> de 11	C	3
Valores Constantes Según Posición de la hoja:		
Tercera Hoja	120	
Cuarta Hoja	100	
Quinta Hoja	80	

Fuente: (Infante, 2017)

Se registró en la tabla 2 cada semana los datos de la tercera, cuarta y quinta hoja, para examinar la intensidad y grado de severidad, se evaluó en plantas jóvenes con apariencia sintomatológica de sigatoka, por ende, el grado de severidad se visualizó en las hojas antes mencionada hasta que el inoculo afecte el 100% de la hoja, el cual se escogía otra vez la hoja más joven (Carrillo & Quevedo, 2022).

Para determinar el estado evolutivo se realizó la multiplicación de los promedios; del grado severidad, con el factor y la constante conforme el número de hoja que se selecciona, a través de este cálculo se determina el estado evolutivo de la enfermedad en las hojas, se marcó las hojas 1, 2 y 3 para evaluar cuando su posición está en 3, 4 y 5.

Tabla 3. Procedimiento para determinación de los estados evolutivos de Sigatoka

Determinación de los Estados Evolutivos por Hoja EJEMPLO:									
Planta N°	Hoja - 3ra			Hoja - 4ta			Hoja - 5ta		
	Grado Sever	Castigo A-B-C	Factor 1-2-3	Grado Sever	Castigo A-B-C	Factor 1-2-3	Grado Sever	Castigo A-B-C	Factor 1-2-3
1	2	B	2	3	A	1	3	B	2
2	0	-	0	2	B	2	3	C	3
3	2	A	1	2	B	2	3	A	1
4	2	A	1	3	B	2	4	A	1
5	2	B	2	2	B	2	4	B	2
Totales	8	-	6	12	-	9	17	-	9
Promedio	1,6		1,2	2,4	-	1,8	3,4	-	1,8
Constante	120			100			80		
Estado Evolutivo	1,6x1,2x120=230,4			2,4x1,8x100=432			3,4x1,8x80=489,6		
Calificación	Baja ≤ de 250			Moderada (251 A 500)			Severa ≥ 501		

Fuente: Ejemplo determinación de los estados evolutivos de sigatoka. (Carrillo & Quevedo, 2022).

En los tres tratamientos no se realizó ninguna aplicación de fungicida, no obstante, se realizó el deshoje; podas y cirugías, de igual importancia se efectuó el despunte temprano para disminuir la fuente de inóculos, asimismo esta labor cultural se procedió a realizar dos veces por semana.

Monitoreo y control de picudos negros y rallados

Se realizó las trampas tipo sándwich que consiste en utilizar un pseudotallo de una planta recién cosechada se procede a cortar de 55 a 60cm de forma longitudinal, además se divide una nervadura central y se lo coloca entre la mitad del pseudotallo incidiendo así que el insecto ingrese, el área debe estar limpio y se lo debe proteger con hojas de banano para evitar la deshidratación y genere sombra, se lo coloca continuo a la planta de banano (figura 2). Se registró datos a las 24, 48 y 72 horas en cada uno de los tratamientos, un total de tres repeticiones, no se incorporó ningún atrayente en las trampas de picudo rayado y negro (Espinoso & Guerrero, 2019).



Figura 2. Representación de las trampas para *Cosmopolites sordidus* G

Monitoreo y control de *Colaspis hypochlora*

Se registró la incidencia para estimar el daño (figura 3), se procedió a recopilar información de plantas que tienen hojas afectada por *Colaspis hypochlora* (PAC) y Plantas no afectadas (PNC) por el insecto antes mencionado, esta especie según (Ostmark, 1975), demuestra el daño en el área foliar de la hoja candela y generalmente esta no causa daño al fruto. La presencia y daño de este defoliador se controló sembrando nabos en el T2, logrando bajar la incidencia del ataque a las hojas de banano.



Figura 3. Registro de afectación de *Colaspis hypochlora*

Muestreo de Nematodos

Se efectuó un muestreo de raíces totalmente al azar (figura 4), hecho específicamente delante del hijo seleccionado de la planta que esta recién emitida la bellota, se construyó un hoyo de 20x20x30cm obteniendo un volumen de 12000 cm³ de tierra, se procede a extraer todas las raíces de cada submuestra. Se recogió 5 submuestras por tratamiento y enviadas a laboratorio para determinar las diferentes especies de nematodos presentes en cada tratamiento (Chávez Velasco & Araya Vargas, 2009).



Figura 4. Muestra de Raíces

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (Tabla 4), muestra que la altura de la planta en T2 (Banano+Café+Piña+Nabo+Kudzu) presentó la mayor media para esta variable con 173,14 cm. Según Chabla Carrillo, (2017) esto es influenciado por la cobertura vegetal que aporta nitrógeno y biomasa el cual permite mayor crecimiento en la planta de banano. En emisión foliar se aprecia diferencias significativas, el T2 con un promedio de 0,728 seguido de T1(Banano+Café+Piña+Maíz+MF) 0,686 y T3 (Banano+Café+Piña+Ají) 0,660. Además, la variable fuste presento diferencias significativas en T2 con 52,51 cm con relación a los otros

Con respecto al número de hojas emitidas en 30 semanas se aprecia diferencias entre tratamientos, el T2 con 20,61 muestra medias iguales a T1 (20,35), mientras que el T3 presentó 19,06 hojas. El área foliar es significativa, T1 muestra medias iguales a T2 (Tabla 4) mientras que las medias de T2 Y T3 son diferentes entre sí.

Tabla 4. Análisis de varianza y Tukey para parámetros agronómicos del cultivo

	Altura (cm)	Emisión Foliar	Fuste (cm)	Hojas 30S	Área Foliar (m²)
T1	151,909 a	,686 a	47,20 a	20,35 a	8,41 ab
T2	173,144 a	,728 a	52,51 a	20,61 a	9,5669 b
T3	155,177 a	,660 a	48,27 a	19,06 a	7,2856 a
F	2,480	1,695	1,717	1,57	3,016
Sig	,095	,195	,384	,219	,059

En la figura 4, se aprecian diferencias considerables entre los tratamientos con relación al estado evolutivo de sigatoka tanto en la 3era, 4ta y 5ta hoja. Tomando en cuenta esta valoración (Cuadro 2) en la Hoja 3, el T2 presenta significancia con un valor promedio bajo de estado evolutivo (177) en comparación con los otros tratamientos; la variable de emisión foliar fue mayor en el T2 con 0,728 por semana, demostrando que estas dos variables se correlacionan de forma positiva, mientras que T1 y T3 presentaron valores medios de EE y baja emisión foliar (figura 4).

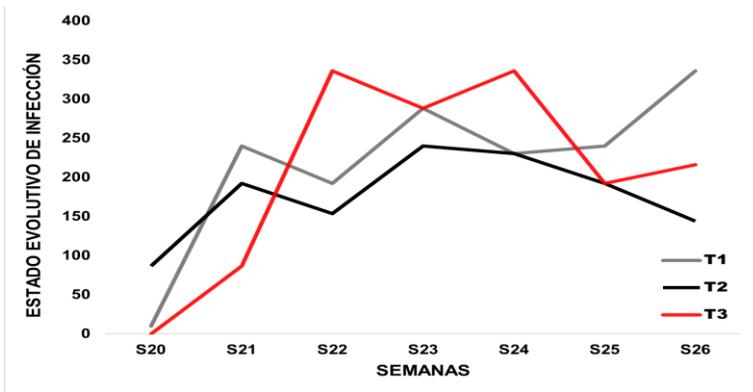


Figura 4. Estado evolutivo en Hoja 3

En la hoja 4, T1 mostró un valor promedio de estado evolutivo de 335 considerado bajo, siendo significativo en relación con el T2 y T3, pero se resalta que el T2 y T3 demuestran una disminución del 14% en la evolución de la enfermedad en comparación con los valores medios semanales a partir de la semana 21 (Figura 5), debido al deshoje fitosanitario temprano y limpieza de drenajes realizados, lo que permitió bajar la presión del inóculo, esto se corrobora con lo expresado por Quevedo et al., (2018).

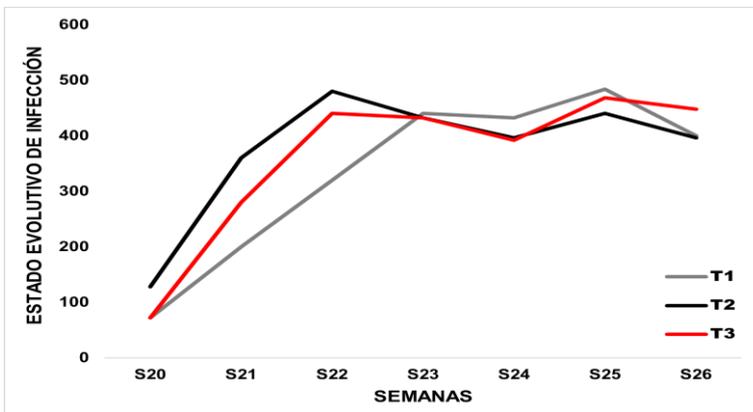


Figura 5. Estado evolutivo en Hoja 4

La hoja 5, refleja que el T3 obtiene un promedio de 367 para estado evolutivo considerado bajo, sin embargo, los tratamientos T1 y T2 presentaron disminuciones (cerca del 18%) en la evolución de la enfermedad si se comparan con los valores medios semanales obtenidos (Figura 6). Además, en todos los tratamientos el nivel del inóculo de sigatoka negra se mantuvo por debajo del rango establecido según (la tabla 2).

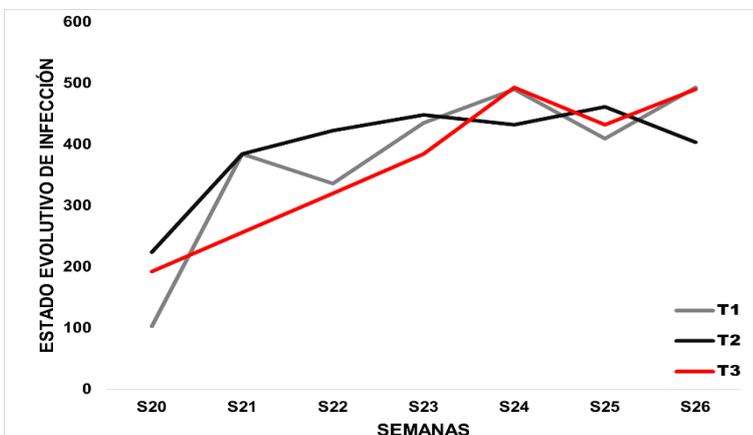


Figura 6. Estado evolutivo en Hoja 5

Control de picudos negros y rayados

Durante la evaluación de picudo negro (PN) (*Cosmopolites sordidus* G.) y picudo rayado (PR) (*Metamasius hemipterus*, L.) con trampas tipo sándwich durante las primeras 24h de la aplicación en campo se contabilizaron un total de 7 (PN) y 14 (PR) en el T1. Mientras que el T2 presentó 6 (PN) y 9 (PR) y en el T3 se encontraron 7 (PN) y 14 (PR) como se muestra en la (Figura 7), estos valores están en concordancia con el estudio reportado por Espinosa & Guerrero, (2019) quienes señalan que la mayor captura de (PR) se da las 24 horas.

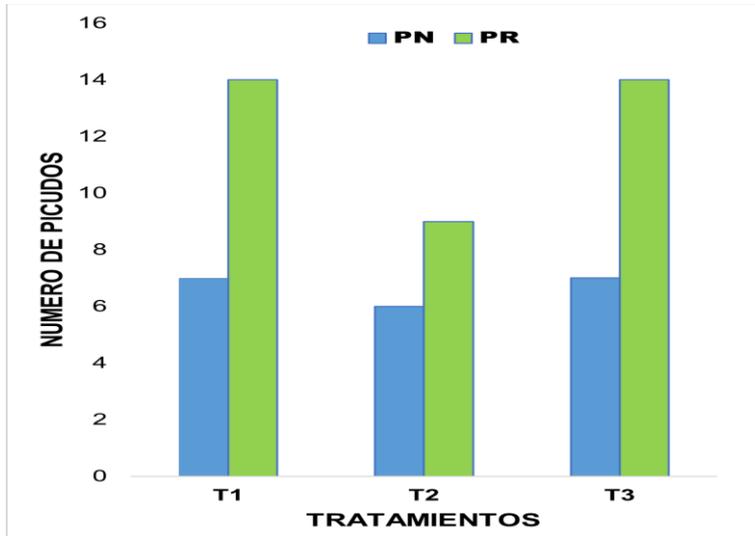


Figura 7. Picudo negro y rayados capturados por tratamiento a las 24 horas

Durante las 48 horas de evaluación se contabilizaron en T1 un total de 20 (PN) y 17 (PR), en T2 17 (PN) y 12 (PR), y en T3 23 (PN) y 21 (PR), se observa en la (Figura 8), en este muestreo se captura la mayor incidencia de picudos negro.

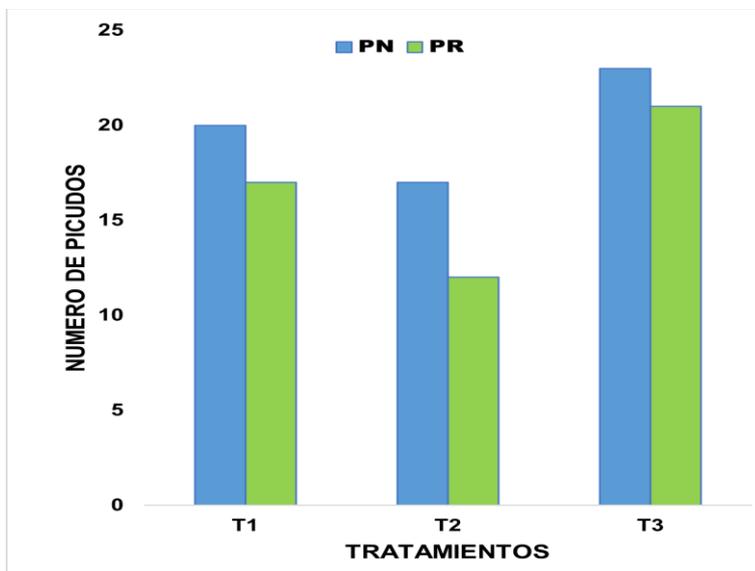


Figura 8. Picudo negro y rayados capturados por tratamiento a la 48horas

Finalmente, a las 72h de evaluación en T1 se contabilizo 18 (PN) Y 15 (PR), en T2 13 (PN) y 12 (PR), y en T3 un total de 20 (PN) Y 15 (PR), en esta lectura se visualiza menos cantidad de (PN) y (PR) capturados, en función de la demás hora de lectura corroborando lo expuesto por Espinosa & Guerrero, (2019) que a las 72 horas es menor la captura de insectos, por la deshidratación del material vegetal de las trampas.

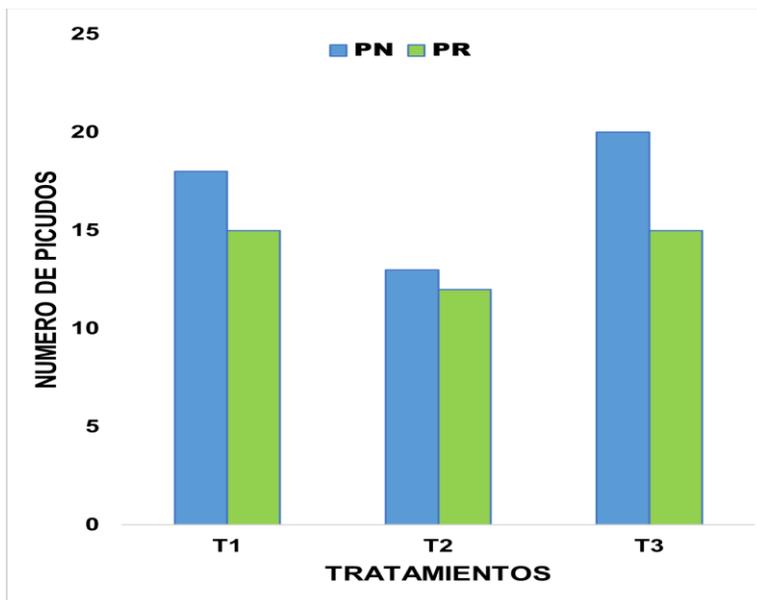


Figura 9. Picudo negro y rayados capturados por tratamiento a la 72horas

Según Monserrate (2010), cuando estos 2 insectos superan el umbral económico determinado de 5 picudos por trampa se consideran plagas ya que causan graves daños a los cultivos. En el estudio durante la evaluación del promedio del número de insectos por trampa resultó el T2 con 4 (PN) y 4 (PR) por trampa durante toda la evaluación, seguido del T1 con 5 (PN) y 5 (PR) por trampa y finalmente el T3 con 7 (PN) y 7 (PR), cabe recalcar que las trampas que se realizó no contienen ninguna aplicación de feromona o atrayente.

Control de *Colaspis hypochlora*

Al comenzar la investigación, sin establecer sintropia, se otuvieron en T1, 6; T2, 4 y T3, 7 Planta afectas por *C. hypochlora* (PAC) respectivamente (figura 10). Se visualiza la afectación en la lamina foliar de la hoja cigarro que se caracteriza por mostrar agujeros de forma irregular, además de considerarse una plaga con hábitos nocturnos según Ostmark, (1975).

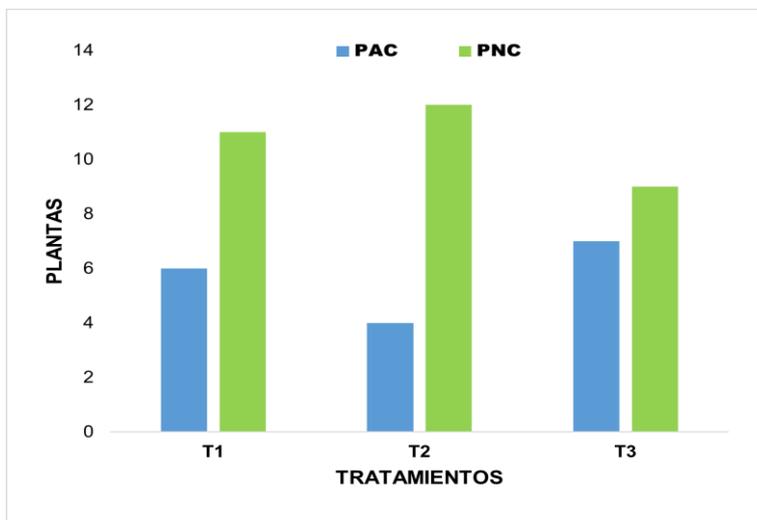


Figura 10. Registro de plantas afectada por *C. hypochlora* sin sintropía

Al establecer el cultivo de nabo en T2 mediante el diseño sintrópico permite apreciar que las plantas de nabo tienen perforaciones en sus hojas, mientras que las nuevas hojas cigarro de las plantas de banano afectadas anteriormente, ya no presentan ataques de *C. hypochlora*. No existe información sobre esta interacción de asociación de cultivos, de manera que permite establecer futuras investigaciones (Figura 11).

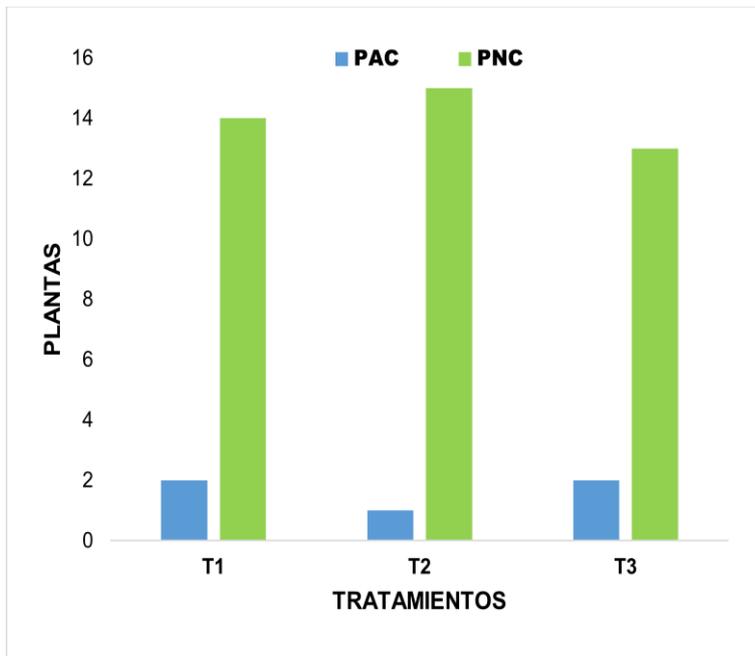


Figura 11. Registro de plantas afectada por *C. hypochlora* con sintropía

Raíces

El porcentaje de raíces sanas en T2 muestra una media de 86%, seguido del T1 con una media de 82% y finalmente el T3 con una media de 82.16%, de tal manera que las raíces enfermas no presentan significancia (Figura 12).

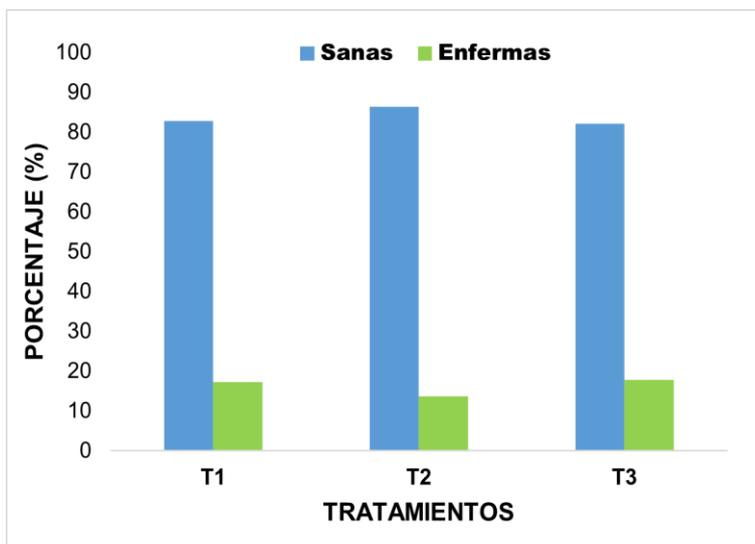


Figura 12. Raíces por tratamiento, porcentaje de raíces sanas y enfermas

Nematodos

En los resultados emitidos por el laboratorio se ratifica la presencia de los siguientes nematodos: *Radopholus sp.*, *Helicotylenchus sp.*, *Meliodogyne sp.*, y *Pratylenchus sp.*

En T1, no se encontró la presencia de *Radopholus sp.*, pero se registró 13 200 *Helicotylenchus sp.*, y 400 *Meliodogyne sp.*, y 2 *Pratylenchus sp.*, en T2 no se registró *Radopholus sp.*, y *Pratylenchus sp.*, pero se aprecia 1200 *Helicotylenchus sp.*, 800 *Meliodogyne sp.* Finalmente, en el T3 se visualiza 1200 *Radopholus sp.*, 7600 *Helicotylenchus sp.*, 800 *Meliodogyne sp.* y 2 *Pratylenchus sp.*

Según los parámetros establecidos en laboratorio, T2 presenta un mayor porcentaje de raíces funcionales (90,53%), seguido de T1 (77,78%) y T3 (73,92%), por otra parte, en el T1 registra mayor densidad de población de *Helicotylenchus sp.* (13200) corroborando lo expuesto

por López Aguilar et al., (2022) que indicó mayor cantidad de nematodos de esta especie, pero se difiere lo determinado por Araya & Vargas, (2018), cabe recalcar que ya se considera un umbral crítico en el T1, además para futuras investigaciones se puede aplicar ácido húmico que permite suprimir la población de *Helicotylenchus sp.*

Tabla 5. Resultados obtenidos de laboratorio

	RAIZ FUNCIONAL	RAIZ NO FUNCIONAL	SUMA	% RAIZ FUNCIONAL	Radopholus sp	Helicotylenchus sp	Meloidogyne sp	Pratylenchus sp
T1	35,00	10,00	45,00	77,78	0	13200	400	2
T2	86,00	9,00	95,00	90,53	0	1200	800	0
T3	60,00	18,00	78,00	76,92	1200	7600	800	2

Producción en otros cultivos de ciclo corto obtenidos en sintropía con banano

La producción de los cultivos asociados en sintropía (Figura 13), el cultivo de maíz en T1, se obtuvieron 56,9 kg (en elotes), según Espinosa *et al.*, (2003) esta asociación (banano+maíz) produce gran aporte de biomasa que beneficia al suelo. El cultivo de nabo en T2 produjo 171,09 kg de hortaliza fresca, y el cultivo de ají cayena en T3 rindió 59,13 kg, cabe recalcar que el cultivo de café estuvo establecido antes del diseño sintrópico y se obtuvo una producción de 18kg.

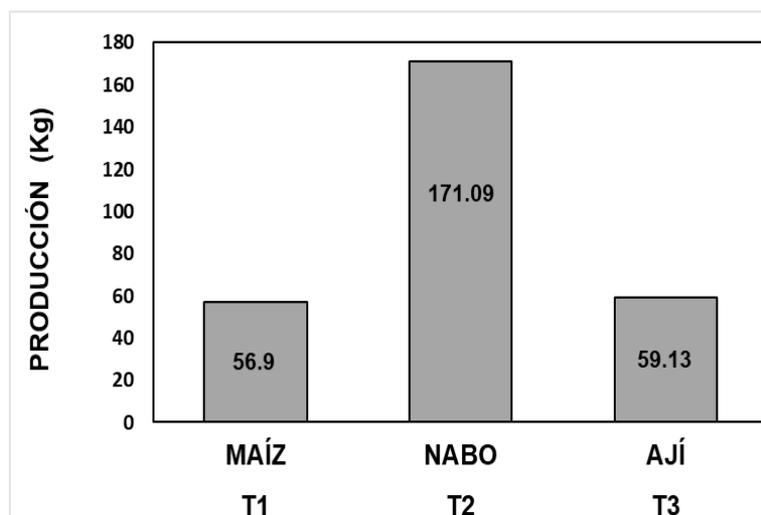


Figura 13. Producción en kg de los cultivos de: Maíz, Nabo y Ají cayena.

CONCLUSIONES

Al evaluar el efecto de la sintropía sobre el comportamiento fitosanitario del cultivo de banano se concluye que el T2 presentó un mejor resultado en las variables estudiadas, en cuanto al estado evolutivo de la sigatoka, los tres tratamientos se comportan de manera similar, pero el T2 se mantiene estable dentro del rango de incidencia de manera que permitirá, en conjunto con las prácticas culturales de prevención, el control de la enfermedad desde sus primeros estadios sin la necesidad de aplicación de agroquímicos.

El comportamiento de picudos en relación con su umbral crítico y el tipo de trampa tipo sándwich establece que la mayor cantidad se observó a 24 horas para picudo rayado y 48 horas picudo negro, de igual importancia la interacción que se visualizó en *Colaspis hypochlora*, con la siembra de nabo, permite reducir la afectación en las nuevas hojas cigarro del cultivo de banano.

El porcentaje de raíces sanas y sus raíces funcionales en el T2 predominan respecto al T1 y T3, por otra parte, la cantidad de producción de los diferentes cultivos asociados que se estableció permite conocer el diseño sintrópico con el cultivo de banano.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, D., Pasini, F., & Scarano, F. R. (2020). Syntropy and innovation in agriculture. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 45, 20-24. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.08.003>
- Araya, M., & Vargas, R. (2018). Frecuencia y densidades poblacionales de nematodos parásitos en plantaciones comerciales de banano (Musa AAA) muestreadas en el intermedio madre-hijo y al frente del hijo de sucesión. *Corbana*, 44(64), 71-96. <https://www.researchgate.net/publication/333802998>
- Carrillo Romero, E. A. & Quevedo Guerrero, J. N. (2022). Evaluación de un fungicida orgánico a base de taninos flavonoides, fenoles y saponinas para el control de sigatoka negra en banano. [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/19867>
- Chabla Carrillo, J. E. (2017). *Efecto de mejoradores físicos, químicos y biológicos de la compactación de suelos bananeros bajo sistemas de riego* [Universidad Da Coruña]. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/20296>
- Chávez Velasco, C., & Araya Vargas, M. (2009). Correlación entre las Características del suelo y los nematodos de las raíces del banano (Musa AAA) en Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 20(2), 361-369. <https://doi.org/10.15517/am.v20i2.4952>
- Enríquez, G. (2018). *Análisis de los factores habilitantes para implementar un sistema agroforestal biodiverso con café, para incrementar la resiliencia al cambio climático de las fincas y hogares de dos parroquias del Noroccidente de Quito*. [Tesis de Maestría en Desarrollo Sostenible y Cambio Climático, Universidad Andina Simón Bolívar]. <http://hdl.handle.net/10644/6350>
- Espinosa, E., Hernández, M. A., Folgueras, M., González, J., Simó, J., Ramírez, T., González, L., Armario, D., Cabrera, M., Maza, N., Hernández, E., de La Nuez, A., Méndez, A., Jacomino, M., & Pérez, D. (2003). Efecto del intercalamiento de maíz (Zea maysL.) sobre el rendimiento del banano (Musa spp.) en sistemas agroecológicos. *Revista Centro Agrícola*, 30(1), 75-79. <http://cagricola.uclv.edu.cu/index.php/es/volumen-30-2003/numero-1-2003/774>
- Espinosa Velepucha, Y. & Guerrero Quevedo, J. N. (2019). Determinación de la eficiencia de diferentes trampas para el control de picudo negro (Cosmopolites sordidus G.) en banano orgánico. [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13848>
- García Saltos, M. B., Juca Maldonado, F., & Juca Maldonado, O. M. (2016). Estudio de los eslabones de la cadena de valor del en la provincia de El Oro. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, 8(3), 51-57. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/411>
- INAMHI. (2017). *Anuario meteorológico No 53-2013. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología* (Issue 52). https://www.inamhi.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf
- Infante, C. J. (2017). *Efecto de la aplicación de fungicidas sistémicos y protectantes en el control de sigatoka negra en cuatro fincas bananeras* [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/10521>
- Joaquim, C., Ares, A., Pintado, D., Santos, D., Messmer, M. M., Costa, J., & Mendes-Moreira, P. (2021). *Analyses Of The Rhizosphere Microbiota In Three Different Crop Systems (Conventional, Organic And Syntropic Agriculture), Using A Portuguese Maize Population And Ccp ('Pigarro' And 'Sinpre')*. <https://orgprints.org/id/eprint/42152/1/OWC2020-SCI-1360.pdf>
- López Aguilar, C., Barrezueta Unda, S., & Jaramillo Aguilar, E. (2022). Efectos de hongos entomopatógenos para el control de nematodos en el sistema radicular del banano. [Informe de proyecto de investigación, FCA-UTMACH]

- Monserrate, L. (2010). Evaluación de la efectividad de dos insecticidas ecológicos aplicados en tres tipos de trampas para el control de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en banano en la parroquia San Juan Cantón pueblo viejo provincia Los Ríos. [Trabajo de titulación, Universidad Estatal de Bolívar] <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/1168>
- Ostmark, H. E. (1975). Banana Pests in the Genus *Colaspis*, including Description of a New Species (Coleoptera: Chrysomelidae). *The Florida Entomologist*, 58(1), 1-8. <https://doi.org/10.2307/3493857>
- Prado-Ocampo, J., & Garzón-Montealegre, V. (2022). Evolución económica y productiva del sector bananero de la provincia de El Oro en el período 2011 – 2020. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(2), 260-270. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.2.1035>
- Quevedo Guerrero, J., Infante Noblecilla, C. J., & García Batista, R. M. (2018). Efecto del uso predominante de fungicidas sistémicos para el control de sigatoka (*Mycosphaerella Fijiensis* Morelet) en el área foliar del banano. [Informe de proyecto de investigación Semillero de Investigación en Recursos Fitogenéticos (SIRF), FCA-UTMACH]
- Rojas, M. (2022). Recuperación De La Fertilidad Y Carbono Orgánico Total Del Suelo Mediante La Implementación Del Sistema De Agricultura Sintrópica En La Región De Ucayali. En *Universidad Científica del Sur. Facultad de Ciencias Ambientales. Ingeniería Ambiental*.
- Segarra, P. (2014). Sinergias entre degradación de la Tierra y cambio climático en los paisajes agrarios del Ecuador. En *Ministerio del Ambiente del Ecuador - Mecanismo Mundial de la CNUCLD- ECOPAR*.
- Tárraga, Y. (2016). *El cambio climático y los alimentos: una relación de ida y vuelta*. <https://www.vidasostenible.org/el-cambio-climatico-y-los-alimentos-una-relacion-de-ida-y-vuelta/>