



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), Noviembre-Diciembre 2025,
Volumen 9, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6

**EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA DEL
CICLO BIOLÓGICO DE SIGATOKA NEGRA
(MYCOSPHAERELLA FIJENSIS) PARA OPTIMIZAR
SU CONTROL EN EL CULTIVO DE BANANO
CULTIVAR WILLIAMS**

**EVALUATION OF THE DYNAMICS OF THE BIOLOGICAL
CYCLE OF BLACK SIGATOKA (MYCOSPHAERELLA FIJENSIS)
TO OPTIMIZE ITS CONTROL IN THE WILLIAMS
BANANA CULTIVAR**

Nelvis Andrés Rivas Pacheco

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Norberto Alonso Rivera Villacres

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

José Nicasio Quevedo Guerrero

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Evaluación de la Dinámica del Ciclo Biológico de sigatoka Negra (*Mycosphaerella Fijensis*) para Optimizar su Control en el Cultivo de Banano Cultivar Williams

Nelvis Andrés Rivas Pacheco¹nrivas3@utmachala.edu.ec<https://orcid.org/0009-0002-0915-5175>Universidad Técnica de Machala
Ecuador**Norberto Alonso Rivera Villacres**nrivera2@utmachala.edu.ec<https://orcid.org/0009-0003-2468-7775>Universidad Técnica de Machala
Ecuador**José Nicasio Quevedo Guerrero**jnquevedo@utmachala.edu.ec<https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>Universidad Técnica de Machala
Ecuador

RESUMEN

La Sigatoka negra causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet es una de las enfermedades más perjudiciales para las plantaciones de banano a nivel mundial, el manejo inadecuado incrementa los costos de producción. El presente estudio, se centró en analizar el ciclo biológico del banano tipo Cavendish mediante la incubación de muestras con temperaturas de 30 °C, 26 °C y 23 °C en una cámara de ambiente controlado, siguiendo un diseño experimental entre nueve y once lecturas por tratamiento, comprendiendo la dinámica de la enfermedad en condiciones controladas y monitoreando sus resultados a través del microscopio óptico. Durante los distintos periodos evaluativos, el crecimiento del patógeno mostro comportamientos diferenciados la Planta 1 Hoja 3 de 30 °C (P1H3 30°C), del 8° y 10° lectura alcanzo un índice de 50000,00 µm con una tasa de 2222,9 día/ 92,6 µm hora, la Planta 4 Hoja 4 (P4H4 26°C) del 24 y 11 noviembre mantuvo una proyección de 32000 µm hasta 50000 µm con un intervalo de 1285,71 día/ 53,57 µm hora e indicando su fase de saturación y ciclo biológico, Planta 5 Hoja 5 de 23 °C (P5H5 23°C) del 07 a 21/11/2025 registra 495,93 µm equivaliendo un aproximado de 6,00 día/0,25 µm hora, donde el patógeno mantuvo viabilidad y capacidad de expansión hasta el cierre del monitoreo. Identificando momentos críticos, mejorando la productividad y sostenibilidad de los cultivos de banano frente las enfermedades fúngicas.

Palabras claves: mycosphaerella fijensis morelet, sigatoka negra, temperatura, ciclo biológico, monitoreo

¹ Autor principal

Correspondencia: nrivas3@utmachala.edu.ec

Evaluation of the Dynamics of the Biological Cycle of Black Sigatoka (*Mycosphaerella Fijensis*) to Optimize its Control in the Williams Banana Cultivar

ABSTRACT

Black Sigatoka, caused by the fungus *Mycosphaerella fijensis* Morelet, is one of the most harmful diseases affecting banana plantations worldwide, and inadequate management significantly increases production costs. This study focused on analyzing the biological cycle of Cavendish bananas by incubating samples at temperatures of 30 °C, 26 °C, and 23 °C in a controlled environment chamber, following an experimental design with nine to eleven readings per treatment. The study examined the disease dynamics under controlled conditions and monitored the results using an optical microscope. During the different evaluation periods, the pathogen exhibited differentiated growth patterns. Plant 1 Leaf 3 at 30 °C (P1H3) reached a maximum value of 50,000 μm in the 8th and 10th readings, with a rate of 2,222.9 $\mu\text{m}/\text{day}$ and 92.6 $\mu\text{m}/\text{hour}$. Plant 4 Leaf 4 at 26 °C (P4H4), from October 24 to November 11, showed an increase from 32,000 to 50,000 μm , with an interval of 1,285.71 $\mu\text{m}/\text{day}$ and 53.57 $\mu\text{m}/\text{hour}$, indicating the saturation phase and completion of the biological cycle. Finally, Plant 5 Leaf 5 at 23 °C (P5H5), from November 7 to 21, registered 495.93 μm , approximately 6 $\mu\text{m}/\text{day}$ or 0.25 $\mu\text{m}/\text{hour}$, demonstrating that the pathogen maintained viability and expansion capacity until the end of monitoring. These observations allowed the identification of critical periods, contributing to improved productivity and sustainability of banana crops in the face of fungal diseases.

Keywords: mycosphaerella fijensis morelet, black sigatoka, temperature, biological cycle, monitoring

Artículo recibido 10 diciembre 2025
Aceptado para publicación: 10 enero 2026



INTRODUCCIÓN

La Sigatoka negra, provocada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, constituye una de las enfermedades más destructivas para las plantaciones de banano a nivel mundial. Afecta principalmente las hojas de la planta, “daños en la biomasa de la planta” (Castillo Arévalo, 2022), reduciendo su capacidad fotosintética y, por lo tanto, limitando su crecimiento y rendimiento. Además, existen numerosos estudios enfocados en la prevención y el control de esta enfermedad, su manejo efectivo sigue siendo un reto debido al desarrollo de resistencia del patógeno, consecuencia del uso prolongado de fungicidas.

El control de la Sigatoka negra no se limita únicamente a la aplicación de fungicidas, sino que también requiere una comprensión detallada del comportamiento del hongo bajo diversas condiciones ambientales. En este contexto, la temperatura desempeña un papel crucial en el ciclo biológico, “representan el problema fitopatológico y mayor limitante para la producción de plátanos. (Díaz Barrios y otros, 2021), afectando directamente su capacidad de crecimiento y dispersión. Este estudio se centró en evaluar los efectos de diferentes temperaturas (30°C, 26°C y 23°C) sobre el crecimiento micelial de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet en cultivos de banano tipo Cavendish, con el objetivo de mejorar las estrategias de control químico, haciéndolas más eficaces y sostenibles.

El siguiente estudio, se llevó a cabo bajo condiciones controladas en el laboratorio de la Universidad Técnica de Machala, donde se monitorearon las distintas fases de desarrollo del patógeno en muestras de banano. El presente proyecto tiene como objetivo de “Evaluar la dinámica del ciclo biológico de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) para optimizar su control en el cultivo de banano”, sin embargo, los resultados obtenidos no solo son fundamentales para comprender la dinámica de la enfermedad, sino, proporcionan información valiosa para desarrollar soluciones más eficaces y menos dependientes de tratamientos químicos, promoviendo así una producción de banano más sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó en el laboratorio de sanidad vegetal y la Granja Experimental Santa Inés de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en el km 5.5 vía al Cambio, perteneciente a la parroquia El Cambio, provincia de El Oro, Ecuador, entre las siguientes coordenadas geográficas 79° 54' 05'' W y 03° 17' 16'' S, con una altitud de 6 msnm.



Figura 1. Imagen obtenida a través de una vista satelital de Google maps.



Fuente: Google maps

Recolección de muestras

En la Granja Experimental de Santa Inés perteneciente a la Empresa Pública de la Universidad Técnica de Machala, se identificaron diez plantas de banano en fase productiva y extrajeron muestras del tejido de cada ejemplar de 5cm x 5cm de las hojas tres, cuatro y cinco, los cuales fueron debidamente identificados, trasladados al laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) para su posterior procesamiento y análisis del objeto estudiado de la respectiva investigación.

Figura 2: Toma de muestras en campo



Fuente: Autores

Figura 3: Muestras de 5x5 en cajas Petri



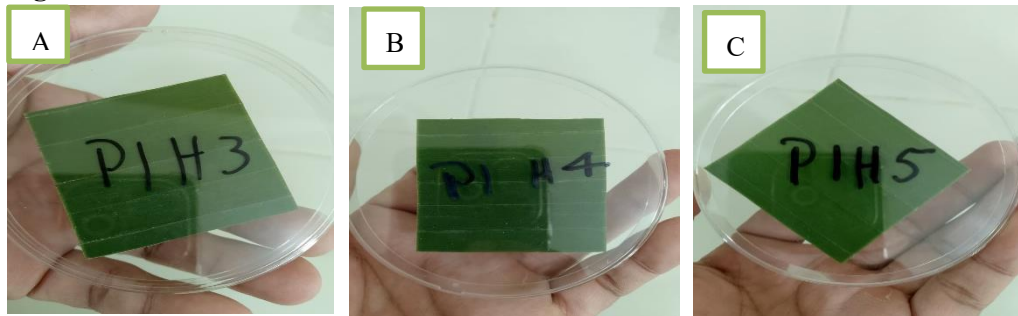
Fuente: Autores

Incubación en laboratorio

El presente proyecto, se procedió la preparación de un ambiente controlado dentro de una cámara de crecimiento controlado, en la cual, instalo una fuente de iluminación artificial conectada a un temporizador (timer). Este dispositivo fue programado para activar la iluminación desde las 11:00 hasta las 15:00 horas, con el propósito de simular las condiciones de luminosidad propias del ambiente de campo, con el fin de monitorear y registrar el ciclo de la *Mycosphaerella fijiensis* Morelet mencionando que es “ una enfermedad policíclica de ciclo corto, que se ve muy favorecida por el carácter permanente

de las plantaciones de banano y las condiciones climáticas de las zonas tropicales” (Núñez Ramos y otros, 2025, pág. 80)

Figura 4: Placa de cultivo con muestra foliar de banano



Fuente: Autores

La cámara de crecimiento controlado fue organizada en tres niveles térmicos, en cada repisa se instaló un termómetro ambiental para el monitoreo continuo de la temperatura. Las condiciones térmicas establecidas correspondieron a 30 °C en la primera repisa, 26 °C en la segunda y 23 °C en la tercera, “tuvo efecto sobre la cantidad de ADN del patógeno y consecuentemente sobre la infección”. (Benavides López y otros, 2022)

Así mismo, se registró la humedad relativa del ambiente. Luego, las muestras fueron introducidas en cajas Petri, “para el cual se seleccionó tiempo de muestreo, tiempo de incubación y temperatura de incubación como variables de control” (Jiménez-Barboza & Gamboa-Villalobos, 2022), donde se rociaron paulatinamente con agua para mantener condiciones adecuadas de humedad. En la primera repisa se colocaron diez muestras que pertenecen a las hojas tres; en la segunda, diez muestras de hojas cuatro; y en la tercera, diez muestras de hojas cinco.

Figura 5: Muestras colocadas dentro de la cámara de ambiente controlado



Fuente: Autores

Observación microscópica

Durante la fase de incubación, se realizó la observación de las muestras mediante microscopio con el fin de dar seguimiento a su evolución. Para facilitar la identificación de la infección, “fueron debidamente identificadas con la fecha y ubicación de la recolección, así como las coordenadas geográficas correspondientes” (Ugalde-Monge y otros, 2024, pág. 115) y señalando con tinta negra las áreas que presentaban estomas infectados, lo que permitió resaltar las estructuras fúngicas y obtener una visualización más nítida del hongo a lo largo del proceso de desarrollo en el laboratorio.

Las imágenes obtenidas fueron registradas mediante documentación fotográfica, lo que permitió evidenciar la evolución de los distintos grados de “*Mycosphaerella fijiensis* Morelet” conocida también como Sigatoka Negra “considerada como una de las enfermedades más limitante en las plantaciones comerciales de banano” (Campo-Arana y otros, 2020, pág. 62), en lo cual, están evidenciadas las presentes muestras. Este respaldo fotográfico no solo permitió analizar la identidad del hongo, sino también, correlacionar las observaciones realizadas en laboratorio, desarrollo y ciclo biológico de la enfermedad de acuerdo a las lecturas establecidas del proyecto.

Figura 6:

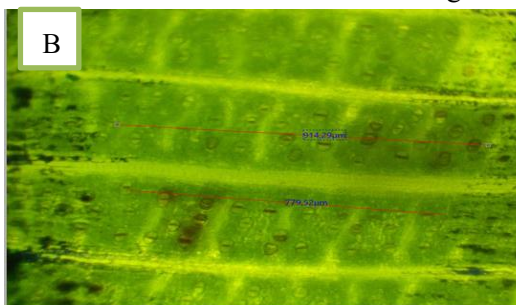
Monitoreo mediante microscopía óptica (40x)



Fuente: Autores

Figura 7:

Presencia de estomas infectados con grado dos



Fuente: Autores

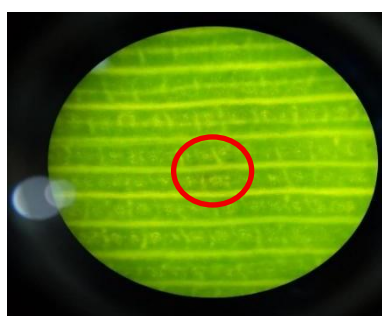
Medición del crecimiento y esporulación

La medición del crecimiento y esporulación de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet es esencial para evaluar la dinámica de la infección en las plantaciones de banano y para optimizar las estrategias de control fitosanitario, “las amenazas de las plagas que se pueden presentar en el desarrollo influye en la etapa de crecimiento y calidad de la fruta.” (León Serrano y otros, 2020). En el presente estudio, se realizó un seguimiento detallado del desarrollo del patógeno bajo condiciones controladas de temperatura y humedad, a fin de establecer los parámetros necesarios para su gestión eficiente a través de la escala de Fouré, tales como sus cambios de estadios y sus síntomas que “presenta gran cantidad

de peritecios, ascas y ascosporas” (Vélez García, 2012), donde se puede identificar a través de los siguientes indicadores:

Estado 1. Pequeñas lesiones o puntos de color blanco-amarillento a marrón, de 1 mm de longitud, denominadas pizcas, apenas visibles en el envés de las hojas. “Las manchas foliares de Sigatoka presentan una sintomatología similar que consisten en manchas pardas al inicio” (Regalado & Sánchez, 2019), seguidamente es crucial para el diagnóstico temprano de la enfermedad, dado que el fruto de la planta “es un alimento básico y un producto de exportación” (León Ajila y otros, 2023), donde las manchas pueden involucrar con otros trastornos fitosanitarios si no se identifican correctamente.

Figura 8. Indicios del crecimiento del patógeno *Mycosphaerella fijiensis* Morelet



Fuente: Autores

Estado 2. Rayas o estrías cloróticas de 3–4 mm de longitud por 1 mm de ancho, de color marrón, que se desarrollan en la parte inferior de la hoja. Consecutivamente, a medida que la infección progresa, las estrías se expanden y se oscurecen, lo que indica un aumento en la severidad de la enfermedad e ingresando “a los tejidos internos y los parasitan cambiando la permeabilidad de las paredes celulares” (Guerrero y otros, 2020).

Figura 9. Crecimiento y control de la *Mycosphaerella fijiensis* Morelet



Fuente: Autores

Estado 3. Las rayas o estrías se alargan y amplían dando la impresión de haber sido pintadas con pincel, sin bordes definidos y de color café, que pueden alcanzar hasta 2 cm de longitud, recalcando “la enfermedad en el cultivo de banano, y el área bajo la curva del progreso” (Sánchez & Reyes, 2022), lo que reduce su capacidad para hacer fotosíntesis y, por lo tanto, disminuye la producción.

Figura 10. Evolución de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet: Aumento de manchas cloróticas en las hojas



Fuente: Autores

Estado 4. Manchas ovaladas de color café en el envés y negro en el haz, bajo estas cualidades “ocasiona ablandamiento debido a la desintegración de componentes de la pared celular” (Morocho-Coronel y otros, 2024), debilitando sus procesos fotosintéticos de la planta.

Figura 11. Propagación acelerada de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet a través del tejido foliar



Fuente: Autores

Estado 5. Manchas negras rodeadas de un anillo negro y a veces un halo amarillento y centro seco y semihundido, contemplando la “presencia simultánea de enfermedades fúngicas, bacterianas, virales y ataques de nematodos evidencia la necesidad de un monitoreo constante” (Chinkim Tunk & Nuñez Tarco, 2025), a fin de detectar a tiempo los brotes, aplicar estrategias de manejo efectivas para controlar la propagación y minimizar los daños.

Figura 12. Lesión foliar con necrosis significativa del tejido foliar,



Fuente: Autores

Estado 6. Manchas con centro seco y hundido, de coloración marrón clara, rodeadas de tejido clorótico, según estudios recientes la “enfermedad afecta más del 80% de las plantaciones comerciales, requiriendo entre 8-12 aplicaciones de fungictidas por ciclo productivo” (Suarez García y otros, 2025), reduciendo la productividad del cultivo y el uso excesivo de químico como el riesgo de desarrollo de resistencia por parte del patógeno. Detallando que, “las manchas presentan un centro gris y pueden unir para formar grandes parches necróticos” (González Rojas & Castellanos González, 2023, pág. 149), en concreto, están listas para ser liberadas al ambiente para iniciar la infección de nuevas áreas en la planta o en plantas cercanas.

Figura 13. Seguimiento de la necrosis generalizada del tejido foliar causada por *Pseudocercospora fijiensis*



Fuente: Autores

Diseño experimental

El experimento se desarrolló bajo un diseño completamente al azar (DCA) para evaluar el seguimiento. Se establecieron tres tratamientos basados en diferentes temperaturas (Tabla 1).

Tabla 1. Evaluación de tratamientos en hojas

Tratamiento	Temperatura(°C)	Hoja evaluada	Nº de muestras
T1	30	3ra hoja	5
T2	26	4ta hoja	5
T3	23	5ta hoja	5

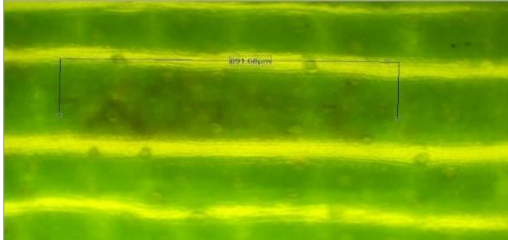
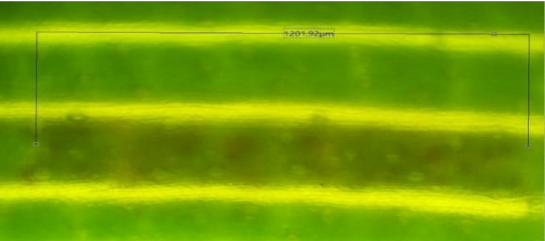
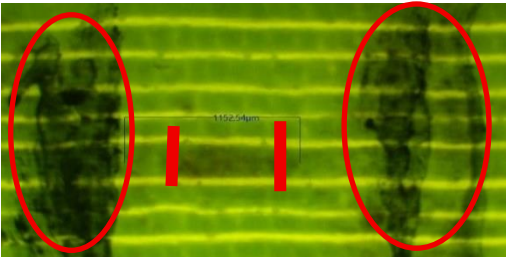
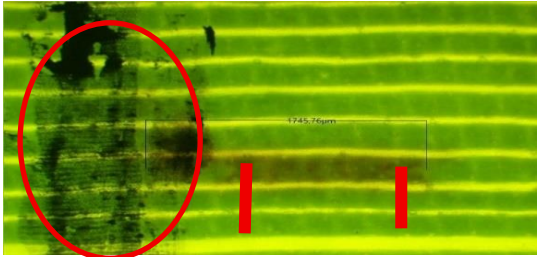
Fuente: Autores

Cada de estos tratamientos conto con diez muestras(hojas) donde fueron evaluadas distintas temperaturas (°C), el tratamiento 1 con una temperatura de 30°C, el tratamiento 2 con una temperatura de 26°C, el tratamiento 3 con una temperatura de 23°C, sumando en total 30 muestras. En el transcurso del experimento se tomó de 9 a 11 repeticiones por cada muestra estudiada del proyecto.

Recolección de datos

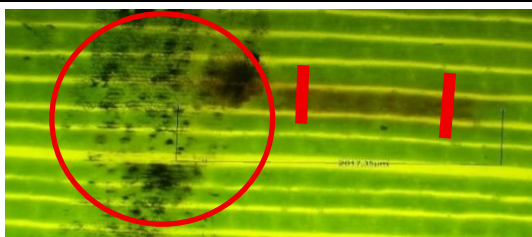
En el presente trabajo investigativo, se realizó monitoreos periódicos para medir parámetros como el crecimiento del patógeno, las lesiones foliares y las condiciones ambientales que podrían influir en el desarrollo de la enfermedad, manteniendo “un entorno controlado donde se pueden manipular las variables de interés para estudiar sus efectos.” (Haro Sarango y otros, 2024) del objeto de estudio.

Tabla 2. Ciclo biológico del objeto de estudio.

P1H3(30°)	P1H4(26°)
 <p>1era lectura (30/09/2025): Observación de síntomas visibles, aun de baja intensidad y correspondiendo a la fase de incubación del patógeno.</p>	 <p>1ra lectura (30/09/2025): La hoja presento síntomas de escasa visibilidad e indicativos de una fase temprana del desarrollo de la enfermedad.</p>
 <p>2da lectura (01/10/2025): Presencia de estrías cloróticas incipientes, lo que indica el inicio del establecimiento de la enfermedad en el área afectada.</p>	 <p>2da lectura (01/10/2025): Aparición de clorosis localizada manifestadas en forma de estrías finas sobre el tejido foliar.</p>



3ra lectura (02/10/2025): En esta etapa se evidencio un incremento notable en la longitud y mayor intensidad de estrías cloróticas.



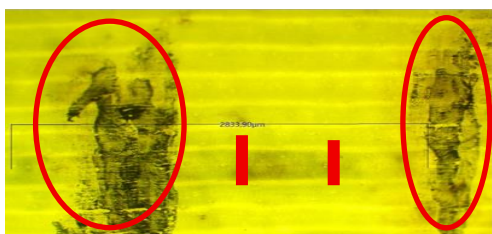
3ra lectura (02/10/2025): En esta fase, se observó una definición progresiva de las estrías cloróticas y evidenciando el avance gradual del proceso patológico.



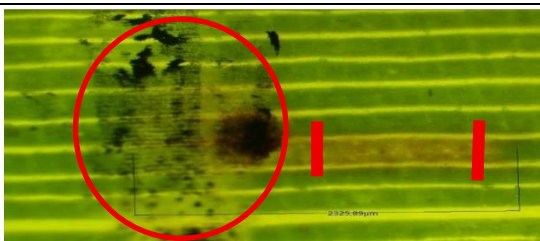
4ta lectura (07/10/2025): En la siguiente ilustración, se aprecia la formación de manchas necróticas de color marrón claro y bien delimitadas.



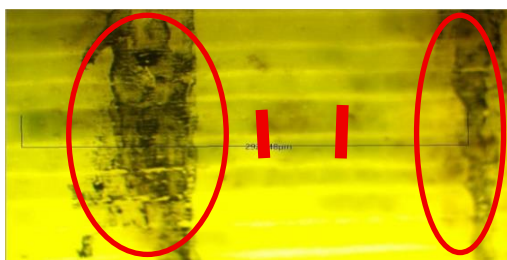
4ta lectura (07/10/2025): Observación de manchas marrón con inicio de necrosis tisular e indicando una fase avanzada en el desarrollo de la enfermedad.



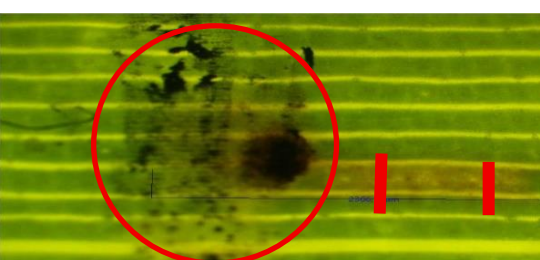
5ta lectura (13/10/2025): Evidencia de la expansión significativamente acelerada de las lesiones y acompañada de necrosis incipiente del tejido afectada.



5ta lectura (13/10/2025): En la siguiente ilustración, se registró un incremento mayor del tamaño y número de las lesiones necróticas presentes del tejido.



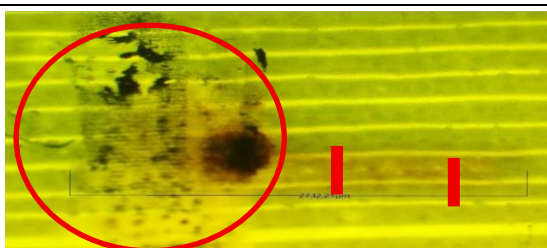
6ta lectura (14/10/2025): El oscurecimiento es bastante progresivo de las lesiones y su aumento del área necrótica del presente objeto de estudio.



6ta lectura (14/10/2025): Evidencia de una expansión gradual de las áreas afectadas por el patógeno.



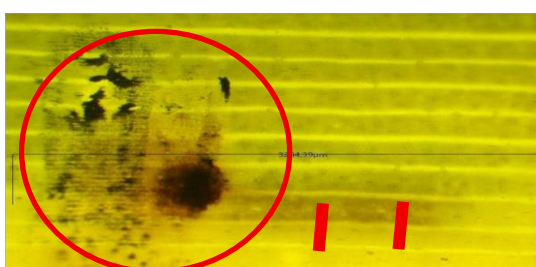
7ma lectura (21/10/2025): La coalescencia de las lesiones provoco una afectación y comprometiendo gran parte de la superficie del tejido foliar.



7ma lectura (21/10/2025): Las lesiones presentaron coalescencia parcial y manteniendo una severidad o afectación foliar aun moderada.



8va lectura (24/10/2025): En esta etapa, la necrosis se manifestó de forma severa, provocando una perdida significativa de la superficie fotosintética de la hoja.



8va lectura (24/10/2025): El oscurecimiento de las manchas y el compromiso del tejido foliar, se manifestaron de manera notable y evidenciando la severidad del daño en los ejemplares seleccionados.



9na lectura (07/11/2025): Los síntomas evidenciaron la alta severidad de la infección del patógeno, alcanzando un estado de daño foliar y generalizado un compromiso a la integridad de la planta.



9na lectura (07/11/2025): La necrosis foliar presento un avance significativo y reduciendo drásticamente el área verde de los ejemplares evaluados.



10ma lectura (14/11/2025): El tejido foliar presento un deterioro avanzado, lo cual, resulto en una reducción funcional significativa de la capacidad fotosintética del ejemplar.



10ma lectura (14/11/2025): La afectación es muy alta de la lámina foliar y la reducción de la capacidad fotosintética.

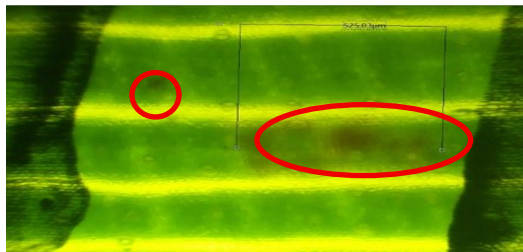


11va lectura (21/11/2025): La infección severa derivó en un colapso tisular y teniendo como consecuencia drásticamente a la estructura foliar de los ejemplares evaluados.



11va lectura (21/11/2025): La severidad de la enfermedad alcanzó niveles críticos, manifestándose a través de una degradación general del tejido foliar.

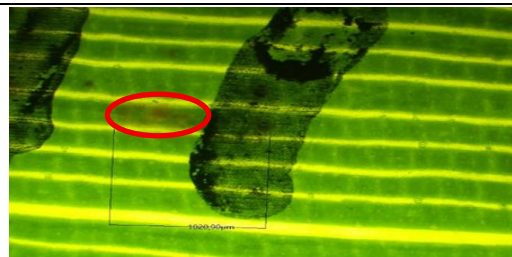
P1H5 (23°)



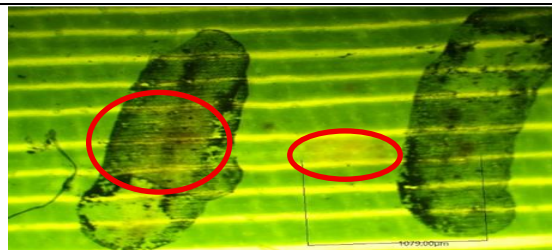
1era lectura (30/09/2025): El tejido foliar no presentó manifestaciones sintomáticas visibles de la hoja estudiada.



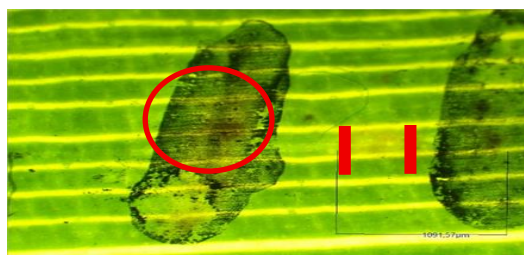
2da lectura (01/10/2025): Durante la evaluación se detectó la presencia de clorosis localizada de carácter leve y sin afectación significativa del tejido.



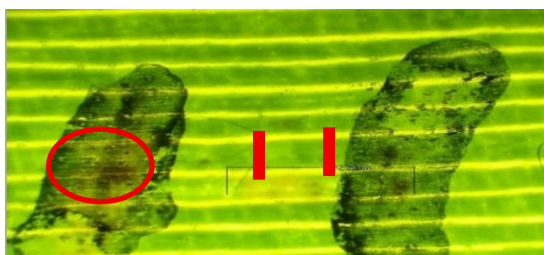
3ra lectura (02/10/2025): En la ilustración, se evidencian estrías cloróticas poco definidas y una progresión lenta.



4ta lectura (07/10/2025): El tejido foliar presentó manchas claras de baja intensidad e inicios de impactos de procesos de necrosis del tejido.



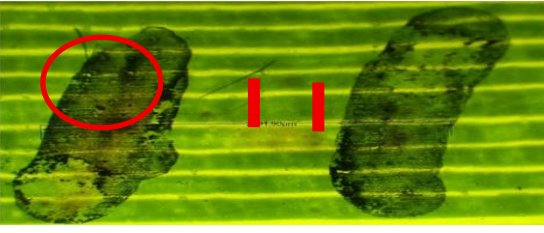
5ta lectura (13/10/2025): En esta fase, se observaron lesiones pequeñas, donde presentaron un crecimiento limitado y perímetros claramente definidos.



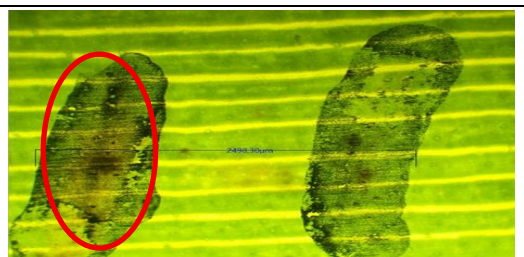
6ta lectura (14/10/2025): Las lesiones presentaron un aumento de tamaño limitado, permaneciendo aisladas y sin unión del tejido afectado.



7ma lectura (21/10/2025): Una necrosis moderada localizada en áreas específicas.



8va lectura (24/10/2025): Presencia de lesiones oscuras aisladas y con baja afectación foliar.



9na lectura (07/11/2025): Determino un desarrollo más lento de la infección respecto a las posiciones foliares de las hojas tres y cuatro.



10ma lectura (14/11/2025): En esta ilustración, se evidencio la afectación de la lámina foliar con persistencia de la hoja estudiada.



11va lectura (21/11/2025): La sismología presento un estado de necrosis incipiente y localizada, manteniendo un índice de severidad bajo en el contexto general de la planta.

Fuente: Autores

Análisis y correlación de resultados

Los datos que se obtuvieron muestran que la *Mycosphaerella fijiensis* Morelet presenta un crecimiento micelial más rápido bajo las condiciones óptimas de temperatura y humedad, esta indica que el vigor del micelio si influye directamente en la capacidad de dispersión del patógeno. Durante la investigación, se monitorearon “el comportamiento de los indicadores de estudio y (...) los cambios del entorno” (Burgo Bencomo & Gaitán Suazo, 2021), registrando los resultados basados en las lecturas de los estados de concentración correspondientes a las diferentes temperaturas, según las hojas de las plantas (P), donde fueron identificadas como P1, P2, P3, P4 y P5.

Tabla 3. Observación microscópica de muestras incubadas de 30, 26 y 23 °C sobre la Sigatoka negra del hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet

Lectura de muestra	P1H3 μm (30° C)	P1H4 μm (26 °C)	P1H5 μm (23 °C)	P2H3 μm (30° C)	P2H4 μm (26 °C)	P2H5 μm (23 °C)
1° lectura (30/09/2025)	891,68	1201,92	525,83	100,28	325,35	650,48
2° lectura (01/10/2025)	1152,54	1745,76	590,8	102,98	558,27	857,74
3° lectura (02/10/2025)	1173	2017,35	1020,9	109,76	596,3	894,57
4° lectura (07/10/2025)	2091,52	2292,24	1079	126,05	757,47	1359,47
5° lectura (13/10/2025)	2833,9	2325,89	1091,57	131,44	901,23	1413,81
6° lectura (14/10/2025)	2925,48	2366,18	1132,2	142,28	944,48	1423,79
7° lectura (21/10/2025)	3284,77	2732,21	1170,31	201,92	1427,13	1474,96
8° lectura (24/10/2025)	3318,65	3264,39	2491,9	1154,54	1501,75	1484,74
9° lectura (07/11/2025)	10000	4000	2498,3	50000	19000	1508,47
10° lectura (14/11/2025)	50000	10000	2571,62	-	20000	1551,65
11° lectura (21/11/2025)	50000	50000	3319,07	-	50000	3318,65

Fuente: Autores

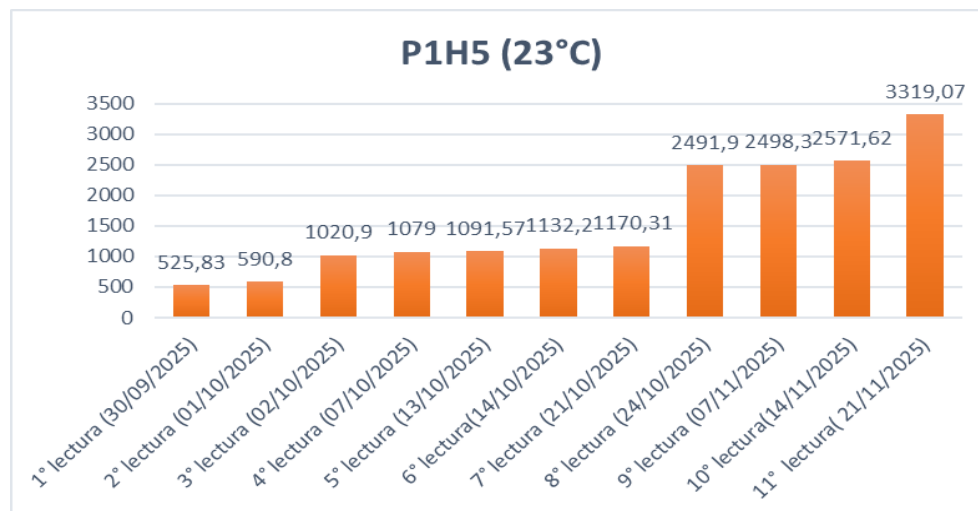
Figura 14:

Observación microscópica de la lectura P1H3 sobre la Sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet



Figura 15:

Observación microscópica de la lectura P1H5 sobre la Sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet



Fuente: Autores

En la presente investigación obtenida de la Figura 14: Observación microscópica de la lectura P1H3 sobre la Sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, se registran once mediciones del parámetro evaluado a través del microscopio del laboratorio de la Universidad Técnica de Machala expresadas en micrómetros por un periodo de dos meses y tres semanas. Durante este periodo comprendido de la primera semana del 30/09 y el 02/10/2025 la longitud micelial aumento de 891,68 µm hasta 1173 µm, este incremento equivale a un promedio de 140,66 µm por día y 5,86 µm por hora y reflejando una fase inicial de adaptación, donde “comienza con la deposición de esporas, en forma de conidios y esporas, encima de las hojas. Las esporas germinaran en condiciones favorables de humedad del 90% y una temperatura que fluctúa” (Rodríguez Cabrera y otros, 2021, pág. 148).

Posteriormente, en las semanas intermedias del 07/10 al 24/10/2025 cuyo crecimiento fue más sostenido, cuyos valores son de 2091,52 µm hasta 3318,65 µm, registrando un índice de 1227,13 µm en aproximadamente 17 días, con una progresión de las dimensiones desde 72,18 µm por día, 3,01 µm por hora y cerca de 505 µm por semana. Además, este comportamiento evidencia la temperatura de 30 °C optimizando la elongación de las hifas y permitiendo una transición hacia una fase de expansión sostenida de la hoja.

Durante la fase avanzada del experimento, de la 8° y 10° lectura de las fechas 24/10 hasta 14/11/2025, se registró un avance acelerado de 3318,65 µm a 50000,00 µm, representando un elevado índice de 2222,9 µm por día, 92,6 µm hora, 15560 µm semana y 46681,35 µm en 21 días, reflejando un crecimiento significativamente superior a las fases previas, consolidando la etapa de máxima actividad



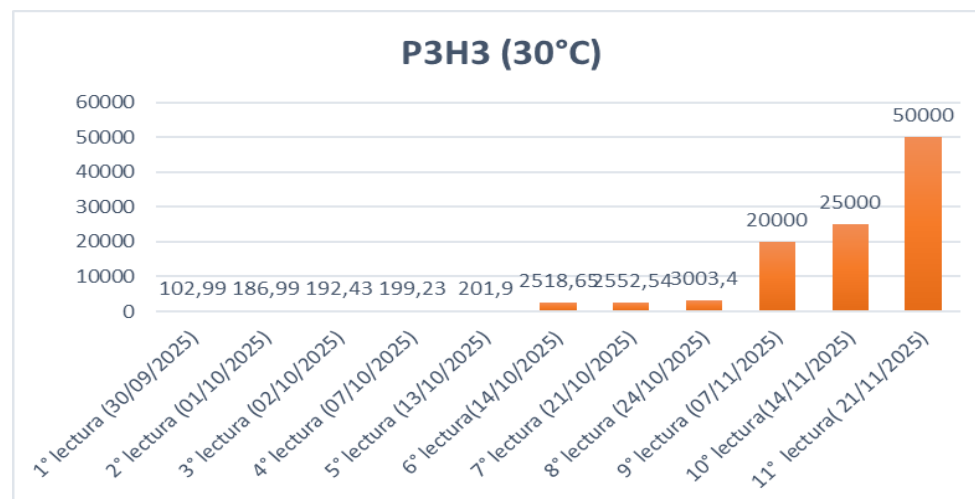
metabólica del patógeno. Finalmente, el 14/11 al 21/11 del 2025 las condiciones permanecieron al 50000 μm sin presentar variaciones en las mediciones, dicho comportamiento es característico de la fase de saturación, debida a los limitados nutrientes y del espacio físico del presente objeto investigado.

Tabla 4. Observación microscópica de muestras incubadas de 30, 26 y 23 °C sobre la Sigatoka negra del hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet

Lectura de muestra	P3H3 μm (30° C)	P3H4 μm (26 °C)	P3H5 μm (23 °C)	P4H3 μm (30° C)	P4H4 μm (26 °C)	P4H5 μm (23 °C)
1° lectura (30/09/2025)	102,99	394,46	322,56	100,27	142,28	138,22
2° lectura (01/10/2025)	186,99	533,88	468,84	133,23	163,96	420,56
3° lectura (02/10/2025)	192,43	558,27	512,22	145,01	181,59	768,31
4° lectura (07/10/2025)	199,23	732,21	537,94	224,94	184,29	1132,32
5° lectura (13/10/2025)	201,9	765,68	546,13	291,52	3281,55	1227,11
6° lectura (14/10/2025)	2518,65	809	586,76	3318,74	12000	1281,42
7° lectura (21/10/2025)	2552,54	1352,55	683,15	50000	28000	1285,02
8° lectura (24/10/2025)	3003,4	3315,35	718,65	50000	32000	1440,71
9° lectura (07/11/2025)	20000	50000	50000	50000	50000	1450,87
10° lectura (14/11/2025)	25000	-	-	-	-	1780,38
11° lectura (21/11/2025)	50000	-	-	-	-	3322,02

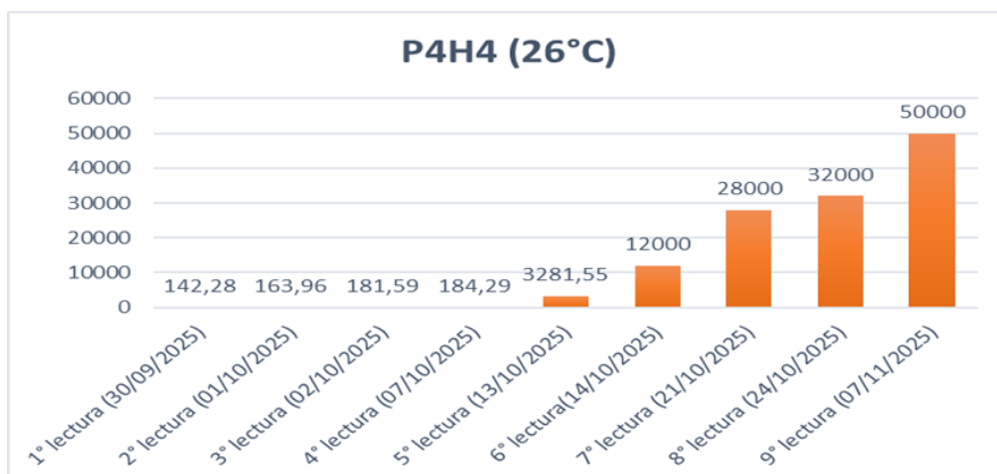
Fuente: Autores

Figura 16: Observación microscópica de la lectura P3H3 sobre la Sigatoka Negra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet



Fuente: Autores

Figura 17: Observación microscópica de la lectura P4H4 sobre la Sigatoka Negra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet



Fuente: Autores

De acuerdo con los datos obtenidos para el registro de la Figura 17: Observación microscópica de la lectura P4H4 sobre la Sigatoka Negra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet a 26°C colocadas dentro de la cámara de ambiente controlado. En la etapa inicial, comprendida entre el 30 de septiembre y 02 de octubre del 2025 se registró una proyección de 142,28 μm a 181,59 μm , manifestando una creciente de 39,31 μm aproximadamente 48 horas, correspondiendo una tasa de promedio de 19,66 μm por día y 0,82 μm por hora, estableciendo que “la producción de banano experimenta notables fluctuaciones a lo largo del periodo estudiado” (Jadán Sánchez, 2024), caracterizando un crecimiento moderado y optimizando su capacidad metabólica.

La expansión es un indicio claro de que la temperatura de 26°C estimula la colonización, “se observa que la incidencia de este agente causal reflejó un comportamiento diferenciado en la interacción de los factores de estudio” (Ponce Cedeño y otros, 2023, pág. 1196), mencionando que las fechas del 07 al 24 de octubre del 2025 teniendo valor de 184,29 μm hasta 32000 μm manteniendo un total de 31815,71 μm aproximadamente 17 días, 1871,51 μm por día, 77,98 μm hora y 13100 μm semanal, permitiendo que el patógeno incrementa rápidamente su tasa de expansión, pasando de un crecimiento lento inicial a una fase de colonización intensa.

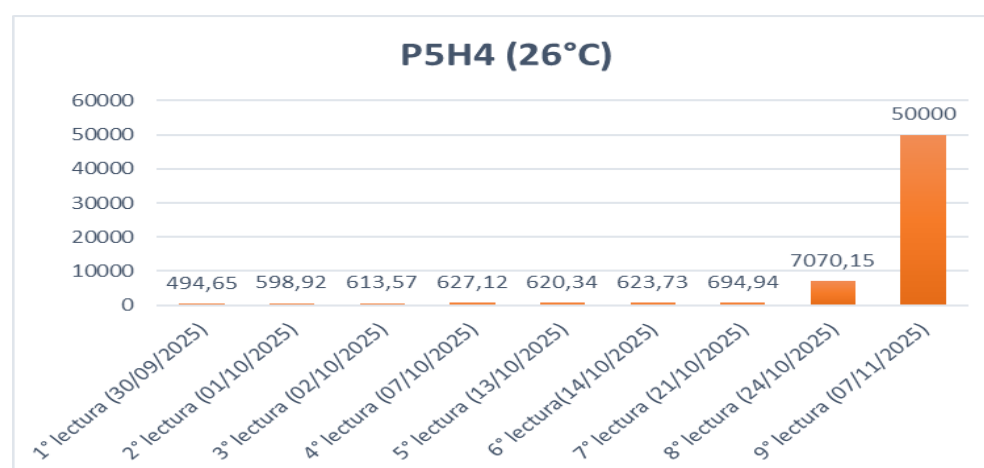
La última etapa evaluativa del trabajo investigativo la Sikota Negra del monitoreo y registro del 24 de octubre y 11 noviembre del 2025 continuó incrementándose hasta alcanzar una etapa de 32000 μm hasta 50000 μm , demostrando un cociente de 18000 μm por 14 días, correspondiendo un 1285,71 μm por día, 53,57 μm hora y 9000 μm semana, mostrando un crecimiento activo y culminando su ciclo biológico.

Tabla 5. Observación microscópica de muestras incubadas de 30, 26 y 23 °C sobre la Sigatoka Negra del hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet

Lectura de muestra	P5H3 μm (30° C)	P5H4 μm (26 °C)	P5H5 μm (23 °C)
1° lectura (30/09/2025)	74,54	494,65	208,71
2° lectura (01/10/2025)	157,18	598,92	342,84
3° lectura (02/10/2025)	174,88	613,57	372,72
4° lectura (07/10/2025)	189,75	627,12	380,76
5° lectura (13/10/2025)	699,2	620,34	388,95
6° lectura (14/10/2025)	764,23	623,73	391,60
7° lectura (21/10/2025)	878,05	694,94	399,73
8° lectura (24/10/2025)	883,59	7070,15	409,22
9° lectura (07/11/2025)	32000	50000	411,94
10° lectura (14/11/2025)	50000	-	459,55
11° lectura (21/11/2025)	50000	-	495,93

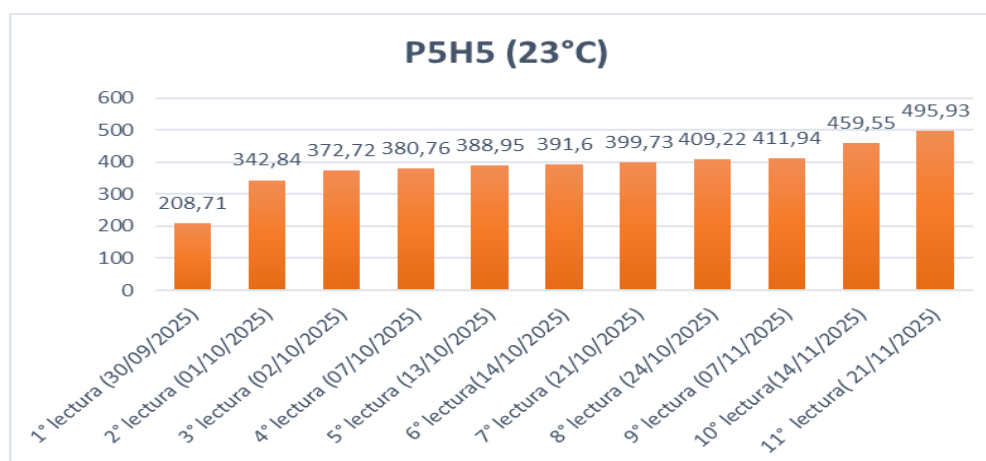
Fuente: Autores

Figura 18: Observación microscópica de la lectura P5H4 sobre la Sigatoka Negra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet



Fuente: Autores

Figura 19: Observación microscópica de la lectura P5H5 sobre la Sigatoka Negra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet



La siguiente Figura 19: Observación microscópica de la lectura P5H5 sobre la Sigatoka Negra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet de 23° los resultados obtenidos de las observaciones de fragmentos foliares de 5x 5 mm, comprendida entre el 30 de septiembre y 02 de octubre del 2025 presento un ritmo dinámico partiendo una longitud de 208,71 μm y extendiendo al 372,72 μm en apenas dos días y 3,42 μm por hora y 82,01 μm al día, siendo el periodo de mayor actividad metabólica registrado para este ejemplar en particular, donde mantienen “diferentes roles en el desarrollo del hospedador entre ellos propiedades patogénicas, beneficiosas y algunos pueden no presentar un efecto directo sobre su hospedador” (Paladines-Montero y otros, 2022, pág. 2).

Durante el siguiente intervalo desde el 02 de octubre hasta el 07 de noviembre del 2025, teniendo de 372,72 μm hasta 411,94 μm cuya programación del hongo de 0,045 μm por hora, 1,09 μm día y crecimiento total de 39,22 μm en más de un mes, lo que evidencia un estado de inhibición o crecimiento restringido. Además, el cierre de periodo de observación del 07 al 21 de noviembre del 2025, la muestra experimento una reactivación leve y estas dos ultimas semanas tiene un registro del 411,94 μm hasta 495,93 μm , equivaliendo una tasa de 6,00 μm por día y equivale a un avance aproximado de 0,25 μm por hora, sugiriendo que las limitaciones térmicas del patógeno mantuvieron su viabilidad y capacidad de expansión hasta la última finalización del monitoreo de la hoja estudiado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Comportamiento del Hongo en las Muestras P1 y P2 Micrómetros (μm)

Las mediciones microscópicas se registraron a través del microscopio del laboratorio de la Universidad Técnica de Machala por un periodo de dos meses y tres semanas.

a. Muestras P1 (P1H3, P1H4, P1H5)

30 °C (P1H3) - Condición Óptima: El crecimiento comenzó con 891.68 μm , y experimentó un aumento exponencial, alcanzando valores de 50,000 μm en las evaluaciones finales durante once lecturas en la mayoría de las muestras. El aumento en las evaluaciones finales se asocia agronómicamente con condiciones óptimas para la infección, colonización y esporulación del patógeno del cual se tomó las características ambientales del sector. Discusión: Se pudo observar que incrementando la temperatura a 30 °C se establece las condiciones óptimas para el desarrollo del hongo.

26 °C (P1H4) - Actividad Fisiológica Sostenida: El crecimiento micrométrico (μm) mostró una evolución progresiva y constante, entre 1201,92 μm y 50,000 μm . Discusión: Este rango térmico de 26



°C permite una actividad fisiológica sostenida del patógeno y favorece su capacidad de colonización foliar.

23 °C (P1H5) - Limitación Térmica: En contraste, el crecimiento fue significativamente menor y más estable, teniendo valores de 525.83 μm hasta 3319.07 μm , durante todo el periodo de evaluación.

Discusión: Esto refleja una limitación térmica parcial que reduce la velocidad de desarrollo del patógeno.

b. Muestras P2 (P2H3, P2H4, P2H5)

La observación microscópica de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet incubado en P2H3, P2H4 y P2H5 evidenció un comportamiento diferencial del patógeno en función de la temperatura.

30 °C (P2H3): El crecimiento presentó incrementos abruptos en lecturas avanzadas, indicando condiciones altamente favorables para el desarrollo de la enfermedad.

26 °C (P2H4): El crecimiento fue progresivo y sostenido, reflejando un riesgo fitosanitario intermedio para el cultivo de banano.

23 °C (P2H5): El crecimiento se mantuvo más estable y limitado, lo que sugiere una restricción térmica parcial.

2. Comparación en Muestras P3 y P4

La comparación entre las muestras P3H y P4H reforzó el hallazgo principal.

30 °C (P3H3 y P4H3) - Proliferación Óptima: Ambos grupos presentan un crecimiento acelerado, alcanzando hasta 50,000 μm en las lecturas finales, lo que sugiere que esta temperatura favorece de manera óptima la proliferación del patógeno. Esta expansión rápida es un indicio claro de que la temperatura de 30 °C estimula la colonización del hongo. Determinando que el P4H alcanzó un pico de \$3318.74, en la 6ª lectura.

26 °C (P3H4 y P4H4) - Ritmo Moderado: El crecimiento de P3H sigue siendo considerable, llegando hasta 50,000 μm (9ª lectura). En el caso de P4H, los valores de crecimiento se estabilizan en torno a 3,281.55 μm , (5ª lectura), lo que sugiere que esta temperatura reduce la velocidad de colonización del hongo.

23 °C (P3H5 y P4H5) - Crecimiento Limitado: Las lecturas de ambos grupos muestran un crecimiento aún más limitado, con valores que no superan los 1,500 μm (excepto por P3H5 en la 9ª lectura que alcanzó 50,000 μm). Discusión: Este comportamiento confirma que las temperaturas más bajas son menos propicias para el desarrollo de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet.



3. Análisis Dinámico en Muestras P5

La expansión progresiva en las observaciones de fragmentos foliares sugiere que la temperatura tiene un impacto directo no solo en la velocidad de colonización, sino también en los cambios fisiológicos y metabólicos del patógeno³⁶.

30 °C (P5H3) - Crecimiento Significativo y Variado: Las muestras experimentaron un crecimiento significativo, alcanzando valores cercanos a los 50,000 µm en las últimas lecturas. P5H presentó un crecimiento más acelerado, alcanzando 32,000 µm en la 9ª lectura. Discusión: Esto sugiere que a 30 °C el hongo experimenta una activación metabólica más rápida, pero con una notable diferencia en la velocidad de colonización entre las muestras.

26 °C (P5H4) - Desaceleración y Variación: La expansión del patógeno se desaceleró. P5H alcanzó un máximo de 7,070.15 µm (8ª lectura). Discusión: La temperatura moderada ralentiza la actividad de las enzimas del hongo, su metabolismo y afecta la absorción de nutrientes necesarios para su crecimiento.

23 °C (P5H5) - Máxima Restricción: A 23 °C, las lecturas muestran una desaceleración aún mayor, alcanzando valores máximos de solo 495.93 µm para P5H. Discusión: Las condiciones climáticas más bajas limitan tanto la actividad metabólica del hongo como la disponibilidad de nutrientes esenciales.

CONCLUSIÓN

Basado en la evidencia microscópica y respaldada por la estadística obtenida, se establecen las siguientes conclusiones sobre la evolución de la Sigatoka negra:

Influencia de la Temperatura en el desarrollo: Los resultados confirman que temperaturas más elevadas (30 °C) incrementan su crecimiento de la Sigatoka negra. Esta es la condición óptima para el desarrollo y proliferación del patógeno.

Efecto de las Temperaturas Moderadas y Bajas:

Las temperaturas moderadas 26 °C permiten un crecimiento progresivo y estable.

Las temperaturas más bajas 23 °C limitan la actividad metabólica y reducen significativamente la velocidad de desarrollo del patógeno como un estado de dormancia, sin eliminar el riesgo sanitario.

Vigor del Micelio y Dispersión: El patrón de crecimiento observado confirma que el vigor del micelio influye directamente en la capacidad de dispersión del patógeno.

Dependencia Metabólica: El crecimiento de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet depende estrechamente de la temperatura y humedad, que influye no solo en la velocidad de colonización, sino también en la asimilación de nutrientes clave para su desarrollo.



Densidad poblacional y traslape: El desarrollo de la misma influye directamente por su densidad desproporcionada que provoca el traslape de hojas y a su vez forma microclimas donde la humedad juega un papel del desarrollo del hongo que van de la mano con la temperatura, al momento de la fumigación el mismo traslape evita que las plantas más pequeñas reciban la fumigación adecuada por más que sus gotas sean tensoactivas no recibirán como las plantas de mayor tamaño provocó que unas muestras tuvieran más resistencias que otras.

Despunte temprano de hojas y desarrollo fisiológico adecuado: Por falta de esta labor cultural del despunte temprano provoca posteriormente la lluvia de esporas a las hojas más viejas y a ejemplares aledaños, sin embargo, la falta de nutrición y competencia de nutrientes provoca desnutrición vegetal y hace que la planta sea susceptible al hongo provocando el desarrollo fisiológico no adecuado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Benavides López, L. F., Camacho, M., & Muñoz Fonseca, M. E. (2022). Relación entre factores climáticos y la infección foliar de Sigatoka Negra (*Pseudocercospora fijiensis*) en plantas de banano (*Musa AAA*) con y sin la aplicación de fungicida. *Revista AgroInnovación En El Trópico Húmedo*, 3(1), 1–13. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/agroinn/article/view/6503/6351>
- Burgo Bencomo, O. B., & Gaitán Suazo, V. (2021). Comportamiento de indicadores de calidad en el cultivo del banano de la provincia El Oro, Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas* 4.Suplemento(1), 202-209. <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/315/314>
- Campo-Arana, R. O., Vélez-Leiton, S. M., & Barrera Violeth, J. L. (2020). La sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, en los cultivos de plátano y banano: una revisión. *Fitopatología Colombiana*, 44(2), 61-66. https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo-Campo-Arana/publication/350671395_LA_SIGATOKA_NEGRA_Mycosphaerella_fijiensis_Morelet_EN_LOS_CULTIVOS_DE_PLATANO_Y_BANANO_UNA_REVISION/links/606ce69d299bf13f5d5f8dd8/LA-SIGATOKA-NEGRA-Mycosphaerella-fijiensis-Mo
- Castillo Arévalo, T. (2022). Estrategias biológicas para el manejo de la sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* M.) en cultivo de plátano (*musa paradisiaca* L.) aab en rivas, Nicaragua. *Revista Colegiada De*



<https://revistas.up.ac.pa/index.php/revcolciencia/article/view/3221/2830>

Chinkim Tunk, J. G., & Nuñez Tarco, V. M. (2025). Principales plagas del cultivo de plátano macho (Musa AAB). *Revista PRISMA Amazónico*, 2(1), 1-8.

<https://prismaamazonico.com/index.php/revista-prisma/article/view/16/86>

Díaz Barrios, E. J., Conde López, E. d., Cervantes Álava, A. R., & Sánchez Urdaneta, D. d. (2021). Manejo de Sigatoka negra para la producción sostenible de plátano ‘Hartón’ en el Sur del Lago de Maracaibo, Venezuela. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(1), 41-48.

<https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/449/423>

González Rojas, J. D., & Castellanos González, L. (2023). Enfermedades del plátano en pequeñas fincas del municipio de Saravena: percepción de los agricultores. *Luna Azul*(56), 146–170.

<https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/lunazul/article/view/9439/7612>

Guerrero, R., Cevallos, O., Eguez, E., & Peñaherrera, S. (2020). El potencial del uso de microorganismos endofíticos como agentes de control de enfermedades en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.). *Centrosur Agraria*.

<http://centrosuragraria.com/index.php/revista/article/view/33>

Haro Sarango, A. F., Chisag Pallmay, E. R., Ruiz Sarzosa, J. P., & Caicedo Pozo, J. E. (2024). Tipos y clasificación de las investigaciones. *Latam: revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(2). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9541046>

Jadán Sánchez, V. M. (2024). Evolución y proyección de la producción agrícola (Banano y Café) en Ecuador en el periodo 2012-2025. *Revista InveCom*, 4(2).

<https://ve.scielo.org/pdf/ric/v4n2/2739-0063-ric-4-02-e040287.pdf>

Jiménez-Barboza, L. A., & Gamboa-Villalobos, A. M. (2022). Desarrollo e implementación de una metodología simple para cuantificar el potencial microbiológico de contaminación en laboratorios de investigación y docencia. *Pensamiento Actual*, 22(39).

<https://archivo.revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/53365/53833>

León Ajila, J. P., Espinosa Aguilar, M. A., Carvajal Romero, H. R., & Quezada Campoverde, J. (2023). Análisis de la producción y comercialización de banano en la provincia de El Oro en el periodo 2018-2022. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 7494-7507.

<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4981/7561>



- León Serrano, L. A., Arcaya Sisalima, M. F., Barbotó Velásquez, N. A., & Bermeo Pineda, Y. L. (2020). Ecuador: Análisis comparativo de las Exportaciones de banano orgánico y convencional e incidencia en la Balanza Comercial, 2018. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 7(2), 38-46. <https://www.revistas.upse.edu.ec/index.php/rctu/article/view/521/482>
- Morocho-Coronel, Y. B., Jaramillo-Aguilar, E. E., Herrera-Reyes, S. N., & Moreno-Herrera, A. (2024). Evaluación del efecto antifúngico de extractos vegetales sobre hongos asociados a manchas foliares en banano. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas 7.Suplemento(1)*, 248-257. <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/716/709>
- Núñez Ramos, P. A., Céspedes, C. M., & Pulido Blanco, V. C. (2025). Efectos del control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en zonas bananeras de Valverde, República Dominicana. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 12(1), 79-92. <http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v12n1/2409-1618-riiarn-12-01-79.pdf>
- Paladines-Montero, A., León-Reyes, A., Ramirez-Villacis, D., & Zapata-Ramón, C. G. (2022). Caracterización del microbioma foliar de banano y su variación en presencia del patógeno Sigatoka Negra (*Pseudocercospora fijiensis*). *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 14(1), 1-16. <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/2299/2979>
- Ponce Cedeño, V., Vera Aviles, D. F., Gaibor Fernández, R. R., & Herrera-Feijoo, R. J. (2023). Respuesta de monocultivos vs mezclas de cultivares de Musáceas a la infestación de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*). *Código Científico Revista de Investigación*, 4(2), 1185-1203. <http://revistacodigocientifico.itslosandes.net/index.php/1/article/view/277/611>
- Regalado, J. G., & Sánchez, C. P. (2019). Amenazas de las manchas foliares de Sigatoka, *Mycosphaerella* spp., en la producción sostenible de banano en el Ecuador. *Revista Verde de Agroecología e Desarrollo Sustentável*, 14(5), 591-596. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7266829>
- Rodríguez Cabrera, A., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2021). Construcción de la curva de estado evolutivo de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet.) en banano orgánico. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(2), 147-155. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/481/458>



- Sánchez, H. M., & Reyes, S. N. (2022). Fungicidas a base de azufre y *Bacillus* sp. en manejo integrado de Sigatoka Negra. *Revista Científica Agroecosistemas* , 10(3), 153-158.
<https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/573/546>
- Suarez García, L. A., Gómez Peñaherrera, M. E., Vines Vélez, N. E., & Viteri Gavilanes, J. L. (2025). Eficacia de cinnacnol sobre *Mycosphaerella fijiensis* en fincas de banano en la provincia de Los Ríos. *Revista Alfa*, 9(27), 225-239.
<https://www.revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/563>
- Ugalde-Monge, B., Artavia-Carmona, R., Hilje-Rodríguez, I., & Peraza-Padilla, W. (2024). Identificación morfológica y molecular de potenciales hongos nematófagos en fincas bananeras de la región huetar atlántica de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* , 48(2), 111-131.
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v48n2/0377-9424-ac-48-02-111.pdf>
- Vélez García, J. J. (2012). *DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE CINCO PRODUCTOS“BIORRACIONALES” SOBRE Mycosphaerella fijiensis, AGENTE CAUSAL DE LA SIGATOKA NEGRA EN PLÁTANO (Musa AAB)*. UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0c9d9c1f-875a-4e6f-adf0-a55988469793/content>

