

# 20

---

Fecha de presentación: marzo, 2021

Fecha de aceptación: mayo, 2021

Fecha de publicación: agosto, 2021

## CONSTRUCCIÓN DE LA CURVA DE ESTADO EVOLUTIVO DE SIGATOKA NEGRA (MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS MORELET.) EN BANANO ORGÁNICO

### CONSTRUCTION OF THE EVOLUTIONARY STATE CURVE OF BLACK SIGATOKA (MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS MORELET.) IN ORGANIC BANANAS

Alex Rodríguez Cabrera<sup>1</sup>

E-mail: [aarodriguezc\\_est@utmachala.edu.ec](mailto:aarodriguezc_est@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4455-7965>

José Nicasio Quevedo Guerrero<sup>1</sup>

E-mail: [jquevedo@utmachala.edu.ec](mailto:jquevedo@utmachala.edu.ec)

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

Rigoberto Miguel García Batista<sup>1</sup>

E-mail: [rmgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:rmgarcia@utmachala.edu.ec)

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

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

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.

#### RESUMEN

El principal problema en la producción de banano orgánico es la Sigatoka negra y su control, por lo tanto, se formula este tema de investigación para conocer alternativas de manejo, cuyo objetivo general es construir la curva del estado evolutivo de la Sigatoka negra en banano orgánico en base al grado de contaminación. La investigación se realizó en la granja "Santa Inés" situada en la parroquia el Cambio, provincia de El Oro. Para realizar el preaviso biológico se escogieron 30 plantas jóvenes de la plantilla de banano orgánico, se dividieron en grupos de 10 plantas para tener un adecuado registro del estado evolutivo de la Sigatoka negra en un año calendario, el control se lo realizaba semanalmente. Se estudiaron las siguientes variables: Humedad relativa (%), Precipitación (mm), Emisión foliar pasada (EFP), Emisión foliar actual (EFA), Ritmo de emisión foliar (REF), Corrección de candela (CC), Coeficiente de evolución (CE), Suma bruta (SB), Suma de evolución (SEV) y Estado evolutivo (EE). Los resultados reflejan que existen diferencias entre los primeros y últimos meses del año, se señala que las condiciones edafoclimáticas, control fitosanitario y prácticas culturales influyen directamente en la evolución del patógeno, Se concluye que las prácticas culturales en las plantas de banano reducen el nivel de contaminación, permitiendo al productor tener las condiciones adecuadas para la producción del cultivo.

Palabra clave:

Producción, estado evolutivo, preaviso biológico.

#### ABSTRACT

The main problem in organic banana production is black Sigatoka and its control, therefore this research topic is formulated to know management alternatives, whose general objective is to build the curve of the evolutionary state of the black Sigatoka in organic bananas based on the degree of contamination. The research was carried out on the farm "Santa Inés" located in the parish El Cambio, province of El Oro. To make biological notice 30 young plants were chosen from the organic banana template, divided into groups of 10 plants to have an adequate record of the evolutionary state of the black Sigatoka in a calendar year, the control was carried out weekly. The following variables were studied: Relative Humidity (%), Precipitation (mm), Past Foliar Emission (VET), Current Foliar Emission (EFA), Foliar Emission Rate (REF), Candela Correction (CC), Evolution Coefficient (EC), Gross Sum (SB), Sum of Evolution (SEV) and Evolutionary State (EE). The results reflect that there are differences between the first and last months of the year, it is noted that edaphoclimatic conditions, phytosanitary control and cultural practices directly influence the evolution of the pathogen, It is concluded that cultural practices in banana plants reduce the level of contamination, allowing the producer to have the right conditions for crop production.

Keywords:

Production, evolutionary state, biological advance warning.

## INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa x paradisiaca* L.) es cultivado aproximadamente en 150 países. Es el cuarto cultivo de mayor importancia por la calidad de la fruta y su aporte nutricional (Palomeque, 2015). El cultivo de banano tiene su origen en el Sudeste Asiático, las primeras pistas del banano se hallaron en Papúa Nueva Guinea. Hoy en día, se cultiva en todas las zonas trópicas del mundo (INFOCOMM, 2011).

En Ecuador, parte de la economía depende de las exportaciones de banano. En el 2014 se logró exportar 4 millones 768 mil 530 toneladas de fruta. En el mismo año, se posiciona como el principal exportador de la fruta con un 28 % del mercado a nivel internacional (Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2016). En el sector bananero, la enfermedad que más afecta la producción, es la Sigatoka negra. Es originada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, Morelet, y se puede propagar por la producción de ascosporas y conidios (Barrera, et al., 2016).

La Sigatoka negra (*M. fijiensis*, Moralet) es descrita como una enfermedad policíclica, en una sucesión sin cabo de infección, colonización, esporulación y dispersión (Caicedo, 2015). El ciclo de la enfermedad comienza con la deposición de esporas, en forma de conidios y esporas, encima de las hojas. Las esporas germinan en condiciones favorables de humedad del 90% y una temperatura que fluctúa entre 26-28 °. Las esporas al germinar se ramificarán para alcanzar las estomas. El proceso de penetración durará de 2 a 3 días. (Ayala, et al., 2014).

El Preaviso biológico – Control de Sigatoka negra, es un método en el que se monitorea las plantas jóvenes, tomando en cuenta las hojas número 3,4 y 5. La apreciación se hace a 10 plantas jóvenes en sitios técnicos, para el registro se debe tener en cuenta la emisión foliar (Quevedo, et al., 2018).

En este trabajo es propósito reunir información de campo utilizando una ficha técnica de monitoreo (preaviso biológico de control de Sigatoka negra), permitirá obtener un control adecuado y eficaz, para reducir el grado de infestación. Esta metodología sería la base en la toma de decisiones de los pequeños y grandes productores de banano orgánico del País (Orozco, et al., 2013). Es objetivo con este estudio Construir la curva del estado evolutivo de la Sigatoka Negra en banano orgánico en base al estado evolutivo de la enfermedad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del ensayo, El presente trabajo de investigación se realizó en la plantilla de banano orgánico, establecida en el jardín de colección de cacao de la granja “Santa Inés”, ubicado en la Av. Panamericana Km. 5 ½ Vía a Pasaje.

Ubicación geográfica, El área de investigación se encuentra ubicada, en las coordenadas: UTM: 620479 Este, 9635737 Sur, Datum; WGS 84, Zona; 17 Sur, Altitud; 5 msnm.

Material genético, Se seleccionaron 30 plantas jóvenes de banano del Clon de la plantilla de banano orgánico, ubicada en el área experimental de cacao.

Parámetros evaluados

Humedad relativa (%), Precipitación (mm), Emisión foliar pasada (EFP), Emisión foliar actual (EFA), Ritmo de emisión foliar (REF), Corrección de candela (CC), Coeficiente de evolución (CE), Suma bruta (SB), Suma de evolución (SEV) Estado evolutivo (EE)

Metodología

Preparación de las plantas asignadas

1. Marcar 30 plantas jóvenes con su respectivo número o un indicativo, que diferencie a una de otra.
2. Se observa la emisión foliar que tiene cada planta por semana.
3. Se eliminan las hojas contaminadas o viejas que afectan directamente a la planta.
4. Despunte de las primeras hojas.

Preaviso biológico – Control de Sigatoka Negra

- a) Marca la hoja número uno de arriba hacia abajo, se realiza el mismo procedimiento por semana.
- b) Contar el número de hojas por planta, tomando en cuenta la hoja cigarro.
- c) Se anota en la hoja de preaviso biológico, los estadios de la Sigatoka negra presentes en las hojas 2, 3 y 4.
- d) Calcular el valor del ritmo de emisión foliar, entre la emisión foliar pasada y la emisión foliar actual.
- e) Corregir la hoja candela, en función al ritmo foliar de la emisión foliar actual y la cantidad de hojas infectadas.
- f) Calcular el ritmo de emisión foliar actual
- g) Calcular el valor del ritmo de emisión foliar ponderado, sumando el valor de ritmo de emisión foliar pasado y actual, dividido entre dos.
- h) Obtener el valor del coeficiente de evolución, multiplicando el valor de corrección de candela por dos.
- i) Determinar el valor de la suma bruta, que se obtiene multiplicando la cantidad de hojas infectadas por el coeficiente de severidad.
- j) El valor de la suma de evolución, se genera restando el valor del coeficiente de evaluación al valor de la suma bruta.

k) El estado evolutivo, se obtiene multiplicando el valor de la suma de evolución por el valor del ritmo de emisión foliar ponderado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estado evolutivo del mes de octubre, Según Orozco, et al. (2008), el deshoje es unas de las prácticas culturales más esenciales, pero la figura 1 refleja una curva del estado evolutivo de la Sigatoka negra significativamente elevada, la semana uno y semana dos con un valor de 2278.29, la semana tres con un valor menor de 1991.49 y la última semana con un valor de 2127.56, lo que indica un problema de deshoje semanal, el despunte no se lo está realizando en el momento adecuado y se está dejando las hojas infectadas en las plantas aumentando la proliferación del patógeno. La humedad relativa que se muestra semanalmente en la figura 1 indica que existe un exceso de agua en los canales superando el 80%, permitiendo al patógeno tener condiciones favorables para reproducirse.

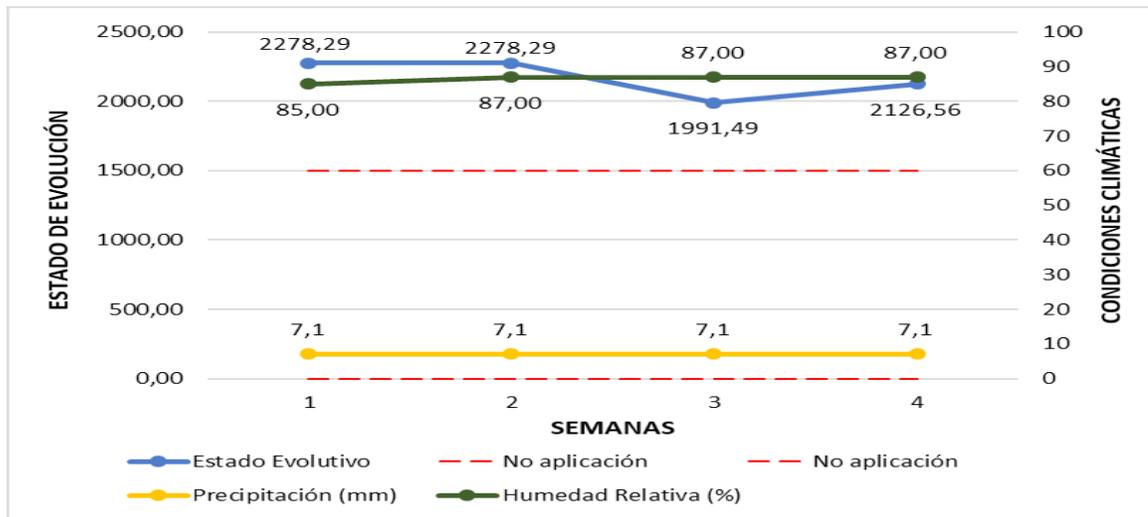


Figura 1. Curva del estado evolutivo de la Sigatoka negra del mes de octubre, 2019.

Estado evolutivo del mes de noviembre, Según Orozco, et al. (2013), las condiciones más favorables para reproducción del patógeno son en época de lluvia, en la figura 2 se observa condiciones climáticas favorables donde las semanas uno y dos con un valor de 87%, las semanas tres, cuatro y cinco con 91% de humedad relativa, y una precipitación de 2.6 mm por semana. La figura muestra una reducción en la curva del estado evolutivo de la Sigatoka negra, con respecto al mes de octubre, donde la curva permaneció todo el mes con picos altos de contaminación, la semana uno con 2238.59, la semana dos con 2428.95, la semana tres con 2214.72, presentaron el grado de infestación mal alto de mes, debido a las malas prácticas culturales, en cambio, en la semana cuatro con 2013.47 y la semana cinco con 1917.77, existe un descenso del estado de evolución por un adecuado manejo en las prácticas culturales.

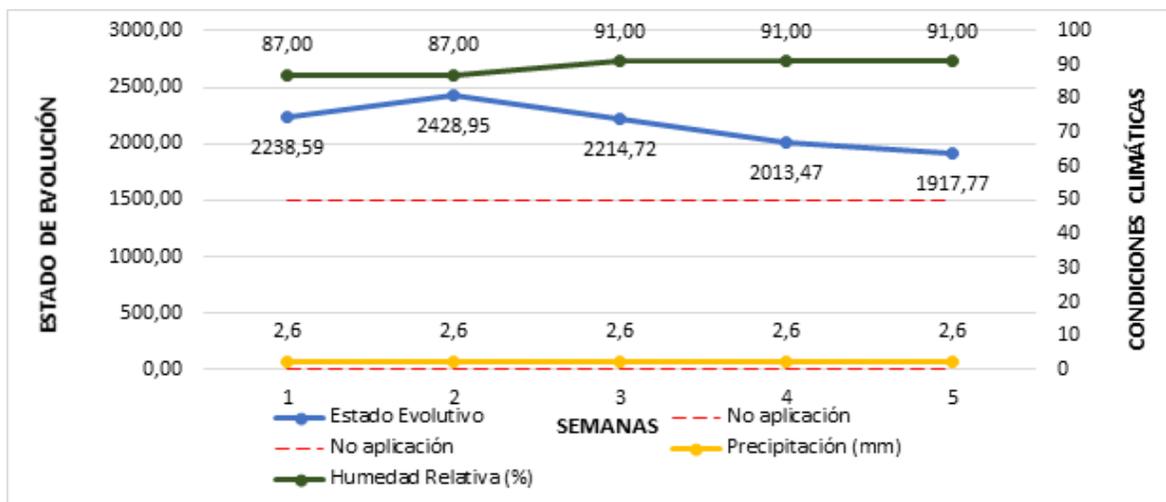


Figura 2. Curva del estado evolutivo de la Sigatoka negra del mes de noviembre, 2019.

Estado evolutivo del mes de diciembre, Las condiciones climáticas que muestra la figura 3 son relativamente altas, la semana uno con 91%, la semana dos con un valor de 93%, la tres con 95% y la cuatro con 96%, siendo una las mejores condiciones para la esporulación de la Sigatoka negra. La figura 3 también muestra el estado evolutivo de la Sigatoka controlado, donde las tres primeras semanas del mes de diciembre no superan los 2000 de estado de evolución, lo que indica un despunte y cirugía de las hojas nuevas a tiempo, no existe exceso de agua en los canales de drenaje y se cortan periódicamente las hojas viejas e infectadas como lo corrobora Orozco, et al. (2013). Se observa en la figura que la semana cuatro con un valor de 2038.82 sufrió un aumento en el estado de evolución con respecto a las tres semanas posteriores, a causa de las condiciones climáticas que favorecieron el incremento de infestación en la plantación.

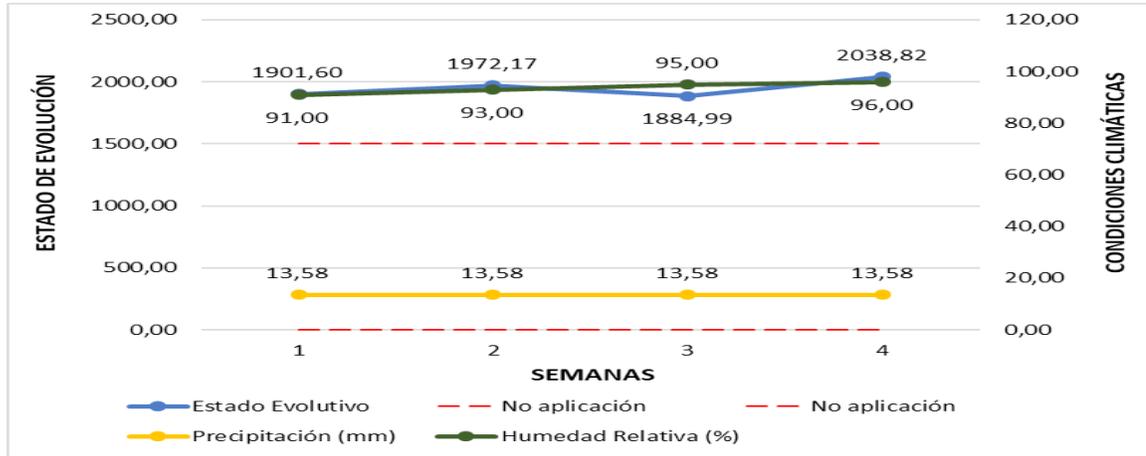


Figura 3. Curva del estado evolutivo de la Sigatoka negra del mes de diciembre, 2019.

Estado evolutivo del mes de enero 2020, Las condiciones climáticas que se muestran en la figura 4 indica niveles altos de humedad y precipitación, para la semana uno y semana dos con un valor de 96 %, la semana tres con 97% y la semana cuatro con un valor de 98 %, con precipitaciones de 17.75 mm, siendo las condiciones las favorables para reproducción del patógeno. En la figura indica que el régimen de control cultural para tres últimas semanas del mes de enero, se realizaron adecuadamente y en su debido momento, la semana tres con un valor de 1877.10 se realizó el mejor control cultural como lo manifiesta (Guzmán, 2012), la semana dos con 1912.90 y la semana cuatro con 1946.93 con tendencia a tener mayor grado infestación. En la figura 4 se observa que la semana uno con un valor de 2049.71 tiene el pico más alto de infestación por no realizar el despunte, deshoje y cirugía de hojas a tiempo, y las condiciones climáticas que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

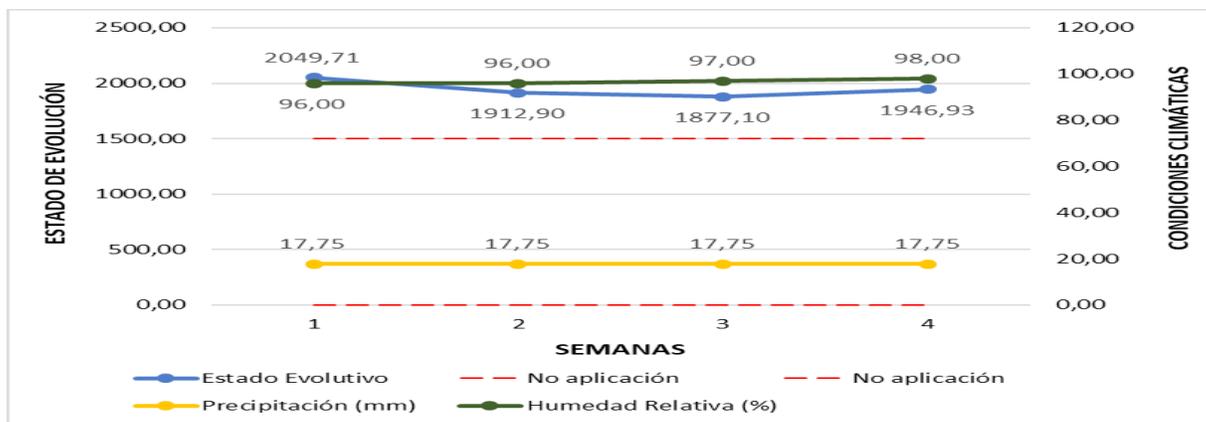


Figura 4. Curva del estado evolutivo de la Sigatoka negra del mes de enero, 2020.

Estado evolutivo del mes de febrero 2021, En la figura 5 se observa que la curva del estado evolutivo del mes de febrero mantuvo un límite entre sus semanas, a diferencia de la semana cuatro con un valor de 1770.21 obtuvo el grado de contaminación más bajo por realizar adecuadamente las prácticas culturales que requiere el cultivo para controlar el hongo como lo manifiesta Orozco, et al. (2008); y Guzmán (2012), la semana uno con 1907.28, la semana dos con 1878.97, la semana tres con 1934.46 y la semana cinco con 1922.90, con un manejo cultural correcto pero sus valores fueron influenciados por las condiciones climáticas. La figura indica que las condiciones climáticas fueron ideales para la proliferación del hongo, teniendo a las semanas uno y

dos con 98 % de humedad relativa, las semanas tres, cuatro y cinco con 99% de humedad relativa, y una precipitación de 22.2 mm.

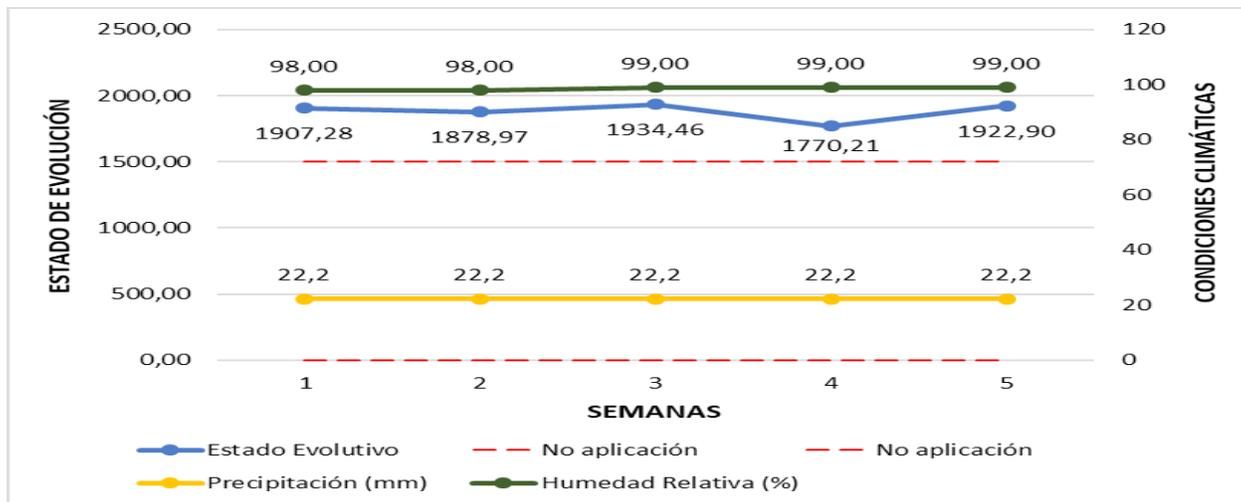


Figura 5. Curva del estado evolutivo de la Sigatoka negra del mes de febrero, 2020.

Estado evolutivo del mes de marzo, En la figura 6 se muestra que las condiciones climáticas, son idóneas para la reproducción del hongo y su rango de proliferación donde las semanas uno, dos, tres y cuatro figuras una humedad relativa del 99 % y una precipitación semanal de 29 mm. Se observa en la figura que la semana tres con 1954.27 obtuvo el valor más bajo de estado de evolución de la Sigatoka negra, pero su valor estuvo influenciado por las condiciones ambientales, la semana uno con 2074, la semana dos con 2112.13 y la semana cuatro con 2031.68, siendo los picos de infestación más altos del mes de marzo que se elevaron por no realizar correctamente y a tiempo las labores culturales necesarias para el control del patógeno.

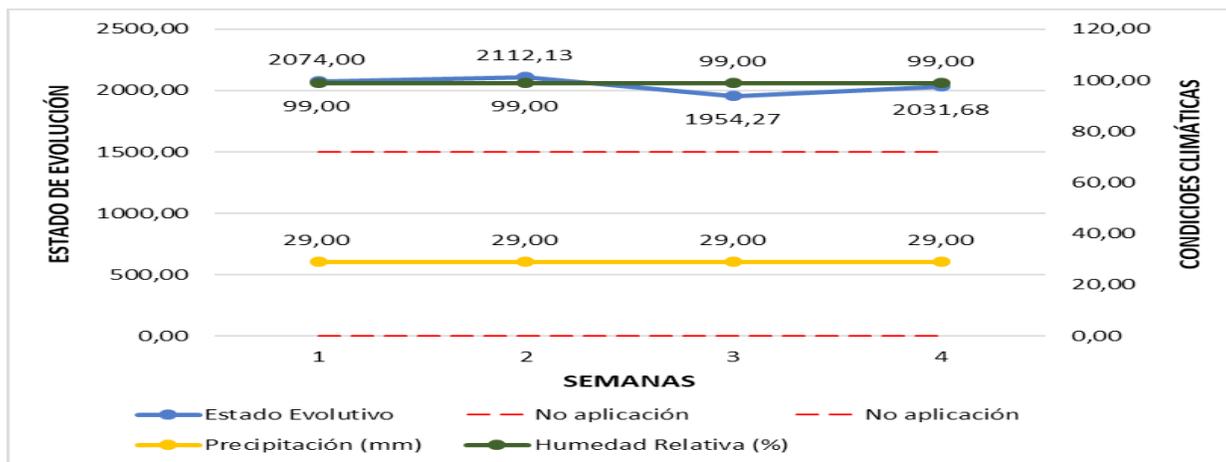


Figura 6. Curva del estado evolutivo de la Sigatoka negra del mes de marzo, 2020.

Estado evolutivo del mes de abril, La figura 7 se observa que el mes de marzo presento una humedad relativa media de 99% y una precipitación semanal de 17.25 mm. El estado evolutivo de la Sigatoka negra como se muestra en la figura que la semana dos con 1850.67 fue el valor más bajo de todos, la semana uno con un grado de evolución de 1919.68, la semana dos con 1915.94 y la semana cuatro con 2092.06. La figura muestra que pese a tener todo el mes las mismas condiciones climáticas solo presento un valor atípico la semana cuatro por no controlar adecuadamente los factores ambientales.

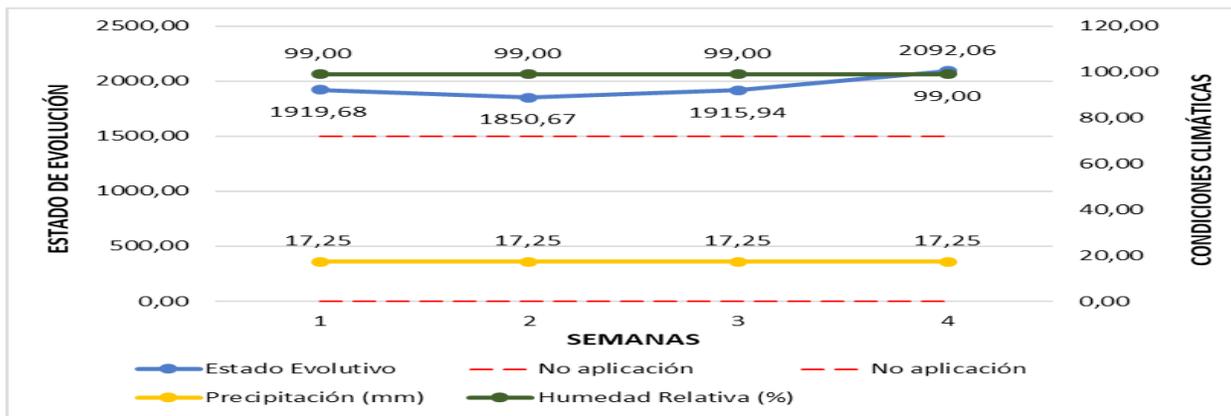


Figura 7. Curva del estado evolutivo de la Sigatoka negra del mes de abril, 2020.

Estado evolutivo del mes de mayo, La figura 8, muestra que todo el mes de marzo presento humedades relativas altas y precipitaciones medias de 4.8 mm favoreciendo las condiciones de propagación del patógeno corroborando lo que dice Orozco, et al. (2008), que señalan que la Sigatoka negra se desarrolla en lugares de mayor humedad. En la figura se observa que las semanas uno y dos con una media de 99% de humedad relativa y una precipitación de 4.8mm son las que tienen las mejores condiciones ambientales que favorecen la esporulación del hongo, la semana tres, cuatro y cinco con una media de 97% de humedad y una precipitación de 4.8 mm. En la figura se observa que la semana uno 1846.88, la semana dos con 1864.97 y la semana tres con 1870.10 con tendencia a ser mayor tuvieron los estados de evolución más bajo por realizar con criterio las prácticas culturales, a diferencia de la semana cuatro con 2084.40 y la semana cinco con 2241.64.

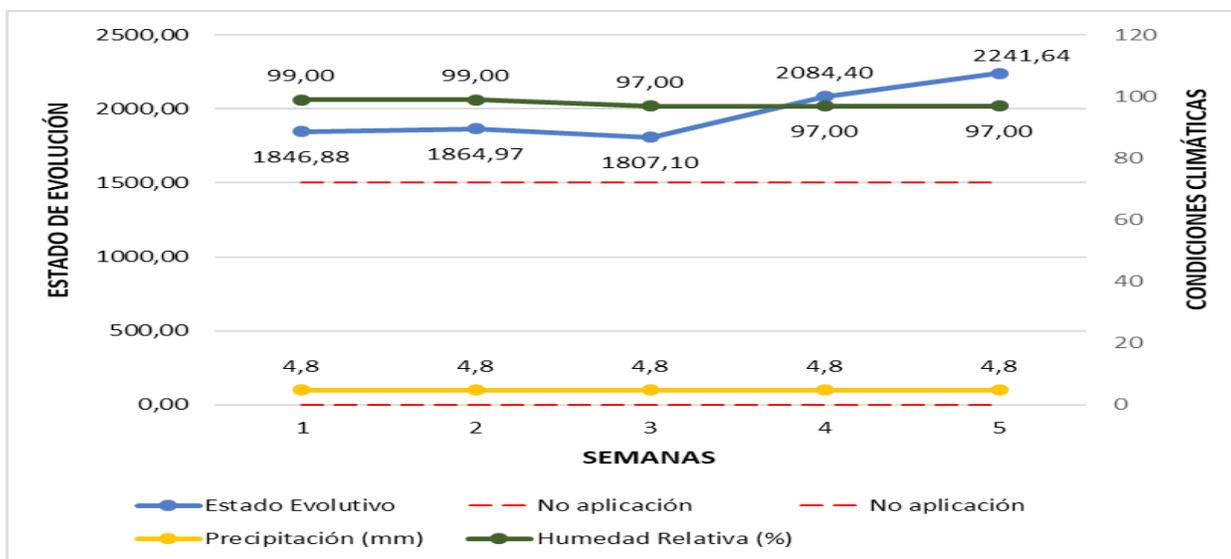


Figura 8. Curva del estado evolutivo de la Sigatoka negra del mes de mayo, 2020.

Estado evolutivo del mes de junio, En la figura 9 se muestra que el mes de junio presenta una disminución en el estado de evolución del patógeno por realizar correctamente las prácticas fitosanitarias en el cultivo como lo mencionan Quevedo, et al. (2018), que manifiestan en su investigación que las prácticas culturales reducen el impacto de infestación en el área foliar. Se observa en la figura que la semana uno presento las mejores condiciones con una media de 97% de humedad relativa y una precipitación de 3.50 mm, la semana dos con 95%, la semana tres con 92% y la semana cuatro con 89%. Se muestra en la figura 9 que la semana cuatro con una media de 1729.91 fue el grado de infestación más bajo de todo el mes, la semana uno con 1928, la semana dos con 1801.05 y la semana tres con 1779.68.

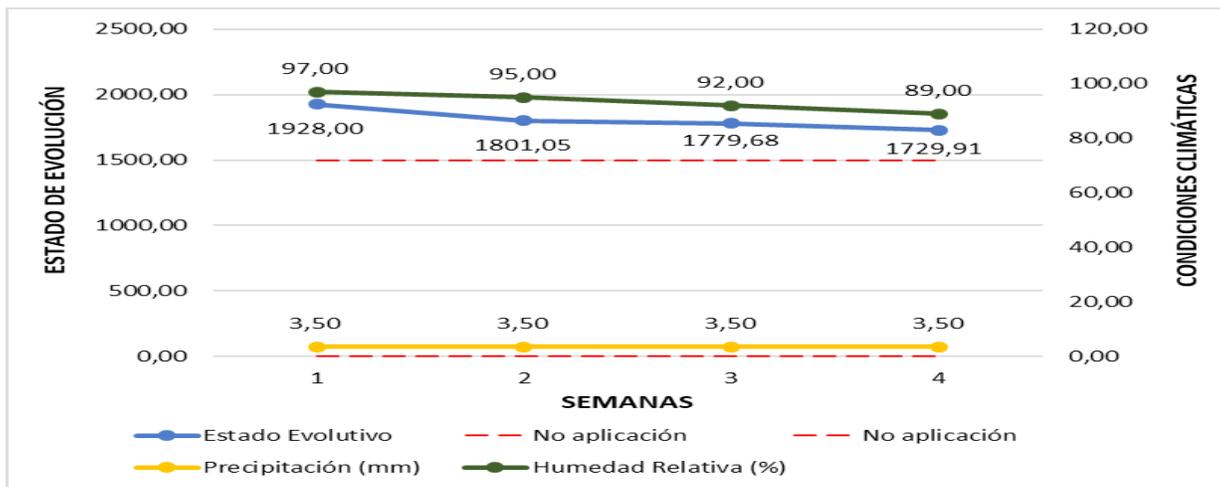


Figura 9. Curva del estado evolutivo de la sigatoka negra del mes de junio, 2020.

Estado evolutivo del mes julio. En la figura 10 se muestra que la semana dos con una media de 94% de humedad relativa y una precipitación de 3 mm presento las mejores condiciones climáticas para la reproducción del hongo, la semana uno con 89%, la semana tres con 78% y la semana cuatro con 74%. Se observa en la figura 10 que existe una influencia de las condiciones climáticas en el estado de evolución de la Sigatoka negra como lo corrobora Guzmán (2012), que el patógeno se desarrolla mejor en lugares húmedos. Estado de evolución que muestra la figura 10 indica que la semana uno con una media de 1778.27 tiene el valor más bajo de infestación con respecto a la semana dos con 1847.24, la semana tres con 2009.50 y la semana 4 con 1999.09.

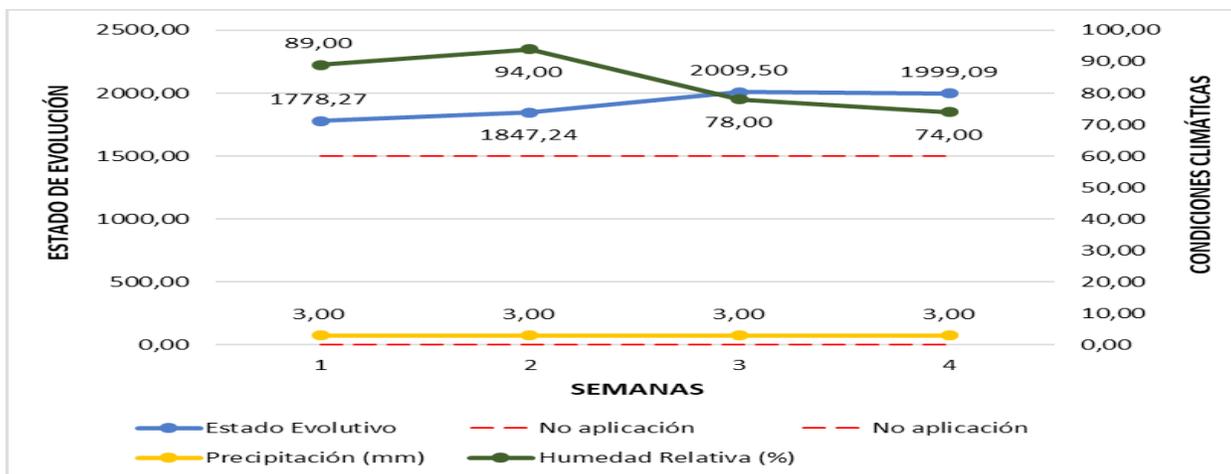


Figura 10. Curva del estado evolutivo de la Sigatoka negra del mes de julio, 2020.

Estado evolutivo del mes de agosto, Se observa en la figura 11 que las condiciones climáticas de la semana uno y dos con una media de 74% de humedad relativa y una precipitación de 2.2 mm tuvieron los valores más elevados que favorecen el incremento del patógeno, seguido de la semana tres con 71%, la semana cuatro y cinco con 70%. Se muestra en la figura que existe una diferencia significativa entre las semanas donde la semana dos con un estado de evolución de 2164.53 tuvo el pico de infestación más alto por no realizar con eficiencia las labores fitosanitarias necesarias para el control, a diferencia de la semana uno con 2002.42, la semana tres con 2022.97, la semana cuatro con 1757.64 y la semana cinco con 1729.92.

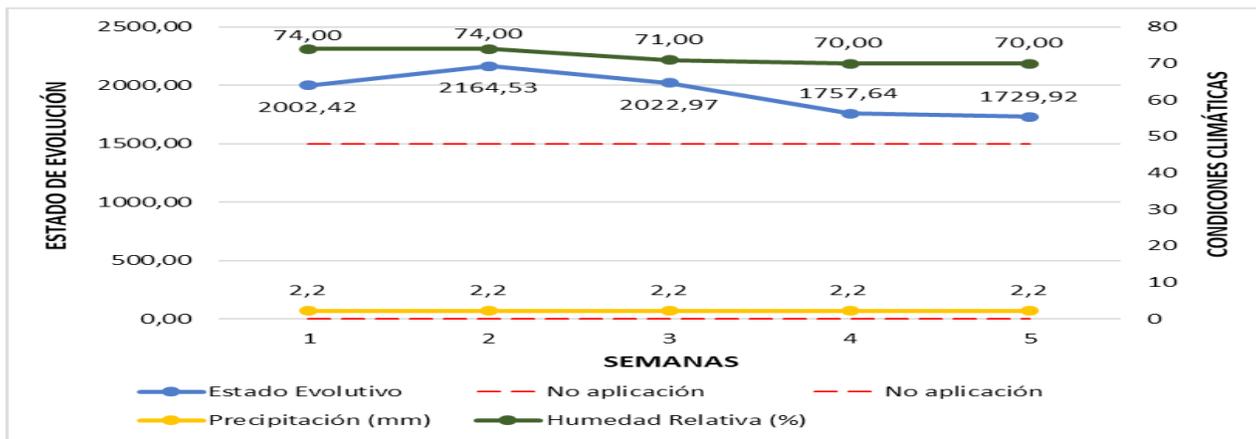


Figura 11. Curva del estado evolutivo de la Sigatoka negra del mes de agosto, 2020.

Estado evolutivo del mes de septiembre, Se observa en la figura 12 que las condiciones climáticas del mes de septiembre presento humedades relativas superiores al 70 % y precipitaciones bajas para la semana uno con un 71% fue el valor de humedad más bajo del mes, la semana dos con 75%, la semana tres y cuatro con una media de 84% fue el valor más alto de humedad relativa, y precipitaciones semanales de 3 mm. La figura indica que en todas las semanas hubo un control fitosanitario adecuado para regular el grado de evolución de la Sigatoka negra donde la semana cuatro con una media de 1746.74 tuvo el mejor régimen de control fitosanitario, seguido de la semana uno con 1804.27, la semana tres con 1827.49 y la semana dos con 1856.57.

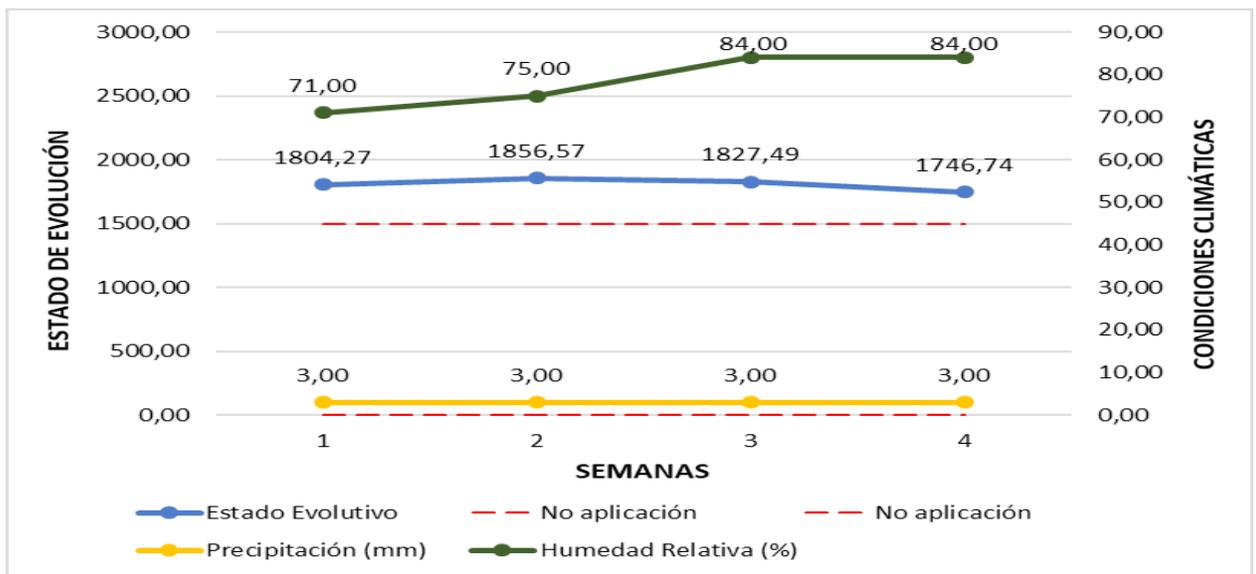


Figura 12. Curva del estado evolutivo de la Sigatoka negra del mes de septiembre, 2020.

## CONCLUSIONES

En la curva del estado evolutivo el mes de mayor grado de infestación fue octubre del 2019 con una media de 2168.65, a diferencia del mes de septiembre del 2020 que presento el estado evolutivo más bajo en todo un año calendario con una media de 1808.77. De las 52 semanas monitoreadas para el control de Sigatoka solo 19 presentan el mayor grado de infestación y las 33 semanas restantes mantienen un nivel medio de contaminación debido a un despunte en las hojas nuevas, cirugía de hojas infestadas, deshoje de hojas y evacuación del exceso de agua para reducir las condiciones favorables de reproducción del patógeno. En las hojas de banana orgánico el estado evolutivo se comportó de manera similar entre todas las plantas, pudiendo señalar que el estado de evolución de la Sigatoka negra en las hojas que no se realiza ninguna aplicación de químico va a depender directamente del control fitosanitario y las prácticas culturales.

Se recomienda que para el registro del método preaviso biológico es necesario escoger plantas jóvenes en sitios estratégicos para obtener datos reales y para un control fitosanitario adecuado de la Sigatoka negra es necesario realizar las prácticas culturales en función del estado de evolución de la Sigatoka con el fin de reducir el impacto en el área foliar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Ayala, A., Colina, M., Molina, J., Vargas, J., Rincón, D., Medina, J., Rosales, L., & Cárdenas, H. (2014). Evaluación de la actividad antifúngica del quitosano contra el hongo *Mycosphaerella Fijiensis* Morelet que produce la Sigatoka Negra que ataca el plátano. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 15(6), 312-338.
- Barrera, V., Barraza, A., & Campo, A. (2016). Efecto del sombrío sobre la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijien-sis* Morelet) en cultivo de plátano cv Hartón (*Musa* AAB Simmonds). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 19(2), 317-323.
- Caicedo, E. (2015). Fungicidas orgánicos para el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella finjiensis*), en el cultivo de banano (*Musa* AAA) Valencia-Los Ríos. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2016). Fortalecimiento de pequeños productores de banano orgánico; integración de actores, manejos sostenibles de plagas y estrategias de salud de suelos. INIAP. <https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/wp-content/uploads/2018/05/Proyecto%20Banano%20Org%C3%A1nico.pdf>
- Guzmán, M. (2012). Control biológico y cultural de la Sigatoka - negra. 45° Congreso Brasileiro de Fitopatología. (Ponencia). 45° Congresso Brasileiro de Fitopatologia. Manaus, Brasil.
- INFOCOMM. (2011). Banano. Conferencia de las Naciones Unidas sobre comercio y desarrollo. [https://unctad.org/es/PublicationsLibrary/INFOCOMM\\_cp01\\_Banana\\_es.pdf](https://unctad.org/es/PublicationsLibrary/INFOCOMM_cp01_Banana_es.pdf)
- Orozco-Santos, M., García-Mariscal, K., Manzo-Sánchez, G., Guzmán-González, S., Martínez-Bolaños, L., Beltrán-García, M., Garrido-Ramírez, E., Torres-Amezcu, J. A., & Canto-Canché, B. (2013). La Sigatoka negra y su manejo integrado en banano. Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA, INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Tecmán.
- Orozco-Santos, M., Orozco-Romerom, J., Pérez-Zamora, O., Manzo-Sánchez, G., Farías-Larios, J., & Moraes, W. (2008). Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos. *Tropical Plant Pathology*, 33(3), 189-196.
- Palomeque, D. (2015). Análisis de la variación de las exportaciones de banano de Ecuador hacia los principales socios comerciales durante el periodo 2008-2013. (Trabajo de grado). Universidad del Azuay.
- Quevedo Guerrero, J., Infante Noblecilla, J. C., & García Batista, R. M. (2018). Efecto del uso predominante de fungicidas sistémicos para el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis* Morelet) en el área foliar del banano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 128-136.