

Evaluación del efecto antifúngico del extracto de moringa (*Moringa Oleifera Lam.*) para el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis Morelet*) en el cultivo de plátano, municipio de Turbo- Antioquia.

Wilmar Edilson Restrepo Restrepo

Jair De Jesús Martínez Silgado

trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de agrónomo.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia-Unad

Agronomía

Turbo, Antioquia

2021

Evaluación del efecto antifúngico del extracto de moringa (*Moringa Oleifera Lam.*) para el control de la sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis Morelet*) en el cultivo de plátano, Municipio de Turbo- Antioquia.

Wilmar Edilson Restrepo Restrepo

Jair de Jesús Martínez Silgado

Asesor

PhD. Ramon Antonio Mosquera Mena

Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD

Agronomía

Turbo, Antioquia

2021

Dedicatoria y Agradecimientos

En primera instancia agradecer a Dios por la oportunidad de materializar el sueño de profesionalizarme, así mismo agradecer a la familia Restrepo y Martínez que ha sido un gran apoyo desde que se tomó la iniciativa de poder terminar los estudios y afianzar saberes, así mismo agradecer a nuestras parejas, quienes estuvieron siempre apoyando pacientemente en el proceso soportando mi ausencia. Por último y no menos importante agradecer al director de este trabajo por toda su dedicación y compromiso el PhD. Ramon Antonio Mosquera Mena.

Gracias Unad – Cead - Turbo

Resumen

Debido a los altos costos e impactos económicos que representa el control químico de sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis Morelet*), principal enfermedad que afecta el cultivo del plátano en el municipio de Turbo, se planteó como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de tres concentraciones de extracto hojas de moringa (*Moringa oleífera* Lam) en el control protectante de la enfermedad en el cultivo de plátano clon hartón bajo condiciones de campo. Este experimento se desarrolló en terrenos de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) en el Distrito de Turbo Antioquia, en una plantación en producción, donde se seleccionaron plantas de 1 metro de altura y 4 hojas funcionales sin la enfermedad, sin la realización de labores culturales y, sin fertilización, durante el periodo de duración del estudio.

Para el estudio se implementó un ensayo en campo compuesto por 4 tratamientos cada uno de ellos con 30 repeticiones, el primero fue con concentración del 32%, el segundo al 36%, el tercero corresponde al testigo y, el cuarto al 24%. Se evaluó la severidad e incidencia de la enfermedad a través de la escala de Stover modificada por Gauhl, el número total de hojas, YLI (Young leaf infected-hoja más joven infectada) y YLS (Young leaf spot-hoja más joven manchada) durante 6 ciclos de aplicación, separados por 8 días entre ellos en una plantación sin labores culturales durante el tiempo de evaluación. El extracto de moringa en las concentraciones evaluadas y condiciones de estudios no mostró diferencias estadísticamente significativas en el control protectante para Sigatoka negra del cultivo de plátano. Para las variables YLI (hoja más joven con síntomas) y YLS (hoja más joven enferma) no se observaron efectos antifúngicos significativos, sin embargo, es conveniente la realización de otras pruebas

bajo condiciones de manejo de la plantación (labores culturales) ya que estas son consideradas como importantes para el control del avance de la enfermedad.

Palabras clave: **Protectante, aplicación, efecto antifúngico, control.**

Abstract

Due to the high costs and economic impacts represented by the chemical control of black leaf streak (*Mycosphaerella Fijiensis Morelet*), the main disease that affects banana cultivation in the municipality of Turbo, the objective was to evaluate the effect of the application of three concentrations of Moringa leaves extract (*Moringa Oleifera Lam*) in the protective control of the disease in the cultivation of plantain clone hartón under field conditions.

This experiment was developed on the grounds of the National Open and Distance University (UNAD) in the District of Turbo Antioquia, in a plantation in production, where plants of 1 meter in height and 4 functional leaves were selected without the disease, without performing cultural work and, without fertilization, during the study period. A compound field trial was implemented for the study. Composed of 4 treatments each with 30 repetitions, the first was with a concentration of 32%, the second at 36%, the third corresponded to the control and, the fourth to 24 %. The severity and incidence of the disease were evaluated through the Stover scale modified by Gauhl, the total number of leaves, YLI (Young leaf infected-youngest leaf infected) and YLS (Young leaf spot-youngest leaf stained) during 6 application cycles, separated by 8 days between them in a plantation without cultural work during the evaluation time. The moringa extract in the evaluated concentrations and study conditions did not show statistically significant differences in the protective control for black Sigatoka of the plantain crop. For the variables YLI (youngest leaf with symptoms) and YLS (youngest diseased leaf), no significant antifungal effects were observed, however, it is advisable to carry out other tests under conditions of plantation management (cultural tasks) since these they are considered important for the control of the advance of the disease

Keywords: Protective, application, antifungal effect, control.

Tabla de Contenido

Resumen	4
<i>Palabras Clave:</i> Protectante, Aplicación, Efecto Anti Fúngico, Control.	5
Abstract	6
<i>Keywords:</i> Protective, Application, Antifungal Effect, Control.	6
Introducción	11
Planteamiento Del Problema	14
Justificación	16
Objetivos	17
Objetivo General	17
Objetivo Específico	17
Marco Teórico	18
Taxonomía Del Cultivo Del Plátano	18
Botánica Del Cultivo Del Plátano	18
Aspectos Fenológicos Del Cultivo Del Plátano	20
Factores Ambientales Para El Cultivo Del Plátano.....	21
El Cultivo Del Plátano En El Mundo	22
El Cultivo De Plátano En Colombia.	23
El Cultivo De Plátano En Antioquia Y Subregión De Urabá.	24
Manejo Fitosanitario Del Cultivo Del Plátano	24
<i>Moringa Oleifera Lam.</i> Como Extracto Vegetal Para El Control De Sigatoka Negra	28
<i>Características Y Composición General De Moringa Oleifera</i>	28
<i>Usos De Moringa Oleifera</i>	29
<i>Extracto Vegetal De Moringa Oleifera</i>	30
<i>Moringa Oleifera: Sus Metabolitos Y Sus Usos Como Fungicida En Algunos Cultivos.</i> ..	30
Metodología	34
Localización.	34
Procedimiento De Preparación Del Extracto Vegetal	34
Preparación De Las Dosis Del Extracto.....	34
Evaluación De La Severidad De Sigatoka Negra.....	35
El Formato Para Tomar Los Datos De Incidencia Y Severidad De La Enfermedad Se Elaboraron Conforme Al Siguiendo Ejemplo Mostrado En La Figura No.3:	37
Diseño Experimental	37

Tratamientos Evaluados	38
Variables De Respuesta.....	38
Hipótesis De Investigación.....	38
Análisis Estadístico De Los Datos	39
Resultados Y Discusión.....	40
Comportamiento De La Severidad De La Enfermedad.	40
Conclusiones	47
Recomendaciones	48
Referencias.....	49

Lista de Tablas

Tabla 1 Análisis de Varianza (ANOVA) de la variable Severidad	41
<u>Tabla 2.</u> Análisis de varianza de la variable número de hojas	43

Lista de figuras

Figura No. 1. Grados de desarrollo de la sigatoka negra	26
Figura No.2 Grados de severidad de la enfermedad según escala de Stover modific	35
Figura No.3 Ejemplo de toma de datos y análisis de severidad de Sigatoka negra	37
Figura No.4 Comportamiento de la severidad según Promedio Ponderado de Infección (PPI)	40
Figura No.5 Comportamiento en promedio de YLI para los tratamientos evaluados	44
Figura No.6 comportamiento de YLS en los tratamientos	45

Introducción.

El plátano es considerado el cuarto cultivo más importante del mundo, por tratarse de un producto básico y de exportación, fuente de empleo e ingresos en numerosos países del trópico y subtropical (Dane, Minagricultura y Sipsa, 2014). El cultivo de plátano en Colombia representa cerca del 50% del área sembrada en el país con cerca de 500 mil hectáreas cultivadas, y aunque es un fruto que se da en todo el territorio colombiano, su producción es principalmente para el consumo interno (Porras, 2019). Antioquia es uno de los departamentos con mayor producción de este cultivo, registrando 62.104 hectáreas sembradas en el año 2014, y el Municipio de Turbo, es el pionero de la subregión de Urabá antioqueño, reportando para el año 2014 un total de 17.933 hectáreas sembradas y 16.937 hectáreas de área cosechada (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2014).

El cultivo de plátano ejerce un gran impacto, tanto a nivel social como económico en el municipio de Turbo, por lo que es de gran importancia tener conocimiento sobre el manejo del cultivo, especialmente para la atención de la principal enfermedad que lo afecta reduciendo la producción y productividad.

Dicha enfermedad es la Sigatoka negra, causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet causa afectación foliar y representa la principal limitante en la producción de musáceas (plátano y banano) a nivel mundial. La enfermedad afecta el área foliar fotosintética de la planta y, en consecuencia, los racimos y los frutos tienen un menor peso en comparación con plantas sanas, adicionalmente, infecciones severas de la Sigatoka negra causan la madurez prematura del fruto (Álvarez, Pantoja, Gañán, y Ceballos, 2013).

Para el manejo de esta enfermedad, los productores realizan control químico con fungicidas como principal herramienta para combatirla, los programas de manejo y control están basados en

su mayoría en fungicidas protectantes que son de acción multisitio (bajo o cero riesgos de resistencia, como el mancozeb (aplicado en agua combinado con aceite) y clorotalonil (Rodríguez, 2014). Además, para complementar el control químico, se debe aplicar diversas prácticas culturales en el cultivo como buen drenaje, control de arvenses, deshoje, despunte, deslamine, realce, desmache, fertilización y nutrición balanceada, entre otras.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante que en la búsqueda de conocimiento sobre el control de la enfermedad aparecen posibilidades de evaluación de especies vegetales como el árbol de *Moringa oleifera*, este árbol tiene potencial uso en alimentación y nutrición humana, agricultura, agroindustria, fungicidas, bactericidas, forrajes, farmacéutica, cosméticos, producción de alcohol y biodiesel (Velázquez, et al., 2016; Mahamadou, 2014; Gomashe et al., 2014; López, 2016) por lo cual puede convertirse en una opción para la incorporación al plan de control de la enfermedad y por lo tanto contribuir a disminuir la aplicación de productos químicos al cultivo.

Teniendo presente todo lo anterior la formulación del problema expresa la necesidad de buscar alternativas de control biológico a la presencia del hongo en el cultivo del plátano para disminuir su severidad, de tal manera que su tratamiento no afecte la biodiversidad, la salud de las personas y la productividad de la plantación.

En la metodología, se expresa de manera detallada la forma de preparación del extracto de moringa, el método de aplicación en campo, el diseño experimental utilizado, los diferentes tratamientos aplicados y la escala de evaluación del hongo en las hojas afectadas durante los 6 ciclos de aplicación, sometiendo finalmente los datos a análisis de varianza.

Finalmente, en las conclusiones se muestra el efecto que tuvo el extracto de moringa en las diferentes concentraciones evaluadas y bajo las condiciones de estudios como control

protectante de Sigatoka negra en el cultivo de plátano, además se realizan recomendaciones para futuras evaluaciones en campo para determinar un posible efecto antifúngico del extracto de moringa.

Planteamiento del problema

Actualmente en las plantaciones de plátano de la subregión de Urabá, específicamente en el municipio de Turbo, se presentan afectaciones que están siendo provocadas por el hongo *Mycosphaerella Fijiensis Morelet*, el cual, debido a las condiciones climáticas de la subregión favorece su propagación como menciona (Guzmán y Paladines, s.f.), alta temperatura, humedad relativa y lluvias, favorecen el desarrollo de la enfermedad, incrementando la severidad en las plantaciones. Corrientes de viento, especialmente durante períodos de tormentas, contribuyen en la propagación a largas distancias. Otras condiciones como alta densidad de siembra, fertilización inadecuada o impuntual, falta de canales de drenaje, retraso en labores culturales como deshoje, cirugías, nutrición y manejo de malezas se suman a las condiciones climáticas haciendo más difícil el manejo de la enfermedad.

En el municipio se encuentra que este hongo, causa pérdidas por disminución del número de hojas fotosintéticamente activas, maduración temprana de la fruta y deterioro de la cantidad y calidad de la fruta para comercio interno y para exportación, afectando considerablemente la producción y rendimiento del cultivo llevando a pérdidas y bajos ingresos para los pequeños productores que son los que dependen de este importante cultivo, que genera desarrollo social y económico en las comunidades donde es sembrado y producido.

Teniendo en cuenta que el control de la enfermedad se realiza con planes de manejo integrado del cultivo, labores culturales al día, pero sobre todo, aplicación de productos fungicidas de carácter sistémico y protectantes, los cuales inciden en altos costos de producción y contaminación del medio ambiente y personal involucrado, ya que, los mismos productores reportan hasta 46 ciclos de fumigación por año, lo que es elevado teniendo en cuenta la carga química que se está aplicando, con llevando al deterioro de los agroecosistemas plataneros,

además, de la resistencia o tolerancia que el hongo pueda adquirir por el uso cíclico de las moléculas químicas se requiere la exploración de nuevas alternativas para manejo y control de la enfermedad, como el uso de extractos vegetales, lo cual puede ser una estrategia para ser incluida en el manejo integral de la sigatoka en el cultivo de plátano en la subregión de Urabá y en Colombia.

Justificación

Con este trabajo de investigación, se pretende determinar la posibilidad de implementar el control de sigatoka negra con extracto de moringa como una alternativa para el manejo integrado de la enfermedad dentro de la plantación, especialmente se desea contribuir a la solución de los pequeños productores de plátano, que están siendo afectados por el problema fitosanitario y por los altos costos del control químico de la sigatoka negra.

Así mismo, el identificar una alternativa para control de la sigatoka negra, representa para los trabajadores, esencialmente a los aplicadores de agroquímicos, una opción amigable para su salud, porque no se someterían a riesgosas aplicaciones de fungicidas químicos con alto nivel de toxicidad, por lo tanto, el extracto de moringa puede ser esa alternativa ecológica viable para el trabajador y para el medio ambiente en general.

También, este trabajo de investigación hace un aporte significativo a la academia, porque permite referir ideas de investigación para solucionar problemas reales del sector productivo y de las comunidades, ideas que se convierten en oportunidades, retos y desafíos que se deben afrontar para lograr proyectos y programas que de verdad lleven soluciones a problemáticas identificadas desde nuestra localidad y, que a través de la investigación aplicada desde la academia, se puede aportar al desarrollo social, ambiental, agronómico y económico de una región.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación del extracto de moringa en el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis Morelet*) en el cultivo de Plátano clon hartón, Municipio de Turbo-Antioquia.

Objetivo específico

- Determinar el efecto de la aplicación del extracto de hojas de *Moringa oleifera* en la severidad de la enfermedad de la Sigatoka negra

Marco teórico

Taxonomía del cultivo del plátano

De acuerdo con lo planteado por Soto (2008) y Mejía (2018), la *Musa paradisiaca* es obtenida horticulturalmente a partir de las especies silvestres *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* como cultivares genéticamente puros de estas especies. Fue clasificado originalmente por Carlos Linneo como *Musa paradisiaca* en 1753, la clasificación taxonómica se detalla a continuación:

Taxonomía

<i>Reino:</i>	Plantae
<i>División:</i>	Magnoliophyta
<i>Clase:</i>	Liliopsida
<i>Orden:</i>	Zingiberales
<i>Familia:</i>	Musaceae
<i>Género:</i>	Musa
<i>Especie:</i>	<i>M. paradisiaca</i> L.
<i>Materiales comerciales:</i>	<i>Musa</i> AAB Simmonds, ABB

Botánica del cultivo del plátano

Para Soto (2008), Torres (2012) y Mejía (2018), la botánica del cultivo de plátano corresponde a la siguiente:

Planta

Es de tipo herbáceo gigante, el tallo verdadero es un órgano de reserva subterráneo llamado rizoma o cormo y el tallo aparente es un pseudotallo, que es el resultado de la unión de las vainas foliares. La planta puede medir de 3 a 6 metros de altura.

Raíces

Son superficiales distribuidas en una capa de 30-40 cm, concentrándose la mayoría a los 15 a 20 cm. Son de color blanco y tiernas cuando emergen, posteriormente son duras, amarillentas. Pueden alcanzar los 3 m de crecimiento lateral y 1,5 m de profundidad. El poder de penetración de la raíz es débil, por lo que la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo.

Hojas

Las hojas son grandes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m. de largo y hasta de 0.50 m de ancho, con un peciolo de 1 m o más de longitud y limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el peciolo, un poco ondulado y glabro.

Tallo

El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas; éstas se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo.

Flores

Las flores son amarillentas, irregulares y con 5 estambres fértiles y uno estéril. La flor corresponde a una inflorescencia con tres tipos de flores masculinas, femeninas y hermafroditas.

Fruto

El fruto es una valla alargada de tres o seis lados, con un grado de encorvamiento y longitud que varía según la variedad, éste se forma a partir del ovario de una flor pistilada. Los pequeños puntos que se observan al abrir el fruto son los óvulos abortados que se ponen negros.

Aspectos fenológicos del cultivo del plátano

Para Torres (2012) y Mejía (2018), el plátano es una planta herbácea, que comprende tres fases: Vegetativa, Floral y de Fructificación

Fase vegetativa

Tiene una duración de 6 meses y es donde en su inicio ocurre la formación de raíces principales y secundarias, desarrollo de pseudotallo e hijos, alcanzando hasta 4 metros en forma horizontal. Las raíces principales se ramifican en secundarias y emiten pelos absorbentes, estas se localizan entre 20-25 cm. de la base de la planta a una profundidad de 10-15 cm.

Fase floral

Tiene una duración aproximada de tres meses, a partir de los seis meses de la fase vegetativa. El tallo floral se eleva del corno a través del pseudotallo y es visible hasta el momento de la aparición de la inflorescencia, en este momento falta que se desarrollen de 10 -12 hojas.

Fase de fructificación

Tiene una duración aproximada de tres meses y ocurre después de la fase floral, en esta fase se diferencian las flores masculinas y las flores femeninas (dedos). Hay una disminución gradual del área foliar y finaliza con la cosecha. El tiempo desde el inicio de la floración a la cosecha del racimo es de 81 a 90 días; en esta fase los factores adversos solo influyen en el tamaño de los frutos, la cantidad de frutos fue dada en las dos fases anteriores. Los factores adversos que influyen son la sequía, la defoliación, las bajas temperaturas, la luz y el viento.

Factores ambientales para el cultivo del plátano

Para Soto (2008), Torres (2012) y Mejía (2018), entre los factores ambientales que influyen en la producción comercial del plátano se encuentran: temperatura, agua, luz, viento y suelo.

Altitud

Lo ideal es de 0 – 600 m.s.n.m. A mayor altitud se alarga el ciclo del biológico. De 70-100 metros en altura puede alargarse ciclo biológico en 45-76 días.

5Temperatura

La temperatura óptima se encuentra entre los 20° y 30° C. Inferiores a 20°C y mayores de 30°C provocan un retardo en el desarrollo fisiológico. Con temperaturas menores de 10°C, el crecimiento se detiene, el látex del pericarpio se coagula y toma una pigmentación café claro; además los frutos no maduran en forma normal. Alta temperaturas con intensidad de radiación puede ocasionar quemaduras en plantas en desarrollo.

Agua

La planta está constituida de 85-90% de agua y la transpiración es muy alta. Este cultivo requiere cantidades abundantes de agua para su buen desarrollo, por lo que se recomienda sembrarlo en zonas cuya precipitación oscile entre 1,500 a 2,500 mm., distribuida en todo el año. Las necesidades mensuales de agua son de 150 a 180 mm.

Radiación

Necesita alta luminosidad para el buen desarrollo, al disminuir la intensidad de luz, el ciclo vegetativo se alarga hasta 14 meses. Al contar con 2,000 y 10,000 lux (hora luz/año) aumenta rápidamente la actividad fotosintética.

Humedad relativa

Debe ser adecuada (75-80 %), aunque afecta al cultivo en forma indirecta, porque favorece la incidencia de enfermedades foliares en especial las de origen fungoso.

Luminosidad

La luz existente en el trópico es suficiente para el cultivo, pero es factor importante, entre otros, para el desarrollo de las yemas o brotes laterales, por lo que cortas distancias de siembra afectan el crecimiento de éstas y prolonga el ciclo vegetativo.

Viento

No se recomienda establecer plantaciones en áreas expuestas a vientos mayores de 20 km/h., ya que dañan hojas ocasionando leves desgarres que no afecta el rendimiento, pero al tener mala nutrición la planta cae. Vientos con una velocidad mayor a los 50 km/h produce doblamiento de la planta, fuertes desgarres en las hojas causando pérdidas del 60 al 100%. Se estima una pérdida de cosecha del 20 al 30% por efecto de vientos (estimación a nivel mundial).

Suelos

Se requieren suelos con profundidad no menor a 1.2 m sin nivel freático o capas endurecidas, y sin problemas internos de drenaje. Los más aptos son: textura franca para retener la humedad, también suelos arcillosos pueden ser adecuados si tienen una estructura migajosa o granular, ya que la textura está ligada a la estructura del suelo. Las texturas más recomendables son desde franco arenosas hasta francos arcillosos. El porcentaje de arcilla no debe ser mayor del 40% ni menor al 20%. El pH ideal es de 5.5 a 7.0 y ricos en materia orgánica.

El cultivo del plátano en el mundo

Los plátanos se producen principalmente en África y América Latina, en tanto que en África y Asia se cultivan otros tipos de bananos para cocción. Según datos de la FAO (2017) los

10 principales países productores de plátano en el mundo son India, China, Indonesia, Brasil, Ecuador, Filipinas, Angola, Guatemala, Colombia y Tanzania.

El cultivo de plátano en Colombia.

El cultivo de plátano en Colombia sobresale como un sector tradicional de la economía campesina, de subsistencia y pan coger para pequeños y medianos productores, de alta dispersión geográfica y de gran importancia social y económica desde el punto de vista de seguridad alimentaria y de generación de empleo rural (Espina et al., 2005).

Según Espina et al., (2005), se estima un 87% del área cultivada en plátano en Colombia, se encuentra como cultivo tradicional asociado con café, cacao, yuca y frutales, y un 13%, está como monocultivo tecnificado, este se presenta en algunos municipios de la subregión de Urabá. Cerca de un 4% de la producción nacional de plátano verde se destina al mercado de exportación, y el resto se destina para el consumo interno en fresco y una muy pequeña parte, que corresponde a menos del 1%, se destina como materia prima para la agroindustria nacional.

La subregión de Urabá y el nororiente del departamento del Magdalena sobresalen por el grado de tecnificación que han alcanzado en el establecimiento, producción y exportación de plátano con alta productividad e integración de los productores y empresas comercializadoras internacionales, gracias a las ventajas comparativas de localización geográfica estratégica y calidad de los suelos con respecto a otras zonas productoras del mundo. Sin embargo, los diferentes problemas fitosanitarios y los bajos niveles de inversión dentro del cultivo, como en labores tales como la adecuación de fincas, renovación de plantaciones, fertilización integral y sistemas de drenaje adecuados, representan las principales causas de pérdidas en la competencia de los mercados internacionales, ya que esto ha afectado seriamente la productividad y la calidad de los frutos para exportación (Espina et al., 2005).

Los departamentos con mayor área cosechada son: Antioquia con 42.488,15 has, Arauca con 29.460,30 has, Chocó con 25.460 has, Córdoba con 24.566 has y en quinto lugar Huila con 24.099,70 has. Siendo Arauca el mayor productor con 724.236,8 Toneladas, Meta en segundo lugar con 458.394, 9 Ton y Antioquia ocupa el tercer lugar con 355.732,4 ton. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018).

El cultivo de plátano en Antioquia y subregión de Urabá.

Antioquia a nivel de Colombia ocupa el primer lugar de área cosechada con 42.488, 15 has. En la subregión de Urabá Turbo reporta 10.954 has, San Juan de Urabá con 4.906 has., Necoclí ocupa el tercer lugar con 2.477 has, Arboletes cuarto lugar con 2.105 has, seguidos por Carepa con 749 has, Apartadó con 653 has., San pedro de Urabá con 624 has, Chigorodó con 541 has y Mutatá con 22 has. Siendo Apartadó el municipio con mayor rendimiento con 16 ton/ha, seguido de Turbo con 15 Ton/ha y Necoclí con 10,50 ton/ha. Turbo reportó para el año 2018 un área sembrada de 10.954 has, con una producción de 81.660 Ton y un rendimiento de 15 Ton/ha. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018). Siendo este cultivo de gran importancia económica y social para el municipio y para la subregión de Urabá.

Manejo fitosanitario del cultivo del plátano

Sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis Morelet var. difformis*).

La sigatoka negra es la enfermedad foliar más destructiva que ataca el género Musa. Directamente afecta sólo las hojas de banano y plátano, de manera más rápida y severa que la Sigatoka amarilla. Se caracteriza por la presencia de gran número de rayas y manchas más notorias por debajo de las hojas, las cuales aceleran el secamiento y muerte del área foliar (ICA, 2012).

La enfermedad de Sigatoka negra presenta los primeros síntomas que corresponden a manchas cloróticas pequeñas que aparecen en la superficie inferior (abaxial) de la tercera o cuarta hoja completamente abierta. Las manchas con el paso del tiempo crecen convirtiéndose en pequeñas rayas de color marrón delimitadas por las nervaduras. Las rayas se van tornando oscuras y visible en la superficie superior de la hoja (adaxial). Con el paso del tiempo las lesiones se van ampliando, tornándose fusiformes o elípticas, y se oscurecen aún más formando las rayas negras de las hojas, síntoma muy característico de la Sigatoka negra (Bennett y Arneson, 2003)

Epidemiología

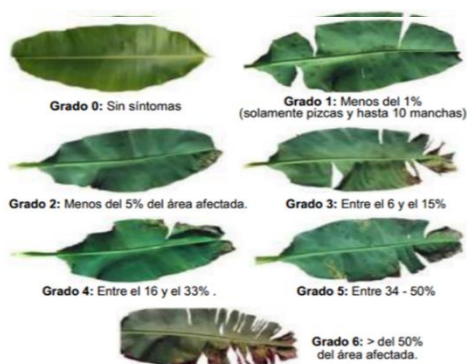
El ciclo de vida del patógeno inicia con la germinación de las esporas que, después de haber sido liberadas y dispersadas de las manchas por acción del agua y el viento, se depositan sobre las hojas. Para que ocurran los procesos de germinación y penetración es indispensable la presencia de agua libre. Las esporas germinan en menos de 2 h, dando lugar a tubos germinativos rectos que se alargan y ramifican en búsqueda de estomas por donde penetran en menos de 1 semana. El crecimiento ideal del hongo ocurre a temperaturas entre 25 y 28°C. Bajo condiciones óptimas el período de incubación dura 17 días en banano y 29 en plátano. Los primeros conidios que se forman sobre lesiones en estado de estría aparecen 28 días luego de la infección en banano y a los 34 días en plátano. La terminación del ciclo ocurre con la liberación de las primeras ascosporas, la cual se puede presentar 49 días después de la infección en banano y 64 en plátano. Las hojas sólo pueden ser infectadas durante el tiempo que permanezcan en estado verde, pero la producción de esporas se puede prolongar durante varios meses en las hojas muertas o secas sin descomponer.

Síntomas

En plantaciones medianamente afectadas, los síntomas de la Sigatoka negra pueden confundirse con los de la sigatoka común o amarilla; especialmente en plantas jóvenes y en colinos ‘bandera’ u ‘orejones’, donde las manchas individuales tienden a ser ovales o circulares. El ataque severo de sigatoka negra es inconfundible en plantas adultas, por la gran cantidad de rayas y manchas de color café a negro que pueden cubrir toda el área foliar en forma descendente desde la tercera hoja más joven abierta; estas lesiones son más notorias y abundantes en el envés que en el haz, como se aprecia en la figura No. 1.

Figura 1.

Grados de desarrollo de la sigatoka negra



Fuente: banelino, 2017

Manejo integrado de la enfermedad

Las prácticas culturales buscan reducir fuentes de inóculo del hongo y manejar las condiciones del cultivo que sean desfavorables para el hongo. La plantación debe mantenerse aireada mediante controles oportunos de malezas, desmaches o deshijos, cirugía, deshojes, despuntes de las hojas y el adecuado manejo de drenajes y en general las aguas superficiales. El manejo fitosanitario es una herramienta fundamental para el control del fitopatógeno que muchos productores implementan a través del Manejo Integrado de la Sigatoka (MIS) (Augura y Repcar, 2009; Banacol, 2009).

El espaciamiento más amplio de las plantas (desmache o deshije), sistema de drenaje adecuado, mejor aireación, manejo integrado de malezas y eliminación de las hojas que están severamente afectadas, son estrategias de manejo integral que se pueden aplicar. Simplemente quitando las hojas infectadas, labor denominada deshoje y luego ponerlas en el suelo puede reducir la eficacia de emisión de las ascosporas significativamente (Bernet y Arneson, 2003).

El control químico es el más empleado en la actualidad y se realiza cumpliendo los lineamientos del comité de acción contra la resistencia a fungicidas, el cual se debe utilizar con responsabilidad técnica de un profesional y consiste en una rotación de ingredientes activos para evitar resistencia del patógeno (ICA, 2012).

Los agricultores y productores actualmente tienen mucha confianza en el control químico con fungicidas. Los programas de manejo y control están basados en el uso de fungicidas protectantes como el mancozeb (aplicado en agua combinado con aceite) y clorotalonil. El mancozeb frecuentemente se aplica en combinación o en rotación con morfolina, con inhibidores de demetilación (IDMs), o con fungicidas estrobilurinas (Qols). El fungicida clorotalonil, perteneciente al grupo químico de los cloronitrilos, normalmente se rota pero no se combina con otros fungicidas. La resistencia del fitopatógeno de la sigatoka negra a los fungicidas benzimidazol, IDM y estrobilurin es común en muchas zonas productoras. La aplicación de los fungicidas frecuentemente se hace por vía aérea (Bennett y Arneson, 2003).

Por otro lado, pensando en tecnología para el manejo integrado de la enfermedad y posibles productos a base extractos de plantas con efecto fungicida, está la planta de Moringa podría representar una alternativa para el manejo. La especie *Moringa oleifera* perteneciente a la familia Moringaceae, corresponde a una de las 13 especies del género Moringa. Su fruto tiene forma de vaina larga y leñosa, que, al madurar, se abren en tres valvas, conteniendo las semillas

trivalvas con alas longitudinales. Las hojas son pinnadas, divididas en folíolos dispuestos sobre un raquis. Las flores son zigomórficas con cinco pétalos, cinco sépalos, cinco estambres funcionales y varios estaminodios; presenta pedicelos e inflorescencias axilares. La planta de *Moringa* posee tallos erectos y raíces tuberosas (Olson y Fahey, 2011).

***Moringa Oleifera* Lam. como extracto vegetal para el control de sigatoka negra**

Características y composición general de Moringa oleifera

Moringa Oleifera Lam. conocida comúnmente como moringa, es un árbol pequeño y de crecimiento acelerado que usualmente alcanza de 10-12 metros de altura (Liñan, 2010; citado por Mahamadou, 2014), tiene una copa abierta y esparcida de ramas inclinadas y frágiles, un follaje plumoso de hojas pinadas en tres y una corteza gruesa, blanquecina y de aspecto corchozo (Parrotta, 1993; citado por Mahamadou, 2014).

La composición química del aceite esencial de moringa, analizada por un cromatógrafo de gases acoplado a un espectro de masas, determinó los siguientes compuestos: En total, se identificaron 29 compuestos, que representan el 92,3% del total de petróleo e hidrocarburos representado el 91,1% del aceite. Hexacosano (13,9%), pentacosano (13,3%) y heptacosano (11,4%) fueron los compuestos más abundantes (Marruto, 2013). (Montesinos Sánchez, 2014).

También Se ha demostrado la efectividad de concentrados de hojas y raíces de moringa contra siete patógenos de plantas: *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Alternaria solani*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Macrophomina*. El-Mohamedy y Abdalla (2014) observaron una reducción del crecimiento radial y de la germinación de las esporas de estos patógenos, por lo que sería recomendable el estudio exhaustivo de los extractos de *Moringa oleifera* como antifúngico contra otros patógenos de plantas (Pacheco, 2019).

Por otro lado, todas las partes de la planta son comestibles desde las hojas hasta la raíz. Los estudios de Moringa han ido incrementándose en los últimos años debido a su importancia nutricional ya que el contenido de proteínas, vitaminas y minerales es muy sobresaliente destacando que en esta planta se encuentran todos los aminoácidos esenciales (Mathur, 2005). En la actualidad existe una variedad de productos elaborados a partir de la planta de moringa como: cápsulas genéricas; chocolate en polvo; cápsulas de moringa y ginseng; cremas hidratantes; vainas frescas, refrigeradas y enlatadas para el consumo humano principalmente a lo largo de la India (Folkard et al., 1996; citado por Mahamadou, 2014).

Usos de Moringa oleifera

Según Velázquez et al. (2016), la moringa tiene potencial uso en alimentación humana, agricultura, agroindustria, fungicidas, bactericidas, forrajes, farmacéutica, cosméticos, producción de alcohol y biodiesel. También se le atribuyen excelentes propiedades nutricionales y medicinales (López, 2016). Además, se ha reportado que el extracto acuoso de semillas de Moringa presenta actividad fungicida frente a *Stemphylium solani* (Mahamadou, 2014).

En un estudio realizado en hojas de Moringa, se muestra una alta cantidad de endófitos bacterianos, presentan más o menos 29 hongos endófitos aislados, que pueden en gran parte, aportar grandes beneficios, a la identificación de toxinas y moléculas que ayuden a contrarrestar patologías infecciosas (Souza et al., 2016; citado por Mosquera, 2018).

Por otra parte, con relación al tema de este trabajo, el estudio de Morales (2017) deja resultados confortantes, arroja que, el extracto de la hoja de moringa al incrementar su concentración inhibe el crecimiento de *Mycosphaerella fijiensis* bajo condiciones de laboratorio, por lo tanto, en dicha investigación nos demuestra que a mayor concentración tiene actividad antifúngica contra hongos fitopatógenos.

Extracto vegetal de Moringa oleifera

Respecto a la obtención de extractos vegetales de Moringa, se han desarrollado investigaciones relacionadas con la composición de aceites y ácidos grasos contenidos en las semillas de moringa (Gómez et al., 2016). Abascal (2015) demostró la capacidad antimicrobiana de extractos foliares de tres variedades de las plantas de moringa cultivadas. La literatura reporta ampliamente que una de las características diferenciales de la planta de moringa está representada en que, en sus hojas, se acumulan altos contenidos de compuestos fenólicos (Valdez et al., 2015), estos fenoles son estudiados en su mayoría por sus aplicaciones biológicas (Kotb et al., 2017). La comparación entre diferentes métodos de extracción para aumentar su rendimiento y el contenido de compuestos bioactivos en el extracto son estudios que deben hacerse para aprovechar aún más su potencial. Así, Vongsak et al. (2013) en su investigación, reportan el beneficio que ofrece seleccionar un método adecuado de extracción, que sea simple, rápido y que permita obtener una preparación biológica de alto rendimiento de compuestos activos. Para esto Linares et al. (2018), encontraron que, a través del método de extracción con agitación magnética por 3 horas, se obtiene extractos foliares etanólicos crudos de moringa con altos rendimientos de extracción y concentración de compuestos. Además, estos mismos autores en el extracto crudo comprobaron la presencia de compuestos fenólicos tales como flavonoides, cumarinas volátiles, taninos, ácidos fenólicos, entre otros.

Moringa oleifera: sus metabolitos y sus usos como fungicida en algunos cultivos.

La especie *Moringa oleifera* de la familia Moringaceae, tiene un gran valor nutricional y elevados rendimientos de biomasa, entre otros usos como la alimentación animal que la hacen un recurso Fitogenético de gran importancia en los sistemas de producción (Pérez et al., 2010). Para Velázquez et al., (2016) la moringa posee diversos compuestos químicos bioactivos que tienen

usos potenciales en la agricultura, industria, medicina, fungicidas, bactericidas, forrajes, farmacéutica, cosméticos, producción de alcohol y biodiesel.

En diferentes estudios realizados en todas las partes de la planta se han identificado la presencia de las principales clases de fitoquímicos como taninos, alcaloides, flavonoides, glucósidos cardíacos, ácido gálico, entre otros (Alhakmani et al., 2013). Amaglo et al., (2010), en su investigación, encontraron glucosinolatos sustituidos con ramnosa y acetil-ramnosa en todos los tejidos de *M. oleifera* con diferentes perfiles dependiendo del tejido. También, encontraron un perfil flavonoide relativamente complejo que consistía en glucósidos, rutinósidos, malonilglucósidos y trazas de acetilglucósidos de kaempferol, quercetina e isorhamnetin. El perfil de ácidos grasos de los diferentes tejidos mostró que las hojas eran ricas en ácido palmítico y linolénico mientras que las semillas predominaban en ácido oleico. Las raíces eran ricas en ácido palmítico y oleico, mientras que los tallos y ramitas contenían predominantemente ácido palmítico. El potasio, el magnesio y el calcio fueron los minerales predominantes en todos los tejidos.

En la investigación de Föster et al. (2015) encontraron los glucosinolatos, que son los metabolitos secundarios característicos de las plantas, en el orden Brassicales al cual corresponde la familia Moringaceae, sin embargo, Cabrera et al., (2017), en su estudio, reportan que existe variabilidad del contenido de metabolitos secundarios dependiendo de la edad y la altura de las plantas, haciendo notar que las hojas son una fuente segura de metabolitos secundarios que pueden ser usados como ingredientes farmacéuticos, nutracéuticos y funcionales. Teniendo en cuenta la gran cantidad de metabolitos secundarios que tiene la moringa y todas las potencialidades de uso, según varios autores que informan que los extractos de hojas de moringa

tienen actividad antimicrobiana contra *Escherichia coli* y *Salmonella typhi*, bacterias Gram positivas y hongos (Urmi et al., 2012; Adline y Devi, 2014)

De otro lado, en la investigación de Arce et al. (2020), refirieron, basados en los resultados encontrados que, la Moringa puede ser una alternativa de terapia natural contra microorganismos que presentan alta resistencia antibiótica como lo son *E. coli* Blee. Otros autores reportan que extracto de la corteza del tallo y la raíz también presenta efectos antibacteriales (Kumbhare et al., 2012; Howarth & Benin, 2011). Así mismo, se ha reportado que el extracto acuoso de semillas de Moringa presenta actividad fungicida frente a *Stemphylium solani* (Mahamadou, 2014).

El extracto de moringa puede utilizarse a fin de producir Zeatina que corresponde a un fitorregulador de la familia de las citoquininas y es efectivo para el desarrollo de las plantas, aumentando el rendimiento en un 25-30% en cultivos de cebolla, pimiento verde, soya, maíz, sorgo, café, té, chile, melón (López, 2016). Este extracto aumenta la eficacia fungicida del hongo *Trichoderma* sobre el hongo fitoparásito *Sclerotium rolfsii*, cuando el suelo y el cultivo se rocía con extractos acuosos de hojas de moringa. Así pues, el tratamiento de semillas de Moringa combinado con la aspersión de *Trichoderma* en general, resultó un control de enfermedades significativamente mayor al 94% y 70% en el invernadero y el campo, respectivamente, con un aumento significativo del rendimiento en el campo al evaluar *Sclerotium* y la pudrición del tallo del caupí en el campo (Adline et al., 2006). En el cultivo del banano y plátano la principal enfermedad es la sigatoka negra y respecto a este hongo Morales (2017), evaluó *in vitro* y en campo el efecto de extracto de la hoja de moringa en el control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella Fijiensis* Morelet) en el cultivo de banano, encontrando efecto antifúngico tanto

in vitro y en campo en el T4 (10% de extracto), siendo esto un aporte para disminuir la incidencia y severidad de la enfermedad y por ende un mejor control.

Según Holguín (2016), los extractos acuoso y oleoso de semilla de moringa fueron los mejores extractos para el control de la marchitez vascular del *Fusarium oxysporum* f. sp. *quitoense* generando un efecto bioprotector en la planta frente a la interacción con el patógeno. Para Lemes (2014), en su estudio concluyó que, el aceite esencial de Moringa demostró ser eficiente en la inhibición de la germinación de esporas de *Fusarium* sp., *Aspergillus flavus* y *Alternaria* sp. en semillas de frijol *Phaseolus vulgaris* equivalente a 40 μ L de concentración. También, se identificaron 11 compuestos químicos, entre los cuales se encontraban monoterpeno y sesquiterpeno.

Metodología

Localización.

El presente trabajo de investigación fue realizado en el distrito de Turbo, perteneciente al departamento de Antioquia, en un lote de prácticas perteneciente a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, al interior del barrio la Lucila, el cual se encuentra a una altura de 2 m.s.n.m. y una temperatura promedio de 28°C.

Procedimiento de preparación del extracto vegetal

La preparación del extracto se realizó de siguiente manera: El material vegetal se colectó de plantas de *Moringa oleifera* adulta en campo. Se tomaron las hojas de las ramas intermedias del árbol, se lavaron con agua y se secaron durante 48 horas en una habitación que el techo es de zinc. Luego con una licuadora se realizó el triturado de todas las hojas secas y se procedió a realizar el pesaje de las mismas, se le adicionó el alcohol al 95 % en proporción de 1 a 3 (por cada 100 gramos de moringa se adicionó 300 cc de alcohol) y se dejó por 72 horas en frascos tapados, se realizó un macerado y filtrado para obtener el extracto al 100% como indica Linares *et al* (2018).

Preparación de las dosis del extracto

La preparación por litro de producto estuvo compuesta por 240 ml de extracto de *Moringa oleifera* y 760 ml de agua para la concentración al 24%; 320 ml de extracto de *Moringa oleifera* y 680 ml de agua para la concentración al 32% y 360 ml de extracto de *Moringa oleifera* con 640 ml de agua para la concentración al 36%, de esta manera se obtuvo 1 litro por cada concentración para la aplicación.

La aplicación de los tratamientos se realizó utilizando una bomba de fumigar a motor marca Stihl, para lo cual en primera instancia se realizó la estandarización del equipo y el aplicador, actividad que se realizó utilizando agua mientras el operador distribuía en todas las plantas el litro de agua sobre las hojas con calibración al 4. Posterior a esto se realizó la aplicación del producto por 6 ciclos cada uno de ellos separados por 8 días desde el 31 de mayo del 2020 hasta el 5 de julio del 2020 (un total de 35 días de evaluación).

Evaluación de la severidad de sigatoka negra.

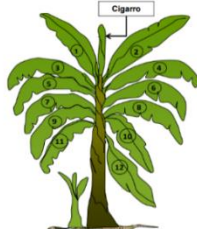
La evaluación se realizó sobre las 30 plantas de cada tratamiento de acuerdo a la escala de Stover modificado por Gaulh (1989), con el siguiente procedimiento:

- Cada semana se realizó un recorrido por cada tratamiento para observar la severidad mediante la inspección visual con un experto en identificación de los estados de avance de la enfermedad quien proporcionó el resultado en una escala con grados de 0 a 6 donde 0

Corresponde a una hoja sin síntomas y 6 más del 50% del área foliar se encuentra enferma, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 2.

Grados de severidad de la enfermedad según escala de Stover modificado

Severidad de la enfermedad en hojas (Escala de Stover modificada por Gaulh 1989)		Conteo de Hojas para evaluación de Stover
Grado	Descripción del daño en la hoja	
0	Sin síntomas	
1	Hasta 10 manchas por hojas	
2	Menos del 5% del área foliar enferma.	
3	De 6 a 15% del área foliar enferma.	
4	De 16 a 33% del área foliar enferma.	
5	De 34 a 50% del área foliar enferma.	
6	Más del 50% del área foliar enferma.	

Fuente: la sigatoka negra en el ecuador, Héctor, Calle 2014

Por su parte y como se aprecia en la figura No.2, la estimación visual en campo, fue registrada mediante el uso del formato recomendado por Gauhl (1989), el cual está compuesto en una primera parte del número de plantas a evaluar, seguido por el número de hojas que pueda tener la planta durante el estudio y en cada una de ellas se indica el grado de infección que tiene la hoja en el momento de evaluación, para posteriormente determinar el número de hojas total de la planta (H/P), la posición de la hoja más joven enferma (HMJE), el número de hojas en cada grado de severidad que corresponde a la sumatoria del número de hojas en cada grado encontrado en la evaluación (50 (0), 7(1), 7(2) en el ejemplo), posteriormente se obtienen los promedios según el total, el porcentaje por grado correspondiente al porcentaje de hojas del grado frente al total de hojas y el promedio ponderado de infección correspondiente a la sumatoria de hojas con algún grado sobre 100.

$$\text{PPI} = \frac{\text{SUMA de (\% Hojas en cada grado x grado respectivo)}}{100}$$

Hoja más joven enferma (HMJE): Indica el progreso de la enfermedad; cuanto más jóvenes las hojas con síntomas, mayor es la incidencia de la enfermedad

Promedio Ponderado de Infección (PPI): indica la incidencia y severidad de sigatoka negra en la plantación; mientras que éste es mayor, la severidad de la enfermedad también es más alta. El valor de PPI debe mantenerse por debajo de 2.5 para evitar que la sigatoka negra ocasione daños en el rendimiento y calidad del fruto.

Por su parte, el conteo de hojas fue realizado teniendo en cuenta la evaluación de Stover, según la cual las hojas son contadas desde la más joven como hoja No.1 hasta la menos joven como última hoja y no incluyendo la conocida como hoja bandera que no se ha abierto al momento de la evaluación.

El formato para tomar los datos de incidencia y severidad de la enfermedad se elaboraron conforme al siguiente ejemplo mostrado en la

Figura 3.

Ejemplo de toma de datos y análisis de severidad de Sigatoka negra

Hoja de Evaluación y Estimación de Parámetros por el Método Stover																														
Planta	Número o posición de la hoja															Nº de H/P	HMJE	Nº de Hojas por Grados de Severidad												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			0	1	2	3	4	5	6						
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2*				12	9	8	2	2	0	0	0	0						
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2				12	11	10	1	1	0	0	0	0						
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2			13	13	12	0	1	0	0	0	0						
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2		14	12	11	2	1	0	0	0	0						
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2			13	10	9	2	2	0	0	0	0						
* El número en cada casilla indica el grado de infección que posee cada hoja con base en la Escala de 0 a 6 de Stover modificado por Gauhi (1989)																Totales	64	55	50	7	7	0	0	0	0					
																Promedio	12.8	11.0	10.0	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0					
																% de Hojas/Grado		78.1	10.9	10.9	0	0	0	0						
																Prom. Ponder. de Infec. (PPI)		0.33												

Fuente: la sigatoka negra en el ecuador, Héctor, Calle 2014

Diseño experimental

El experimento se realizó en un ensayo de campo el cual fue distribuido en parcelaciones que fueron sorteadas al azar, en total fueron 120 unidades experimentales (plantas de plátano entre 1 y 1,20 m de altura y 4 hojas funcionales sanas), el sorteo se realizó escribiendo los números de las plantas en un papel, envolviéndolos y depositándolos en una bolsa, posteriormente se fue sacando cada papel y asignando los tratamientos al cual pertenecería cada planta de derecha a izquierda hasta agotar los papeles y obteniendo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

i = t1, t2, t3, t4 (tratamientos)

j=número de repeticiones

Tratamientos evaluados

Tratamiento 1: Aplicación de extracto de Moringa al 32% de extracto de *Moringa oleifera* en un litro de agua 30 plantas

Tratamiento 2: Aplicación de extracto de Moringa al 36% de extracto de *Moringa oleifera* en un litro de agua 30 plantas

Tratamiento 3: Testigo absoluto – sin aplicación de extracto 30 plantas

Tratamiento 4: Aplicación de extracto de Moringa al 24% de extracto de *Moringa oleifera* en un litro de agua 30 plantas

Variables de respuesta

% de severidad e incidencia de sigatoka negra

Numero de hojas total

YLI (hoja más joven infectada)

YLS (hoja más joven manchada)

Hipótesis de investigación

hipótesis nula: ninguno de los tratamientos aplicados presenta diferencia estadísticamente significativa sobre la incidencia y severidad de la enfermedad.

Hipótesis alterna: por lo menos uno de los tratamientos aplicados presenta diferencia estadísticamente significativa sobre la incidencia y severidad de la enfermedad.

Análisis estadístico de los datos

Se desarrolló análisis de varianza para las variables severidad y hojas totales en este caso por variables de tipo discreto se procedió a aplicar la transformación raíz cuadrada en este caso se trata de un diseño completamente al azar con medidas repetidas en el tiempo, se validó el supuesto de normalidad por trabajar con más de 50 residuales se usó el Test de Kolmogorov Smirnov modificación Lilliefors, los análisis fueron realizados con el software R versión 4.0.2.

Para las variables YLI (Hoja más joven infectada) y YLS (hoja más joven manchada), fue realizado un análisis descriptivo debido a que se trata de variables que indican la posición de la hoja.

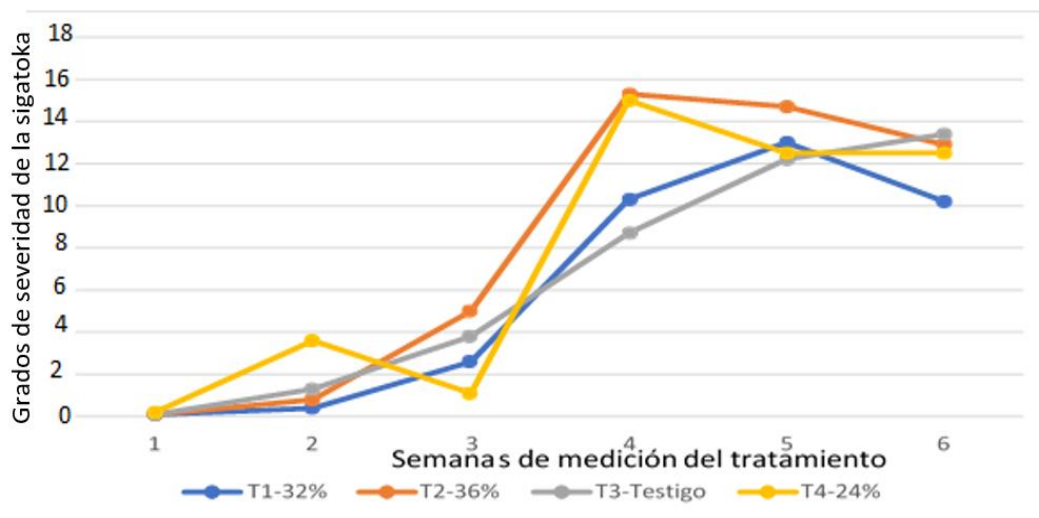
Resultados y discusión

Comportamiento de la severidad de la enfermedad.

El comportamiento de la severidad para el tratamiento al 24% alcanzó un nivel máximo de 15 en la semana 4 semana en la que comienza un descenso, por su parte el tratamiento al 32% alcanzó un máximo de 10,3 en la semana 4 donde comienza el descenso, el tratamiento al 36% alcanzó un máximo de 15,3 en la semana 4 donde comienza el descenso y el testigo alcanzó en la semana 6 un nivel de 13,4 pero no muestra tendencia al descenso como lo muestran la

Figura 4.

Comportamiento de la severidad según Promedio Ponderado de Infección (PPI)



Fuente: Autores 2021

Después de realizado el análisis de varianza se encontró que para la variable severidad no existen diferencias estadísticamente significativas como se muestra en la tabla No.1

Tabla No.1

Análisis de Varianza (ANOVA) de la variable Severidad

```

Error: PLANTA
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3  15.13   5.042   2.22 0.0895 .
Residuals  116 263.44   2.271
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Error: Within
          Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
LECTURA      5 1107.1  221.42 359.618 < 2e-16 ***
TRATAMIENTO:LECTURA 15  56.4   3.76  6.109 5.46e-12 ***
Residuals    580  357.1   0.62
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Fuente: Construcción propia

Encontrándose un P valor mayor a 0,05 no se rechaza la hipótesis nula y con un 95% de confianza se concluye bajo una transformación raíz cuadrada que no hay diferencia en la severidad como resultado de la aplicación de los tratamientos en prueba.

Se observa que en las lecturas de severidad hay diferencia y hay una interacción significativa de las lecturas con los tratamientos, pero al no haber diferencia entre los tratamientos las diferencias en lecturas y la interacción significativa se debe al incremento de la severidad en las condiciones de cultivo al interior de los tratamientos, pero no como efecto del tratamiento mismo en el tiempo.

Lo encontrado, difiere de los resultados encontrados por Morales (2017) cuando encuentra diferencia significativa al aplicar el extracto en concentración del 10% en un periodo de 63 días de evaluación. De otro lado, también se pueden encontrar diferencias relacionadas con el estado fitosanitario del cultivo, manejo adecuado de arvenses, condiciones edafoclimáticas, alta

pluviosidad en la época de evaluación lo que puede propiciar normal propagación de la enfermedad, así si comparamos con las condiciones del presente estudio la plantación presentaba deficiencia en el control de arvenses y otras labores culturales como deshoje y fertilización lo que puede influir fuertemente en la severidad e incidencia de la enfermedad.

Evaluación del total de hojas según los tratamientos y las aplicaciones realizadas en campo

El promedio de hojas en el experimento mostró que para el tratamiento al 32% de *Moringa oleifera* el promedio fue de 5,1 hojas, para el tratamiento al 36% el promedio fue de 6,1 y para los tratamientos testigo y al 24% el promedio fue de 6,3 Hojas por planta. En la tabla 2 se muestra el análisis de varianza de la variable, indicando que P valor mayor a 0,05 no se rechaza la hipótesis nula bajo una transformación raíz cuadrada se concluye con un 95% de confianza que no hay diferencias en el número de hojas como efecto de los tratamientos aplicados.

Se observa que en las lecturas de total de hojas hay diferencia y hay una interacción significativa de las lecturas con los tratamientos, pero al no haber diferencia entre los tratamientos la diferencias en lecturas y la interacción significativa se debe al incremento del total de hojas en las condiciones de cultivo al interior de los tratamientos, pero no como efecto del tratamiento mismo en el tiempo.

Pese a lo anterior, este número de hojas se considera bueno como indica Alaña (2011), teniendo en cuenta que bajo las condiciones de Urabá una planta joven en buen estado nutricional y fitosanitario puede alcanzar entre 11-12 hojas funcionales fotosintéticamente activas y tener homogeneidad en los tratamientos de las plantas que iniciaron con cuatro hojas el ensayo terminarían su ciclo productivo con más de 6 hojas a la emisión del racimo donde no le crecerán nuevas hojas.

Tabla No.2

Análisis de varianza de la variable número de hojas

```

Error: PLANTA
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  3  0.093 0.03091   0.788  0.503
Residuals  116  4.550 0.03922

Error: Within
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
LECTURA      5  56.36  11.271  965.21 <2e-16 ***
TRATAMIENTO:LECTURA  15   3.23   0.216  18.46 <2e-16 ***
Residuals    580   6.77   0.012

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

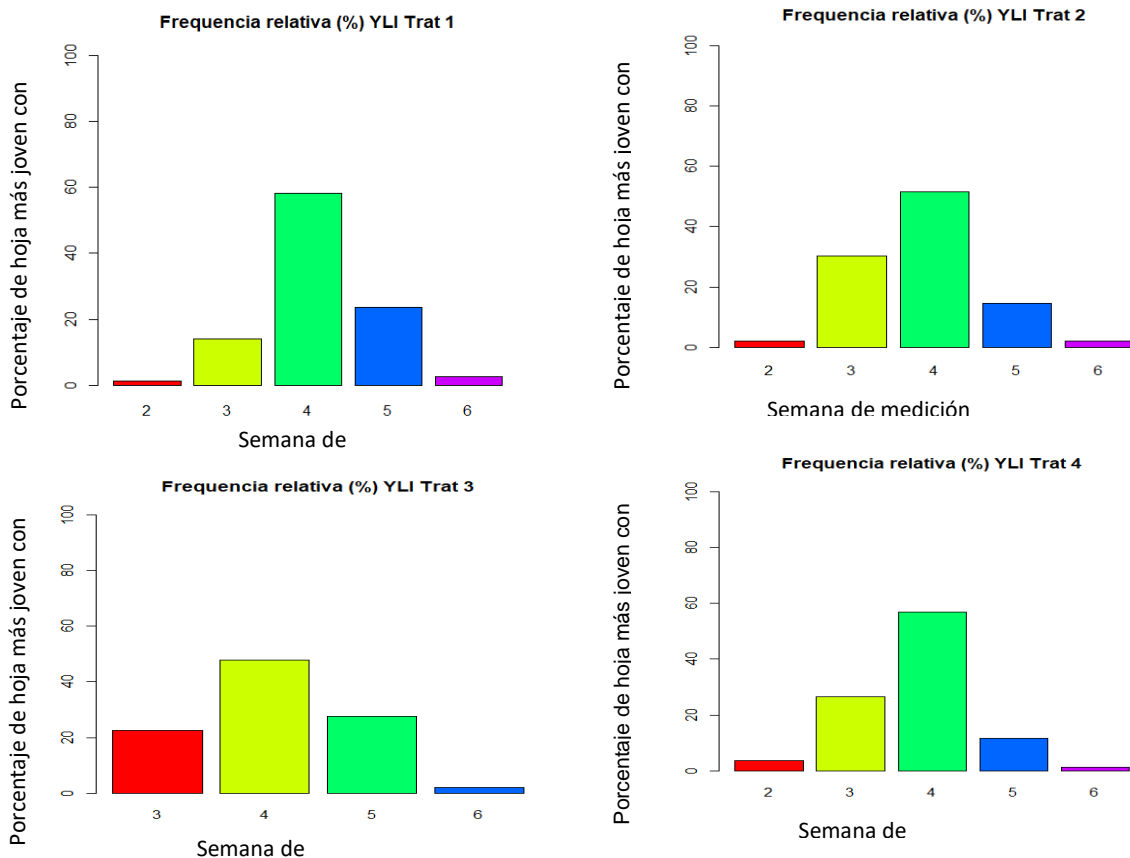
Fuente: Construcción propia

Evaluación del YLI para los tratamientos y las aplicaciones realizadas en campo.

El comportamiento del YLI (hoja más joven con manchas) mostró un promedio para el tratamiento al 24% de hojas afectadas con una localización de la hoja promedio de 3,8 indicando que entre la hoja 3 y la 4 se presentó el mayor porcentaje de presencia de manchas de sigatoka lo que indica que al tener un promedio de emisión foliar cercano a 1 hoja por semana entre la semana 3 y la 4 se presenta la evidencia de la enfermedad; un promedio para el tratamiento al 32% de 4,1 indicando que la localización de las manchas se encontró en la hoja número 4 de la planta; para el tratamiento al 36% el promedio fue de 3,8 indicando que las manchas se presentaron entre las hojas 3 y 4 y para el tratamiento testigo 4,1 indicando que las manchas se encontraron en la hoja 4 de la planta. En la figura No.5 se muestra el comportamiento de esta variable expresada en porcentaje (frecuencia relativa) de aparición de las manchas en las hojas, donde se aprecia un comportamiento uniforme indicando la relación directa entre el avance de la

Figura No.5

Comportamiento en promedio de YLI para los tratamientos evaluados, Enfermedad y la ubicación de la hoja afectada.



Fuente: Autores 2021

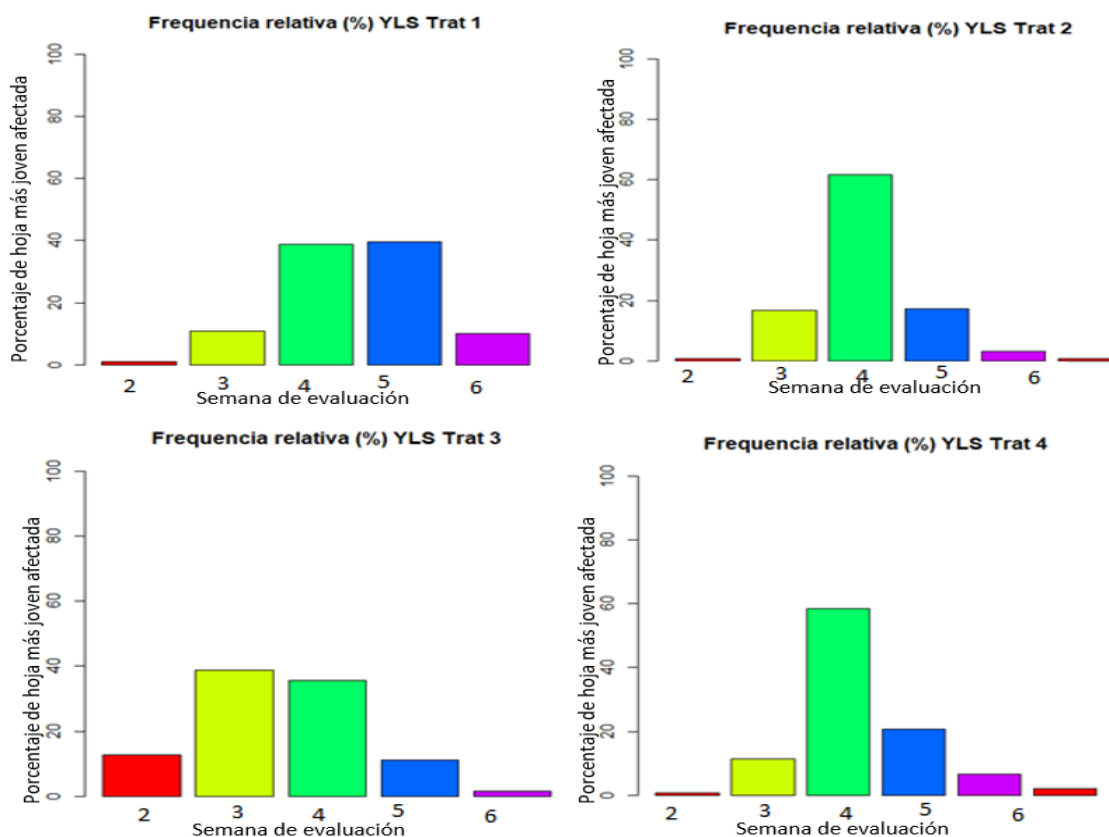
Evaluación del YLS para los tratamientos y las aplicaciones realizadas en campo.

El comportamiento del YLS (hoja más joven afectada) mostró un promedio para el tratamiento al 24% de 5 indicando que en este tratamiento la hoja más joven afectada es la número 5 de la planta evaluada; un promedio para el tratamiento al 32% de 4,4 indicando que la hoja más joven afectada de este tratamiento se encuentra entre la 4 y al 5; para el tratamiento al 36% el promedio fue de 4,2 indicando que para este tratamiento la hoja más joven afectada es la hoja 4 de la planta y para el tratamiento testigo 4,5 indicando que para este tratamiento la hoja más joven afectada se encuentra localizada entre la 4 y la 5. En la figura No.6 se muestra el

comportamiento de esta variable, donde se aprecia un comportamiento uniforme indicando la relación directa entre el avance de la enfermedad y la ubicación de la hoja afectada.

Figura No.5

Comportamiento en promedio de YLI para los tratamientos evaluados



Fuente: Autores 2021

Al respecto es importante mencionar que Marin *et al* (2008) muestran que los tratamientos orgánicos en plantas como limoncillo, salvia y nin, se comportan de manera similar al testigo químico al ser evaluado en un ciclo completo de cultivo, sin embargo, para el presente estudio se recomienda evaluar el extracto de moringa en un ciclo completo del cultivo para determinar efectos significativos y realmente comparativos. De otro lado, el extracto de *Moringa Oleifera Lam* ya ha sido evaluado como alternativa para el control de *Sigatoka negra* en cultivo

de musáceas, es el caso del estudio de Morales (2017) quien evalúa la capacidad del extracto de esta planta para controlar el crecimiento del micelio del hongo en condiciones *in vitro* y para lo cual utiliza los tratamientos al 1%, 3%, 5% y 10%, Mancozeb y un tratamiento testigo encontrando que después de 20 días de evaluación, el tratamiento al 10% de extracto de Moringa presenta el mejor nivel de control del micelio. Por su parte, estos mismos tratamientos son evaluados en campo en un cultivo de banano cultivar Willians donde el tratamiento compuesto por el 10% de extracto de Moringa después de 63 días de la aplicación presentó mejor resultado.

Conclusiones

La evaluación del extracto de *Moringa oleifera* en las concentraciones evaluadas y bajo las condiciones del experimento para la variable severidad no presentó diferencia estadísticamente significativa para ninguno de los tratamientos aplicados indicando que es necesario revisar diferentes aspectos que influyen en la presencia de la enfermedad y su control, como lo son el manejo cultural (control de arvenses, mantenimiento de drenajes y deshije) los cuales disminuyen la presión de la enfermedad sobre el cultivo, al igual que las concentraciones empleadas en el experimento las cuales si bien están parecidas a las empleadas por otros autores, se trata de condiciones agroambientales diferentes.

En cuanto a las variables YLI (hoja más joven con síntomas) y YLS (hoja más joven enferma) al no presentarse efectos antifúngicos significativos, estas variables presentan un comportamiento normal que muestra como la enfermedad con el paso del tiempo va invadiendo las hojas de la planta causando la disminución en la capacidad fotosintética mediante manchas necróticas.

Recomendaciones

Después de terminada la investigación se realizan las siguientes recomendaciones:

Los resultados obtenidos en el presente trabajo no permiten concluir que se recomiende el uso del extracto de *Moringa oleífera* como un producto efectivo en el control de la sigatoka negra bajo las condiciones de realización del experimento.

El trabajo investigativo es un punto de partida importante para la profundización del conocimiento de la especie en el control de la sigatoka negra en cultivos de plátano hartón en el municipio de Turbo, por lo tanto, se recomienda un ajuste en la duración de los ciclos de evaluación, manejo cultural de la plantación y dosis del extracto pese a que generalmente los ciclos de aplicación en la región son cortos debido a la generación de resistencia a los tratamientos por parte del hongo.

Teniendo en cuenta que la variable YLI está relacionada con la severidad de la enfermedad, es muy conveniente evaluar el parámetro en un ciclo completo de cultivo y de esta manera contar con información más relevante sobre el efecto de los tratamientos sobre el parámetro.

Teniendo en cuenta que la variable YLS está relacionada con la severidad de la enfermedad, es muy conveniente evaluar el parámetro en un ciclo completo de cultivo y de esta manera contar con información más relevante sobre el efecto de los tratamientos sobre el parámetro.

Referencias

- Abascal, V. (2015). Actividad antimicrobiana de extractos de hojas secas de tres variedades de *Moringa Oleifera Lam.* cultivadas en Cuba. Tesis de Maestría, Universidad de la Habana, La Habana, Cuba.
- Adandonon A, Aveling T, Labuschagne N, Tamo M. (2006). Biocontrol agents in combination with *Moringa oleifera* extract for integrated control of Sclerotium-caused cowpea damping-off and stem rot. Eurp J Plant Pathology, 11: 40-418. Recuperado el 25 de abril del 2020, de https://www.researchgate.net/publication/225530038_Biocontrol_agents_in_combination_with_Moringa_oleifera_extract_for_integrated_control_of_Sclerotium-caused_cowpea_damping-off_and_stem_rot
- Adline, J., & Devi, A. (2014). A study on phytochemical screening and antibacterial activity of *Moringa oleifera*. International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences, 2(5), 169-176. Recuperado el 25 de abril del 2020, de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.686.9855&rep=rep1&type=pdf>
- Alhakmani, F., Kumar, S., & Khan, S. A. (2013). Estimation of total phenolic content, in-vitro antioxidant and antiinflammatory activity of flowers of *Moringa oleifera*. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 3(8), 623-627. Recuperado el 25 de abril del 2020, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23905019>
- Alaña, M. V. (2011). La producción de banano en la provincia de El Oro 2009- 2010. Retrieved from http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1199/1/TESIS_PRODUCCION_DE_BANANO_EN_LA_PROVINCIA_DE_EL_ORO_2009-2010.pdf

- Álvarez, E., Pantoja, A., Gañán, L., & Ceballos, G. (Julio de 2013). La Sigatoka negra en plátano y banano. Recuperado el 15 de Marzo del 2020, de Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT): <http://www.fao.org/3/as089s/as089s.pdf>
- Amaglo, N., Bennett, R. N., Lo Curto, R., Rosa, E., Lo Turco, V., Giuffrida, A., Lo Curto, A., Crea, F., & Timpo, G. M. (2010). Profiling selected phytochemicals and nutrients in different tissues of the multipurpose tree *Moringa oleifera* L., grown in Ghana. *Food Chemistry*, 122(4), 1047-1054. Recuperado el 28 de abril del 2020, de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301844007>
- Arce, Z., Barrera, A., Herrera, E., Suárez, M., Rojas, D., Suclupe, E., & Iglesias, S. (2020). Efecto inhibitorio del extracto de semilla de *Moringa oleifera* sobre *Escherichia coli* β -lactamasas de espectro extendido. *Medicina naturista*, 14(1), 5. Recuperado el 2 de Noviembre del 2020, de https://www.researchgate.net/publication/339339393_Efecto_inhibitorio_del_extracto_de_semilla_de_Moringa_oleifera_sobre_Escherichia_coli_beta-lactamasas_de_espectro_extendido/link/5e4c3e9b299bf1cdb9355b91/download
- Augura y Repcar. (Junio de 2009). Identificación y manejo integrado de plagas en Banano y Plátano Magdalena y Urabá Colombia. (C. Augura, Ed.) 64. Recuperado el 2 de Noviembre del 2020, de <https://itscv.edu.ec/wp-content/uploads/2018/10/plagas-y-enfermedades-en-banano.pdf>
- Banacol. (2009). Manejo integrado de plagas. Insectos, enfermedades y malezas en el cultivo del banano. Banacol. 65p.
- Bennett, R.S. y P.A. Arneson. (2003). Sigatoka negra bananeros y plátaneros. *The Plant Health* DOI:10.1094/PHI-I-2005-0217-01. Recuperado el 19 de febrero del 2020, de

<https://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/BlackSigatokaEspanol.aspx>

Cabrera, J.L., Jaramillo, C., Dután, F., Cun, J.C., García, P. A. y Rojas, L. (2017). Variación del contenido de alcaloides, fenoles, flavonoides y taninos en *Moringa Oleifera Lam.* en función de su edad y altura. *Bioagro* 29(1): 53-60. Recuperado el 25 de mayo del 2020, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612017000100006

DANE, MinAgricultura y SIPSA. (Abril de 2014). Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. Recuperado el 13 de 02 del 2020, de El cultivo del plátano (*Musa paradisiaca*), un importante alimento para el mundo.:

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_abr_2014.pdf.

El-Mohamedy, R. S., & Abdalla, A. M. (2014). Evaluation of antifungal activity of *Moringa oleifera* extracts as natural fungicide against some plant pathogenic fungi in vitro. *Journal of Agricultural Technology*, 10(4), 963-982.

Espina, C., Martínez, H. y Peña, Y. (2005). La cadena del plátano en Colombia una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Recuperado el 21 de febrero del 2020, de <http://asohofrucol.com.co/archivos/Cadenas/platano.pdf>

Föster, N., Ulrich, C., Schreiner, M., Müller, C. T., & Mewis, I. (2015). Development of a reliable extraction and quantification method of glucosinolates in *Moringa oleifera*. *Food Chemistry*, 166, 456-464. Recuperado el 30 de abril del 2020, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25053080>

Gomashe, A. V., Gulhane, P. A., Junghare, M. P., & Dhakate, N. A. (2014). Antimicrobial activity of Indian medicinal plants: *Moringa oleifera* and *Saraca indica*. *International*

- Journal of Current Microbiology and Applied Science, 3(6), 161-169. Recuperado el 18 de Febrero de 2020, de <https://pdfs.semanticscholar.org/f877/7388589853382a64278728c330f4f67873b3.pdf>
- Gómez, D., Pita, V., Zumalacárregui, B. (2016). Caracterización de aceites de las semillas de *Moringa oleifera* a partir de la extracción por diferentes métodos. Revista Colombiana de Biotecnología 18(2): 106-111; Recuperado el 24 de febrero del 2020, de doi:10.15446/rev.colomb.biote.v18n2.5432
- Guzmán, M., & Paladines, R. (s.f.). Sigatoka negra. Recuperado el 10 de Noviembre de 2020, de CropLife Latin America: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/sigatoka-negra>
- Holguín, N. F. (2016). Evaluación in vitro de actividad inhibitoria de extractos de *Moringa Oleifera* Lam. contra *Fusarium oxysporum* f. sp. quitoense, en plántulas de lulo (*Solanum quitoense* Lam.). Tesis de Maestría. Universidad Católica de Manizales. 79p. Recuperado el 12 de junio del 2020, de <http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10839/1486/N%C3%A9stor%20Fabio%20Holgu%C3%ADn%20Osorio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Howarth, M., & Benin, V. (2011). Theoretical investigation of a reported antibiotic from the “Miracle Tree” *Moringa oleifera*. Computational and Theoretical Chemistry, 965, 196-201. Recuperado el 25 de abril del 2020, de doi: 10.1016/j.comptc.2011.01.045
- ICA. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de plátano. Bogotá. Recuperado el 12 de Noviembre de 2020, de <https://www.ica.gov.co/getattachment/08fbb48d-a985-4f96-9889-0e66a461aa8b/-nbsp;Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-platano.aspx>

- Kotb, D., Shahein, M., Abd, M., Metwally, M. (2017). Determination of polyphenolic compounds and antioxidant activity of olive leave, moringa leave and marigold petals extracts. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 12(2): 102-107; Recuperado el 23 de febrero del 2020, de doi:10.5829/idosi.wjdfs.2017.102.107.
- Kumbhare, M. R., Guleha, V., & Sivakumar, T. (2012). Estimation of total phenolic content, cytotoxicity and in-vitro antioxidant activity of stem bark of *Moringa oleifera*. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 2(2), 144- 150. Recuperado el 29 de abril del 2020, de doi: 10.1016/S2222-1808(12)60033-4
- Lemes, L. (2014). Utilização de óleo essencial de *Moringa Oleifera Lam.* na inibição de fungos fitopatogênicos da semente de feijão (*Phaseolus vulgaris*) do grupo comercial carioca. Trabajo de grado. Universidad Tecnológica Federal do Paraná. 42p. Recuperado el 25 de mayo del 2020, de http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5492/1/MD_COGEA_2014_2_14.pdf
- Linares, C., Quiñonez-Galvez, J., Pérez, A. et al. (2018). Obtención de extractos fenólicos foliares de *Moringa Oleifera Lam* mediante el uso de diferentes métodos de extracción. *Bioteología Vegetal* Vol. 18, No. 1: 47 – 56. Recuperado el 27 de febrero del 2020, de <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/575/html>
- López, J.J. (2016). *Moringa Oleifera Lam.*: Biología, Botánica, Propiedades Nutricionales y Medicinales. Universidad de Sevilla. Proyecto de Trabajo Fin de Grado. Facultad de Farmacia. 46p. Recuperado el 20 de febrero del 2020, de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/80558/MoringaF.pdf;jsessionid=5972A9F9344ADB6CDE5EE12E1DEF997?sequence=1&isAllowed=y>

- Mahamadou, A. (2014). Propiedades fungicida, bactericida y aglutinante de las semillas de *Moringa Oleifera Lam.* Trabajo de grado. Recuperado el 02 de Febrero del 2020, de <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/726/A0058.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marin, Mass, Barrera & Robles. 2008. Evaluación de extractos vegetales para el control de *Mycosphaerella fijiensis* en plátano en Tierralta – Córdoba. Temas agrarios - Vol. 13:(1) Enero - Junio (25 - 31). Recuperado de, <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3021524.pdf>
- Mathur, B. S. (2005). Recuperado el 01 de Noviembre del 2020, de [http://www.treesforlife.org/sites/default/files/documents/Moringa_Book_Sp\(screen\).pdf](http://www.treesforlife.org/sites/default/files/documents/Moringa_Book_Sp(screen).pdf)
- Mejía, G. (2018). Cultivo del plátano (*Musa paradisiaca*). Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria y Forestal. 29p. Recuperado de http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Centa_Platano%202019.pdf [agosto, 30 de 2020]
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2014). Antioquia. Evaluaciones Agropecuarias Municipales, Antioquia. Recuperado el 24 de Febrero del 2020, de <http://www.agronet.gov.co/Documents/Antioquia.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). Estadísticas agrícolas. Agronet. Recuperado el 24 de febrero del 2020, de <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>
- Montesinos Sánchez, K. G. (2014). Determinación cuantitativa de aceites esenciales con actividad antifúngica sobre sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis*) en doce especies de plantas vegetales (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala).

Morales, F.H. (2017). Evaluación de dosis creciente del extracto de moringa (*Moringa oleifera*) sobre *Mycosphaerella fijiensis*, bajo condiciones de campo y laboratorio. Universidad Técnica de Machala. Trabajo de grado ingeniería agronómica. 57pp. Recuperado el 24 de febrero del 2020, de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10530/1/DE00004_TRABAJODETITULACION.pdf

Mosquera, W. (2018). Actividad antimicrobiana de hongos endófitos de plantas medicinales. Trabajo de grado. Recuperado el 10 de Noviembre del 2020, de <https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/654/1/Actividad%20antimicrobiana%20de%20hongos%20end%C3%B3fitos%20de%20plantas%20medicinales%20%20Mammea%20americana%20%28Calophyllaceae%29%20y%20Moringa%20Ole%C3%ADfera%20%28Moringaceae%29..pdf>

Naranjo, E. y Martínez, Y. (2013). Avances en el diagnóstico de la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*): situación actual y perspectivas en Cuba. Rev. Protección Veg. vol.28 no.3 La Habana. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). p.160-170p. Recuperado el 28 de febrero del 2002, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n3/rpv01313.pdf>

Olson, M. E. y Fahey, J. W. (2011). *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Revista Mexicana de Biodiversidad, [online], vol.82, n.4, pp.1071-1082. Recuperado el 25 de febrero del 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532011000400001&script=sci_abstract

- Pacheco V, M. E. (2019). Inducción de resistencia frente a hongos fitopatógenos por extractos de *Moringa* en pimiento.9: tesis de maestría. Biología Molecular y Genética. universidad da Coruña
- Pérez, A., Sánchez, T., Armengol, N. y Reyes, F. (2010). Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark: Una alternativa para la alimentación animal. Pastos y Forrajes. 33(4): 1-16. Recuperado el 30 de abril del 2020, de <http://ve.scielo.org/pdf/ba/v29n1/art06.pdf>
- Porras, K. (5 de Junio de 2019). El campesino. (L. M. Serna., Editor) Recuperado el 13 de Abril del 2020, de Este es el panorama del cultivo de plátano en Colombia.: <https://www.elcampesino.co/este-es-el-panorama-del-cultivo-de-platano-en-colombia/#:~:text=El%20cultivo%20de%20pl%C3%A1tano%20en,principalmente%20para%20el%20consumo%20interno.>
- Prabhu, K., Murugan, K., Nareshkumar, A., Ramasubramanian, N., & Bragadeeswaran, S. (2011). Larvicidal and repellent potential of *Moringa oleifera* against malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston (Insecta: Diptera: Culicidae). Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 124-129. Recuperado el 25 de junio del 2020, de https://www.researchgate.net/publication/236141159_Larvicidal_and_repellent_potential_of_Moringa_oleifera_against_malarial_vector_Anopheles_stephensi_Liston_Insecta_Diptera_Culicidae
- Rodríguez, A. (2014). Guía para la Preparación de Mezclas y Uso Moderado de Fungicidas en las Aplicaciones en El Cultivo del Banano. Recuperado el 10 de Febrero del 2020, de https://issuu.com/gyga800/docs/guia_para_la_preparacion_demezcla

- Soto, M. (2008). *Banano Técnicas de Producción, Manejo, Poscosecha y Comercialización*. Tercera Edición corregida y aumentada en versión CD. Costa Rica: Litografía e Imprenta LIL, 1,090p.
- Talreja, T. (2010). Screening of crude extract of flavonoids of *Moringa oleifera* against bacterial and fungal pathogen. *Journal of Phytology*, 2(11), 31-35. Recuperado el 25 de junio del 2020, de <https://updatepublishing.com/journal/index.php/jp/article/view/2206>
- Torres, S. (2012). *Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira*. Hidalgo Impresores E.I.R.L. Perú. 72p. Recuperado el 30 de agosto del 2020, de https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/manual_banano.pdf
- Urmi, K. F., Masum, N. H., Zulfiker, A. H., Hossain, K., & Hamid, K. (2012). Comparative antimicrobial activity and brine shrimp lethality bioassays of different parts of the plant *Moringa Oleifera Lam.* *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2(2), 085-088. Recuperado el 10 de junio del 2020, de doi: 10.7324/ JAPS.2012.21216
- Valdez, M.A., Mejía, V.Y., Téllez, A., García, G., Salas, J., Alba, J.J., Sierra, E. (2015). Nutritional content and elemental and phytochemical analyses of *Moringa oleifera* grown in Mexico. *Journal of Chemistry* 2015: 1-9. Recuperado el 28 de febrero del 2020, de doi:10.1155/2015/860381. [Febrero 28 de 2020]
- Velázquez, M., Peón, I., Zepeda, R., & Jiménez, M. (2016). *Moringa (Moringa Oleifera Lam.): potential uses in agriculture, industry and medicine*. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 22(2), 95-116. Recuperado el 14 de agosto del 2020, de doi: 10.5154/r.rchsh.2015.07.018
- Vongsak, B., Sithisarn P, Mangmool S, Thongpraditchote S, Wongkrajang Y, Gritsanapan W (2013) Maximizing total phenolics, total flavonoids contents and antioxidant activity of

Moringa oleifera leaf extract by the appropriate extraction method. *Industrial Crops and Products* (44): 566-571. Recuperado el 27 de febrero del 2020, de [doi:10.1016/j.indcrop.2012.09.021](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.09.021)