



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN EN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
AGROPECUARIA


Manejo de *Mycospharella Fijiensis* en cultivo de plátano *Musa* AAB con aceite
ozonizado

AUTORA: Zúñiga Sánchez Joe José

TUTOR: Ing. Jorge Vivas Cedeño Mg.

El Carmen-Manabí-Ecuador

Septiembre de 2022

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO.	REVISIÓN: 1
		Página 2 de I

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica

“Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, bajo la autoría del estudiante Zúñiga Sánchez Joe José, legalmente matriculado en la carrera de ingeniería agropecuaria, período académico 2022-2023, cumpliendo el total de 400 horas, bajo la opción de titulación de proyecto de investigación, cuyo tema del proyecto es “Manejo de *Mycosphaerella fijiensis* en cultivo de plátano Musa AAB con aceite ozonizado en el cultivo de plátano (Musa AAB) El Carmen, Manabí, Ecuador”.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 28 de Julio del 2022

Lo certifico,

Ing. Jorge Vivas Cedeño Mg.

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

EXTENSIÓN EN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO

Manejo de *Mycosphaerella Fijiensis* en cultivo de plátano *Musa* AAB con aceite ozonizado

AUTOR: Zúñiga Sánchez Joe José

TUTOR: Ing. Jorge Vivas Cedeño, Mg.

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

PRESIDENTE DE TRIBUNAL **Ing. Nexar Vismar Cobeña Loor, Mg**

MIEMBRO DE TRIBUNAL **Ing. Nexar Vismar Cobeña Loor, Mg**

MIEMBRO DE TRIBUNAL **Ing. Marco Vinicio De La Cruz
Chicaiza, Mg**

MIEMBRO DE TRIBUNAL **Ing. José Orlando Robles García, Mg**

DEDICATORIA

A Dios

Por permitirme culminar con éxito todos estos años de estudio, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar con esta meta tan anhelada.

A mis padres: Luis Gerardo Zuñiga Paredes y Erminia Ecuador Sánchez Zuñiga, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mis hermanas: Jesica Y Liliana, por sus fuerzas y apoyos incondicionales que me brindaron en mi proceso.

A mi hijo: Joe Olmedo Zúñiga Ugsa, que fue mi inspiración y motivación para no rendirme y seguir luchando para culminar esta meta y ser un ejemplo a seguir.

A mi esposa: Evelyn Diana Ugsa Esmeralda, por su apoyo incondicional y alentó para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

A mis sobrinos: Kerly, Aitana y Justin por su amor y poder ser un ejemplo para ellos.

A mis tíos: Jaime y Nelson, que fueron un gran apoyo en este largo trayecto ya que me han brindado la mano de corazón.

A mis suegros: Olmedo y Miriam por su apoyo y consejos.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mi tutor: Ing., Jorge Vivas por apoyarme, por extender su mano en momentos difíciles y por el conocimiento brindado cada día, de verdad mil gracias.

Su hijo Joe.

AGRADECIMIENTOS

Con estas palabras quiero expresar todo mi amor y gratitud a mi madre, por su fe, su generosidad y su incansable ayuda. Gracias a ella he llegado a culminar un peldaño más en mi vida.

Especialmente a ti madre Erminia Sánchez que gracias a tus consejos, confianza y amor he podido concluir esta meta.

A mis hermanas que fueron un apoyo fundamental para cumplir los objetivos propuestos.

También quiero agradecer a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por ser la sede de todo el conocimiento adquirido en todos estos años.

Finalmente, quiero expresar mi gratitud al Ing. Jorge Vivas, principales colaboradores durante todo este proceso, quienes con su dirección conocimientos y enseñanzas permitieron el desarrollo de este trabajo.

Zuñiga Joe.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO DE TUTOR(A)	2
TÍTULO.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTOS.....	5
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	6
RESÚMEN.....	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN.....	13
Objetivo general	14
Objetivos específicos.....	14
Hipótesis alterna.....	14
Hipótesis nula.....	14
CAPÍTULO I.....	15
1.1. Generalidades del cultivo de plátano.....	15
1.2. Partes de la planta evaluadas	15
1.2.1. Morfología del Plátano.....	15
1.2.2. Raíces	15
1.2.3. Bulbo o Cormo	15
1.2.4. Tallo.....	16
1.2.5. Hojas.....	16
1.2.6. Flores	16
1.2.7. Racimo.....	16
1.2.8. Frutos.....	17
3-METODOLOGÍA	23
3.1. Ubicación del ensayo.....	23
3.2. Características agroecológicas de la zona	23
3.3 Variables.....	24
3.3.2 Variables dependientes.....	24
3.4 Tratamientos.....	25
3.6 Modelo Experimental	25
3.7 Análisis estadístico	26
3.9. Datos tomados	26
3.10 Manejo del experimento.....	27

4. RESULTADOS	28
4.1 Número de hojas a la floración.	28
4.2 Numero de hojas a la cosecha.	29
4.3 Peso de racimo.....	30
4.4 Numero de Manos.	31
4.5 Número de dedos.....	32
4.6 Cajas por hectárea.	33
CAPÍTULO V	35
6. RECOMENDACIONES	36
BIBLIOGRAFÍA.....	37
ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características meteorológicas presentadas en el ensayo de campo.	24
Tabla 2 Disposición de tratamientos en la evaluación de manejo de sigatoka con frecuencia de aplicación de aceite ozonizado	25
Tabla 3 Esquema de ADEVA en la evaluación de manejo de la sigatoka negra con aceite ozonizado.	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Ubicación del trabajo experimental.....	23
Ilustración 2 Número de hojas funcionales a la floración	28
Ilustración 3 Número de hojas funcionales a la cosecha	29
Ilustración 4 Peso de racimo.....	30
Ilustración 5 Número de manos por racimo.	31
Ilustración 6 Numero de dedos por racimo.	32
Ilustración 7 Cajas por hectárea	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Análisis de varianza de variable.	41
Anexo 2 Análisis de varianza de varia.	42
Anexo 3 Fotografía de aplicación de aceite ozonizado	42
Anexo 4 Fotografías de la fase de campo.....	43
Anexo 5 Capacitación a agricultores.....	43

RESÚMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo con el propósito de reducir el impacto de la enfermedad de la sigatoka negra en el cultivo del plátano (*Musa AAB*) en la zona de El Carmen. Para lo cual se evaluaron 20 tratamientos implementados en un diseño de bloques completos al azar DBCA para la fase de campo, El cultivo de plátano en el Ecuador representa una fuente importante económica en especial en la provincia de Manabí en la cual existe mayor concentración de hectáreas del cultivo de plátano sin embargo, no está libre de hongos y enfermedades las cuales son el principal motivo de problemas en el manejo del plátano ya que las enfermedades foliares representan las principales causas en producción de plátano.

El aceite ozonizado con frecuencia de aplicación con 5 aplicaciones resultó con mayor número de hojas a la floración, cosecha, peso de racimo y producción por ha,

El Tratamiento T4 que corresponde realizar 5 aplicaciones de aceite ozonizado obtuvo el mayor número de hojas a la floración con 9 y 6,4 respectivamente, igualmente en peso de racimo alcanzó 11,02 Kg y en cajas/ha que llegó a 710.

Palabras clave. sigatoka, aceite ozonizado, plátano

ABSTRACT

The present research work was carried out with the purpose of reducing the impact of the black sigatoka disease on the plantain crop (*Musa AAB*) in the area of El Carmen. For which 20 treatments implemented in a randomized complete block design DBCA for the field phase were evaluated. The plantain crop in Ecuador represents an important economic source, especially in the province of Manabí where there is a greater concentration of hectares of plantain cultivation, however, it is not free of fungi and diseases which are the main cause of problems in the management of plantain, since foliar diseases represent the main causes in plantain production. The ozonated oil with a frequency of application of 5 applications resulted in a higher number of leaves at flowering, harvest, bunch weight and production per ha, Treatment T4, which corresponds to 5 applications of ozonated oil, obtained the highest number of leaves at flowering with 9 and 6.4 respectively, as well as 11.02 kg of bunch weight and 710 boxes/ha.

Key words: sigatoka, ozonized oil, banana.

INTRODUCCIÓN

Un rubro importante para economía y seguridad alimentaria del país es el cultivo de plátano (*Musa AAB*), desde el punto de vista socioeconómico, el plátano genera fuentes estables y transitorias de trabajo, actualmente se reportan en el país un total de 144981 ha⁻¹ de plátano, de las cuales 86712 ha⁻¹ están bajo el sistema de monocultivo, la mayor zona de producción de esta musácea es la conocida como el triángulo platanero, la cual abarca las provincias de Manabí, Santo Domingo y los Ríos con 52612, 14249 y 13376 ha⁻¹ en producción de esta especie, respectivamente (INIAP, 2019).

En Ecuador, el plátano es un rubro que sobresale al ser de exportación y generador de fuentes de empleo por lo que dentro del 2021 se evidencio estadísticamente que poseía un total de 128.861 ha⁻¹ plantadas como monocultivos y asociados, de las cuales se cosecharon 112.045 ha⁻¹, encontrando un 13% de perdida de plantaciones por diferentes factores bióticos y abióticos, de las cuales se generó una producción de 763.455 toneladas dentro del periodo, generando ingresos a través ventas exportando a mercados internacionales y abasteciendo a mercados nacionales y locales para el autoconsumo con un total de 680.161 toneladas (INEC, 2021).

Entre las diferentes enfermedades que influyen en el cultivo de una forma agresiva que impacta negativamente en la producción y la rentabilidad económica, están los hongos, los cuales atacan la zona foliar de las musáceas, y provocan en esta una gran cantidad de problemas que incluyen la disminución de la producción en la que influyen la pérdida de peso de racimo en comparación con plantas sanas. (FAO , 2013)

El cultivo de plátano es uno de los cuatro productos de exportación con mayor relevancia, por debajo de los cultivos de trigo, maíz, arroz, distribuido en casi todos los países de región tropical y subtropical, con gran importancia ya que es un cultivo sostenible lo cual es muy atractivo para nuevos productores que buscan generar nuevos tipos de ingresos en estas zonas tropicales, a nivel internacional se produjeron más de 39 millones de toneladas de plátano en una superficie de 5,52 millones de ha⁻¹. (Vivas, J., 2020)

Por estas razones se propone la siguiente investigación que analizará el uso de aceite ozonizado para el control de la sigatoka negra en el cultivo de plátano barraganete de la cual surge la siguiente pregunta ¿Las 4 Aplicaciones de Aceite ozonizado serán efectivas en el manejo de sigatoka negra en el cultivo de plátano barraganete *Musa AAB* (Quezada, 2014)

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar el efecto de aceite ozonizado en cultivo de plátano *Musa* AAB para el manejo de la sigatoka negra en el Cantón El Carmen Manabí.

Objetivos específicos

- Determinar la frecuencia de aplicación en la reducción de la necrosis foliar causada por *Mycosphaerella fijiensis* en *Musa* AAB
- Medir el efecto del aceite ozonizado en la productividad del cultivo de plátano *Musa* AAB.
- Realizar el análisis beneficio/costo de los tratamientos.

Hipótesis

Hipótesis alterna

- Las frecuencias de aplicación de aceite ozonizado son efectivas para el control de sigatoka negra en cultivo de plátano *Musa* AAB en el cantón El Carmen Manabí.

Hipótesis nula

- Las frecuencias de aplicación de aceite ozonizado son efectivas para el control de sigatoka negra en cultivo de plátano *Musa* AAB en el cantón El Carmen Manabí.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Generalidades del cultivo de plátano

El plátano es uno de los cultivos que se pueden adaptar a varios tipos de climas en especial a los tropicales y subtropicales en los países que presenten estos tipos de climas, por este motivo el cultivo de plátano se expandió por todo el mundo, pero en los cuales tienen una mayor acogida en parte del Ecuador y Colombia en los cuales son considerados de mayor importancia en exportación mundial. (Mejía, 2018).

1.2. Partes de la planta evaluadas

1.2.1. Morfología del Plátano

El plátano está dentro del grupo de las monocotiledóneas, por consiguiente, en la secuencia Eumusa se encuentran variedades triploides que surgen del cruce entre *Musa acuminata* (AA) y *Musa balbisiana* (BB), mismas que llevan a la creación de los musáceos comestibles más representativas: AAA Bananos dando el Cavendish y Gros Michel AAB Plátanos como Curraré y Dominico ABB Guineos obteniendo Cuadrado y Pelipita, al proceder de una planta herbácea 'perenne' los brotes que provienen del tallo subterráneo tienen un crecimiento enérgico y siguen brotando año tras año de una única mata. (Martínez, 2012)

1.2.2. Raíces

Estas son superficiales, además es un soporte para la planta que sirve como vía para la absorción de agua y de nutrientes esenciales, asimismo, almacena los productos para su correcta alimentación y forma un entorno adecuado para los diversos macro y microorganismos ubicados en la rizosfera, lo cual lo hace uno de los órganos más significativos de la planta (Vargas, 2015)

1.2.3. Bulbo o Cormo

Cuenta con la capacidad de rebrote cada año, solo sobresale en la época de floración. (Rodríguez A. C., 2008)

1.2.4. Tallo

El tallo es considerado un rizoma grande, almidonoso y subterráneo que corona con yemas que en el transcurso del tiempo se desarrollan posteriormente a la floración de la planta, al mismo tiempo, cada chupón de los rizomas alcanza su punto de madurez, por consiguiente, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser desplazada hacia arriba desde el suelo por el alargamiento de este, hasta que sobresale y emerge por encima del pseudotallo (Martínez, 2012).

1.2.5. Hojas

Son grandes y llamativas, midiendo de 2 hasta 4 metros de largo, y de ancho pueden llegar hasta ½ metro, con un pecíolo de más de 1 metro de longitud, de igual forma, las hojas se encuentran conformadas por una estructura tubular denominada vaina, un pecíolo grueso y un limbo o lámina, adicionalmente, las vainas se posicionan concéntricamente dando forma a los falsos tallos, los cuales pueden llegar a tener hasta 40 vainas (Rodríguez A. C., 2008).

1.2.6. Flores

Durante su floración sobresale un escapo pubescente, mide de 5 a 6 cm de diámetro, en el cual cuelga un racimo de hasta 2 m de largo, de la misma forma éste carga consigo las brácteas las cuales tienen una forma oval alargada, de color rojo púrpura, y de las axilas de estas brácteas salen las flores, por consiguiente, dan lugar a las ‘manos’, las cuales son compuestas por los ‘dedos’ quienes cargan los frutos, así mismo son amarillas, irregulares y con seis estambres, los mismos donde uno es estéril reducido a estaminodio petaloideo. Sin embargo, en variedades realmente fructíferas, se puede encontrar hasta doce o catorce (Vargas, 2015).

1.2.7. Racimo

Es el que carga con todos los frutos, conformado por las ‘manos’ y sus respectivos ‘dedos’ que contienen de 3 a 20 unidades a lo largo del eje en forma de hélice de la misma manera que vimos con el sistema foliar, son grandes y llamativas, midiendo de 2 hasta 4 metros de largo, y de ancho pueden llegar hasta ½ metro, con un pecíolo de más de 1 metro de longitud, de igual forma, las hojas se encuentran conformadas por una estructura tubular denominada vaina, un pecíolo grueso y un limbo o lámina, adicionalmente las vainas se posicionan concéntricamente dando forma a los falsos tallos, los cuales pueden llegar a tener hasta 40 vainas, es el que carga con todos los frutos, conformado por las ‘manos’ y sus

respectivos ‘dedos’ que contienen de 3 a 20 unidades a lo largo del eje en forma de hélice de la misma manera que vimos con el sistema foliar (INIAP, 2019)

1.2.8. Frutos

Los frutos empiezan siendo de color verde, hasta su maduración en donde dependiendo de la variedad, regularmente se tornan amarillos, los frutos, se ubican en dos filas pareadas, son hermafroditas; asimismo, hay que tener en cuenta que, de toda la fluorescencia, los frutos son de dominancia hembra, hay que tener en cuenta que un fruto de color negro denota pudrimiento o sobre maduración de este, por lo cual se recomienda cosechar antes de que este madure. (Infoagro, 2018)

1.3.1. Plagas.

Los productores de plátano enfrentan una gran cantidad de plagas y enfermedades que afectan al cultivo, entre las que más destacan están: la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* y amarilla *Mycosphaerella musicola*, los nematodos; todos estos ocasionan pérdidas en la producción y en rentabilidad económica del agricultor (Robinson y Galán, 2012).

El nivel de afectación de las plantas por parte de estas problemáticas fitosanitarias del cultivo, estarán determinadas por el tipo de manejo que el productor lleve al sistema de producción), sin embargo también influyen las características climáticas de la zona, el porcentaje de humedad, la cantidad de precipitaciones (Dávalos, 2017)

Ramos, et al. (2016), señalaron que, en las zonas subtropicales de América, Asia y África, los plátanos constituyen un cultivo muy significativo, por el área sembrada que presentan, además que predominan temperatura y humedad relativa altas, en este mismo orden, (Orosco G. S., 2013) señalaron que en los pato sistemas de los cultivos agrícolas como lo es el caso del cultivo de plátano existen condiciones que lo predisponen a la aparición de Sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, entre ellas el hospedero, el patógeno y el clima.

En este sentido, en Ecuador en la provincia de Los ríos en el cultivo de banano se ha venido realizando una frecuencia de aplicación semanal de diciembre mayo posteriormente disminuye a una aplicación cada dos meses, por otro lado señalaron que en las provincias de El Oro, Guayas realizaron entre 41ny 54 aplicaciones con un costo de 1152 a 1524 dólares, (Álava, Vivas, & Meza, 2019)

La Sigatoka amarilla y negra son patógenos que presentan tubos germinativos que regularmente germinan a lo largo de las células guarda de los estomas, entrando al tejido vegetal exclusivamente por la vía estomática y colonizando los espacios intercelulares (apoplasto) entre las células del mesófilo antes de generar las primeras alteraciones citológicas del tejido. Existe un período, antes de la penetración, en el que el hongo permanece en forma latente sobre la cutícula, lo que sugiere una fase de comensalismo con el hospedante antes de que comience la infección que se explicaría mediante el paso de nutrientes en pequeñas cantidades a la superficie (Rodríguez G. ..., 2018)

Preaviso biológico El sistema de preaviso biológico fue desarrollado por investigadores del CIRAD (Centro de Cooperación Internacional en Investigaciones Agronómicas para el Desarrollo, por sus siglas en Francés) para combatir la sigatoka amarilla en las Antillas Francesas, . Posteriormente fue adaptado para el combate de sigatoka negra en África (Fouré, 1982) y propuesto por CORBANA (Corporación Bananera Nacional) de Costa Rica por Marín y Romero (1992). Se basa en el componente biológico dado por el estado de evolución ó la velocidad de desarrollo de la enfermedad, el sistema ha sido evaluado con éxito en plantaciones de Costa Rica, Panamá, Colombia, Nicaragua y Brasil, en donde se ha confirmado su eficiencia (Dávalos, 2017)

1.3.2 Control Biológico de la sigatoka negra.

Consiste en la utilización de organismos naturales como un medio para regular las poblaciones de plagas y enfermedades, para el caso específico de sigatoka negra, este método de control ha tenido pocas posibilidades de aplicación, debido a la complejidad del problema, ya que el hongo *Mycosphaerella fijiensis* es altamente virulento y su período de incubación es corto, a nivel experimental se ha demostrado que es factible integrar el control biológico con organismos antagónicos productores de quitinasas dentro de un programa de manejo integrado de sigatoka negra, el uso de algunas cepas de *Bacillus cereus* y *Serratia entomophila* en combinación con fungicidas sistémicos y de contacto, redujeron en un 60% la enfermedad (Orozco M. S., 2013)

El manejo integrado de enfermedades se define como una herramienta sustentable para el combate de patógenos, mediante la combinación de métodos químicos, culturales, físicos y biológicos que minimicen los riesgos económicos, de salud y ambientales, el manejo integrado de sigatoka negra contempla el uso de diferentes métodos de control apoyado por el

conocimiento del cultivar/variedad de banano o plátano (susceptibilidad a la enfermedad, fenología, interacción con el patógeno, órganos afectados y edad de las plantas); del patógeno/enfermedad (especie del hongo, tipo de reproducción, estructura genética, diseminación, fuente de inóculo, sobrevivencia, período de incubación y ciclo de la enfermedad) y clima (cantidad y distribución de la precipitación, temperatura, rocío, radiación solar, nubosidad y humedad relativa. (Orozco M. S., 2013)

La alta densidad de siembra de algunos cultivares de banano y plátano es una práctica factible de utilizarse para incrementar la producción por unidad de superficie. La mayoría de los estudios de densidad de plantación, han tenido como objetivo principal el evaluar su influencia en el crecimiento y la productividad de estas musáceas (Álvarez & Beltrán, 2003; Belalcázar et al., 2003; Langdon et al., 2008). Ocasionalmente, se han considerado parámetros relacionados con la incidencia y severidad de Sigatoka negra, el uso de 3,000 plantas/ha de plátano Dominico-Harton *Musa* AAB, en Colombia, incrementó en un 300% el rendimiento de fruta en comparación al sistema tradicional de 1,000 pl/ha, asimismo, un beneficio adicional de este sistema de altas densidades de población es la menor incidencia de Sigatoka negra (Orosco M., 2013)

Se puede asegurar que el ozono disuelto en agua con las frecuencias estudiadas entre 2 y 8 días, pueden realizar un buen control de la enfermedad; no provoca resistencia de parte del hongo a la dosis de ozono utilizada y, especialmente, no se han presentado efectos negativos en la biodiversidad, ni efectos fitotóxicos en las plantas de banano, el costo de esta metodología ha logrado reducir el costo de aplicación de fungicidas químicos en un 40 % menos lo que significa que pueden ser utilizados con una buena rentabilidad por los productores de banano en el combate de la Sigatoka negra a nivel de finca (Llerena, 2016)

Capítulo II:

2. ESTADO DEL ARTE.

2.1- El patógeno destruye rápidamente el tejido foliar; Como resultado, la fotosíntesis disminuye y el crecimiento y la producción de las plantas se ven afectados. Sin medidas de control, la enfermedad puede reducir el peso de los racimos hasta en un 50% y provocar una pérdida de rendimiento del 100% debido a la reducción de la calidad de la fruta (longitud y grosor). (Quesada, 2014)

Los síntomas de la Sigatoka Negra son reconocidos en seis estados:

1. Pequeñas lesiones o manchas amarillo-blancas a marrón, 1 mm de largo, llamado ápice, a penas visible bajo las hojas.
2. Rayas de cloróticas de 3 a 4 mm de largo cada un 1 mm, marrón.
3. Las líneas se alargan y ensanchan para causar una impresión recubierta con brocha, sin bordes afilados y marrón, hasta 2 cm de largo.
4. Las manchas ovaladas son marrones en la parte inferior y negras en la parte superior
5. Las manchas están rodeadas por un anillo negro, a veces con un halo amarillo, y un centro seco y semi-compacto.
6. Manchado seco, hundido en el medio, marrón claro, rodeado de tejido de clorofila. (Álvarez, 2013)

El crecimiento de la Sigatoka negra se ve afectado directamente por las condiciones climáticas, la sensibilidad a la diversidad y el manejo de los cultivos, en este sentido, el control total de enfermedades incluye el manejo de cultivos, el control biológico y control químico con fungicidas de baja toxicidad y también pueden ser muy tóxicos y además residuales. (Llerena, 2016)

La implementación y adopción de ciertas prácticas culturales en el cultivo del plátano puede ayudar a reducir la reproducción, propagación e infestación de hongos, estas prácticas buscan crear condiciones ambientales menos favorables para los patógenos, además de estimular la actividad de las plantas, algunas de las estrategias son: deshierbar, deshumidificar, fertilizar y esterilizar, retirar hojas infectadas. (FAO, 2013)

2.2- El ozono en la agricultura y el bienestar, las principales aplicaciones de ozono en la agricultura son la inyección de agua ozonizada en el riego y los tratamientos foliares por pulverizaciones sustituyendo al sulfatado o al fumigado , el riego con agua

ozonizada desinfecta las raíces y el sustrato, lo que impide enfermedades causadas por hongos o bacterias, mientras que su descomposición en oxígeno asegura unas raíces nuevas y sanas hasta el final del cultivo, por su parte los tratamientos foliares con ozono evitan ataque bacterianos o fúngicos. (Dávalos, 2017)

2.3- En la investigación en la que se aplicó varios tratamientos, uno de ellos es 0,11 ppm de ozono en agua, durante 3 minutos en un litro de agua, ozonizar el agua durante 3 minutos, con 5 libras de oxígeno.

- Encerar la ampolla.
- 5 gotas del activador A-7400.
- 25 ml de agua Ozonizada.
- Con la ampolla se la mezcla y se rompe la ampolla (como consecuencia cambia a color morado).
- Se debe agitar la ampolla durante un minuto.
- Colocar la ampolla en el medidor. (Hidalgo R. L., 2014)

2.4. RESULTADO: 1,89 PPM DE OZONO EN AGUA (PROMEDIO) Cuarta prueba, Ozonificación del agua durante 5 minutos. ▪ En un litro de agua. ▪ Ozonizar el agua durante 5 minutos, con 5 libras de oxígeno. ▪ Encerar la ampolla. ▪ 5 gotas del activador A-7400. ▪ Más 25 ml de agua ozonizada. ▪ Con la ampolla se la mezcla y se rompe la ampolla (como consecuencia cambia a color morado). ▪ Se debe agitar la ampolla durante un minuto. ▪ Colocar la ampolla en el medidor (Hidalgo y. L., 2015)

2.5. RESULTADO: 2,08 PPM DE OZONO EN AGUA (PROMEDIO) Se demostró que el tiempo óptimo de ozonificación del agua para riego debe ser de 5 minutos. Determinación de la concentración óptima de ozono en ppm.

1. Para determinar la dosis óptima de ozono se hicieron varias pruebas de campo inyectando oxígeno al generador de ozono de 20 gramos por hora, lo cual da una relación de 5 litros por minuto.
2. El caudal fue de cuatro galones por minuto equivalente a una dosis de cuatro partes por millón (ppm).
3. La inyección del ozono al agua se la realizó a través de un venturero ADF $\frac{3}{4}$ resistente al ozono.

4. La concentración de ozono fue medida con un equipo chemetrics modelo 2019 especializado para la medición de ozono en partes de millón (ppm). 5. Se realizaron varias pruebas con diferentes caudales que permitieron determinar la dosis óptima, correspondiente (Hidalgo y. L., 2015)

2.6. El efecto del ozono disuelto en agua, por su modo de acción al oxidar las membranas del hongo *Mycosphaerella*, garantizan una mejor cobertura y un efecto residual de más largo alcance en relación con el control químico del hongo, considerando, además la reducción de un 40% en su costo de aplicación, lo que lo hace muy viable para el cultivo del banano en pequeñas, medianas y grandes plantaciones. En la zona de Baba el comportamiento del uso del ozono en agua con la dosis utilizada, tuvo el mismo comportamiento en las variables evaluadas. En la variable HMJE, el testigo absoluto muestra la infección a partir de la hoja 3 a 5 predominando entre la 3 y la 4, (Figura 6) mientras que en los tratamientos con frecuencia variada la hoja más joven enferma se localiza a partir de la 4,0 a la hoja 9, 10, predominando entre la hoja 5 a 7. **(Hidalgo R. L., 2014)**

2.7. DATOS DE PRODUCCIÓN PESO DE RACIMO Los promedios obtenidos en el peso de los racimos de los diferentes tratamientos no presentaron diferencias estadísticas, sin embargo en el ensayo de Baba se encontró diferencia numérica entre el testigo y los tratamientos 1, 3 y 4 debido probablemente a la influencia de ozono sobre el suelo, que también resulta un elemento con un poder oxidante de los nutrientes del suelo, que se encuentran unidos a las micelas coloidales del suelo, provocando su disponibilidad para las plantas, lo que concuerda con lo manifestado por (Ramírez y Sáenz (2012).) donde indican que el Ozono posee un poder oxigenante mayor que el del oxígeno normal y por ello mejora el proceso respiratorio a nivel celular **(Ramírez, 2012)**

Se determinó que el tratamiento 5 con 3 ppm de agua ozonificada demostró tener el menor crecimiento en diámetro 3.03 cm en relación al tratamiento testigo absoluto 3.68 cm de diámetro, sin embargo los tratamientos ozonificados 3, 4 y 6 (1 ppm, 2 ppm y 4 ppm) demostraron ser estadísticamente similares en sus diámetros respecto al testigo 1 sometido a aspersión con agua. (Quesada, 2014)

El ozono se encapsula en los doble enlaces del aceite formando peróxidos y esto se mide de acuerdo a las horas de ozonificación del aceite. Se trabaja con el nivel de ozonificación de 200 meq (mili equivalente) O₂/kg de aceite (Jiménez,2017, p. 67).

CAPÍTULO III

3-METODOLOGÍA

3.1. Ubicación del ensayo

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la granja experimental Río Suma de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí en las coordenadas.”.

Figura 1

Ubicación del trabajo experimental

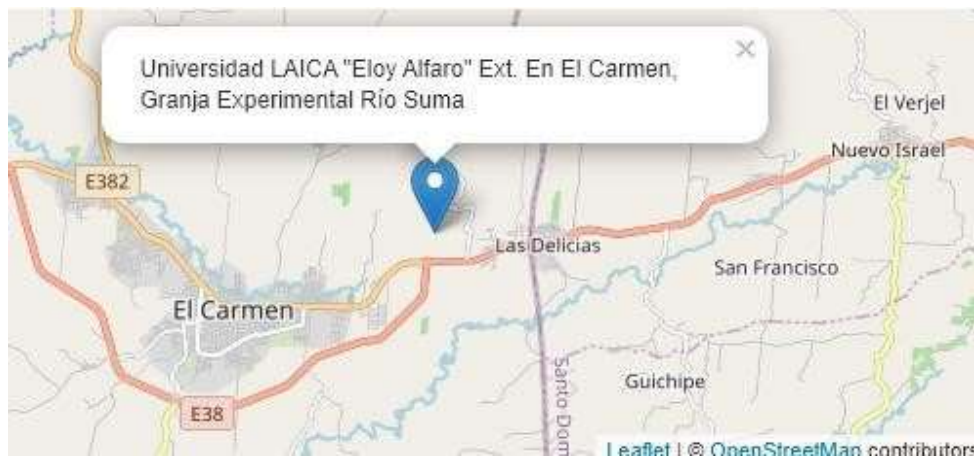


Ilustración 1 Ubicación del trabajo experimental.

Nota. El trabajo experimental fue realizado en la Granja Experimental Río Suma de la Carrera de Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión El Carmen.

3.2. Características agroecológicas de la zona

El Carmen está ubicado en la región norte del Ecuador y cuenta con las siguientes características meteorológicas:

Tabla 1.

Características meteorológicas presentadas en el ensayo de campo.

Características	
ULEAM	
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86%
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1 026,2
Precipitación media anual (mm)	2 806
Altitud (msnm)	260

Tabla 1 Características meteorológicas presentadas en el ensayo de campo.

Nota. En la tabla 1 se anuncian las características meteorológicas del lugar que se realizó la investigación. Obtenido del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2016).

3.3 Materiales de campo.

- Aceite ozonizado.
- Balanza,
- Bomba de mochila a motor
- Tanque
- Flexómetro
- Materiales de oficina.
- Computadora.
- Cámara
- Hojas

3.3 Variables

3.3.1 Variables independientes

- Frecuencias de aplicación de Aceite Ozonizado

3.3.2 Variables dependientes

- Número de hojas a la floración, en esta variable se considera una hoja funcional cuando tiene más del 50% del área verde sin necrosis
- Número de hojas a la cosecha, se contabilizó las hojas con mas del 50% del área verde funcional

- Peso de racimo una vez cosechado los frutos de 10 semanas desde la emisión foliar a la cosecha, se realizó el peso en Kg.
- Número de dedos, se contó el total que contenía el racimo y se descartó los dedos dobles, cortos y dañados por plagas o mecánicos.
- Número de Manos por racimo, calculando el total de manos
- Cajas/ha. Se toma en cuenta los dedos sanos que tiene características para las cajas tipo A y B

3.4 Tratamientos

El experimento contó con 4 tratamientos y cinco repeticiones, los cuales se detallan en la Tabla 3:

Tabla 2.

Disposición de tratamientos en la evaluación de manejo de sigatoka con frecuencia de aplicación de aceite ozonizado

Tratamientos	Aplicación de aceite ozonizado
T1	3 aplicaciones l/ha ⁻¹
T2	4 aplicaciones l/ha ⁻¹
T3	5 aplicaciones 1 l/ha ⁻¹
T4	Testigo sin aceite

Tabla 2 Disposición de tratamientos en la evaluación de manejo de sigatoka con frecuencia de aplicación de aceite ozonizado

Nota. En la tabla 2 se describe los tratamientos y el número de aplicaciones por hectárea.

3.5 Características de las unidades experimentales

Las parcelas tuvieron forma rectangular 5 x 20 con un área de 100 m².

3.6 Modelo Experimental

El experimento se desarrolló realizando las prácticas culturales previo a la aplicación del aceite ozonizado, usando un litro por ha, al realizar la calibración de boquilla de utilizaron 60 litros de agua con el aceite ozonizado utilizando una mezcla con el aceite, , se agitó por 15 minutos para homogenizar la solución, y posteriormente aplicar con bomba con turbo para que pueda cubrir el follaje,

3.7 Análisis estadístico

Se utilizó un Diseño de Bloques completamente al Azar con 4 tratamientos y 5 repeticiones dando un total de 20 Unidades experimentales

Tabla 3.

Esquema de ADEVA en la evaluación de manejo de la sigatoka negra con aceite ozonizado

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	19
Tratamientos	3
Repeticiones	4
Error	12

Tabla 3 Esquema de ADEVA en la evaluación de manejo de la sigatoka negra con aceite ozonizado.

Nota. En la tabla 3 se esquematiza la fuente de variación y los grados de libertad.

3.8 Materiales y equipos

De campo

- Machete
- Guantes
- Atomizadores
- Fungicidas

3.9. Datos tomados

1. Numero de hojas a la floración, en esta variable se considera una hoja funcional cuando tiene más del 50% del área verde sin necrosis
2. Numero de hojas a la cosecha, se contabilizó las hojas con más del 50% del área verde funcional
3. Peso de racimo una vez cosechado los frutos de 10 semanas desde la emisión foliar a la cosecha, se realizó el peso en Kg.
4. Numero de dedos, se contó el total que contenía el racimo y se descartó los dedos dobles, cortos y dañados por plagas o mecánicos.

3.10 Manejo del experimento

Siembra del lote experimental.

El cultivo estaba establecido y se acondiciono el área realizando las prácticas culturales, deshije, deshoje, fertilización etc.

1. **Deschante.** Es una práctica cultural que se realiza cada tres meses y consiste en eliminar tejidos en estado de descomposición y que son hospederos de plagas y hongos.
2. **Deshije** consiste en eliminar los retornos mal ubicados o innecesarios dentro del cultivo, además para estimular el crecimiento de un retorno con más vigor.
3. **Fertilización.** Es una práctica cultural que se ajusta a los requerimientos del cultivo y la eficiencia de nutrientes que tiene el suelo
4. **Manejo de malezas.** Para el manejo de arvenses se utilizó un manejo combinado entre herbicida químico y la moto guadaña.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Número de hojas a la floración.

De acuerdo al análisis de varianza en el número de hojas a la floración existe diferencias altamente significativas en los tratamientos, Anexo 1. , por lo que se acepta la hipótesis alternativa que indica que la frecuencia e aplicación de aceite ozonizado si influye en el número de hojas funcionales a la floración en el cultivo de plátano, de lo reportado por la prueba de significación de Tukey cuando se realizan cinco aplicaciones de caite ozonizado en dosis de un litro por ha, el cultivo alcanzó 9,5 hojas funcionales y el testigo sin aplicación de aceite ozonizado que llego a 6,5 hojas funcionales en la época lluviosa Figura N° 2.

Figura 2

Número de hojas funcionales a la floración en el manejo de sigatoka negra en cultivo de plátano Musa AAB, con fungicidas de baja toxicidad.

Número de Hojas funcionales a la floración del plátano Musa AAB

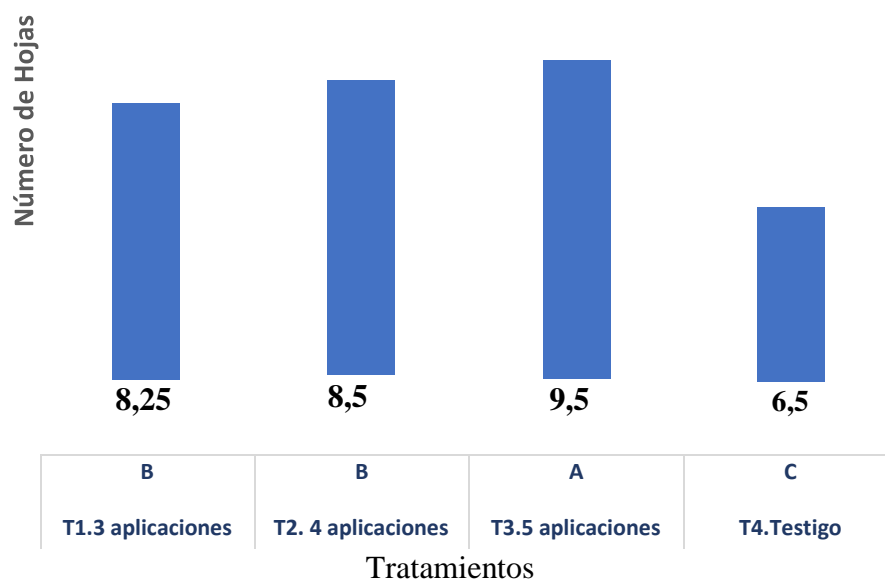


Ilustración 2 Número de hojas funcionales a la floración

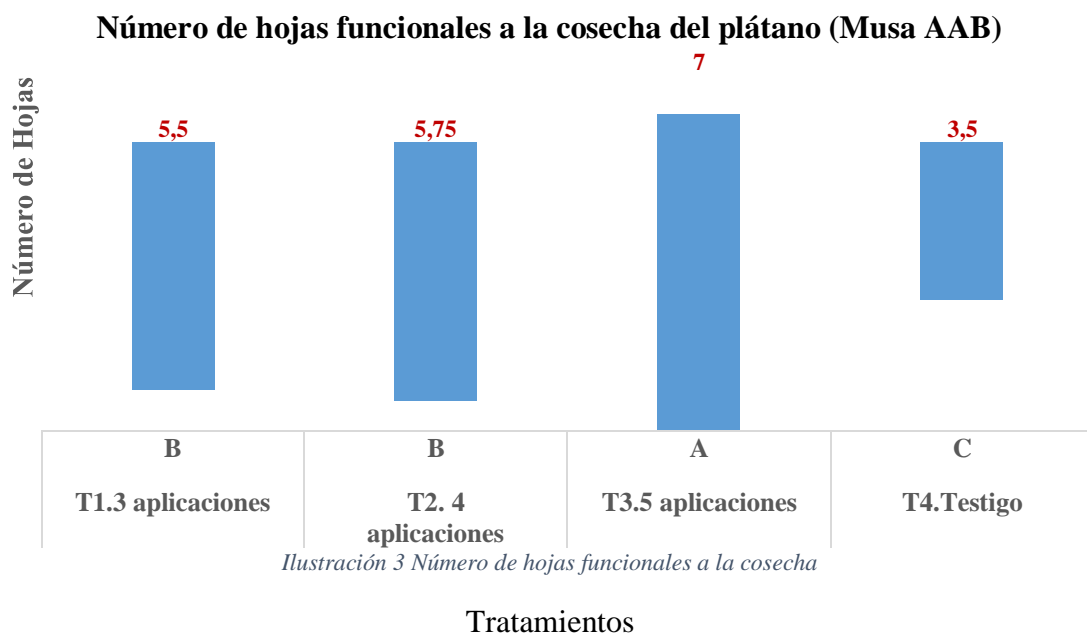
Nota. En la figura 2 se observa el número de hojas funcionales a la floración en los tratamientos con 3, 4 y 5 aplicaciones de aceite ozonizado.

4.2 Numero de hojas a la cosecha.

De los resultados obtenidos en el análisis de varianza presenta diferencias altamente significativas para los tratamientos ANEXO 2. Por lo que aceptamos la hipótesis alternativa que nos indica que la frecuencia de aplicación de aceite ozonizado si influye en el número de hojas a la cosecha, y la prueba de significación de Tukey ubica al T3 con cinco aplicaciones de aceite ozonizado en la época lluviosa el mismo que presentó 7 hojas funcionales a la cosecha, posteriormente se ubican con el mismo rango de significación el T1 y T2 con tres y cuatro aplicaciones de aceite ozonizado en época lluviosa con 5,5 y 5,75 hojas funcionales a la cosecha, mientras que el testigo alcanzo 3.5 hojas funcionales a la cosecha (Figura N° 3.)

Figura 3.

Número de hojas funcionales a la cosecha en el manejo de sigatoka negra en cultivo de plátano (Musa AAB)” con aceite ozonizado.



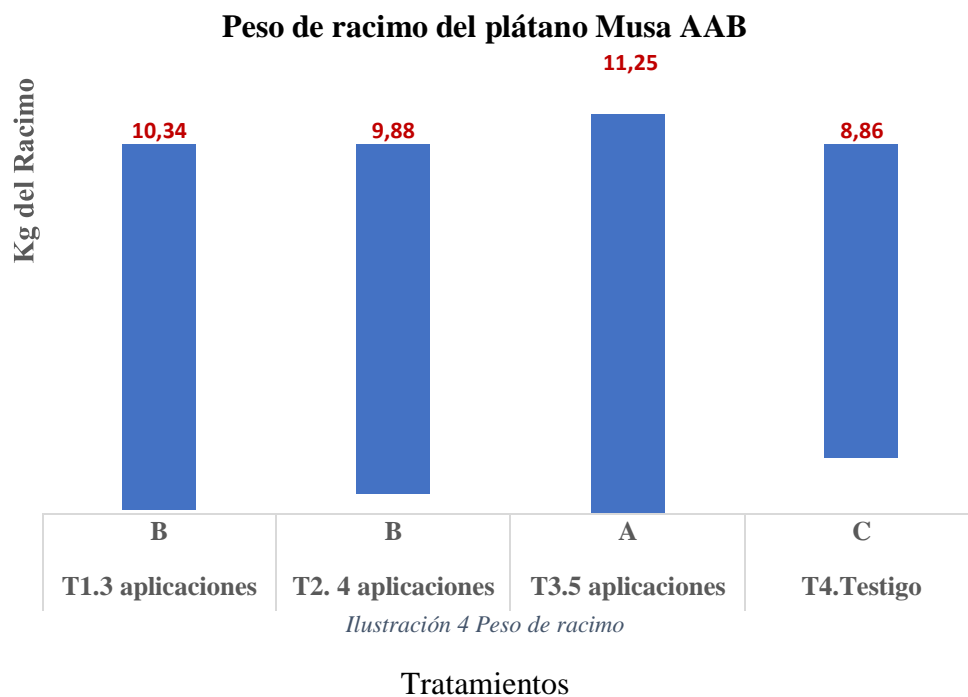
Nota. En la figura 3 se observa el número de hojas funcionales a la cosecha en los tratamientos con 3, 4 y 5 aplicaciones de aceite ozonizado.

4.3 Peso de racimo

En el variable peso de racimo en Kg, el análisis de varianza presenta diferencias altamente significativas en los tratamientos, Anexo 3. , por lo que aceptamos la hipótesis alternativa la misma que indica que a medida que aumentamos las aplicaciones de aceite ozonizado aumenta el peso del racimo, esto está relacionado al área foliar de la planta, de acuerdo a la prueba de significación de Tukey el tratamiento T3 con cinco aplicaciones de aceite ozonizado alcanzó el mayor peso de racimo con 11,25 kg., mientras que el testigo sin aplicación de aceite ozonizado alcanzó 8,86 kg, esto nos indica que a medida que la planta tiene más biomasa y numero de hojas aumenta el peso del racimo (figura N° 4.) los datos de producción peso de racimo según Llerena 2016, no presentaron diferencias estadísticas, sin embargo en el ensayo de Baba se encontró diferencia numérica entre el testigo y los tratamientos con dosis de aceite ozonizado, lo manifestado anteriormente lo afirma (Ramírez y Sáinz (2012).) donde indican que el Ozono posee un poder oxigenante mayor que el del oxígeno normal y por ello mejora el proceso respiratorio a nivel celular (Ramirez, 2012)

Figura 4.

Peso de racimo en el manejo de sigatoka negra en cultivo de plátano (*Musa AAB*)” con aceite ozonizado



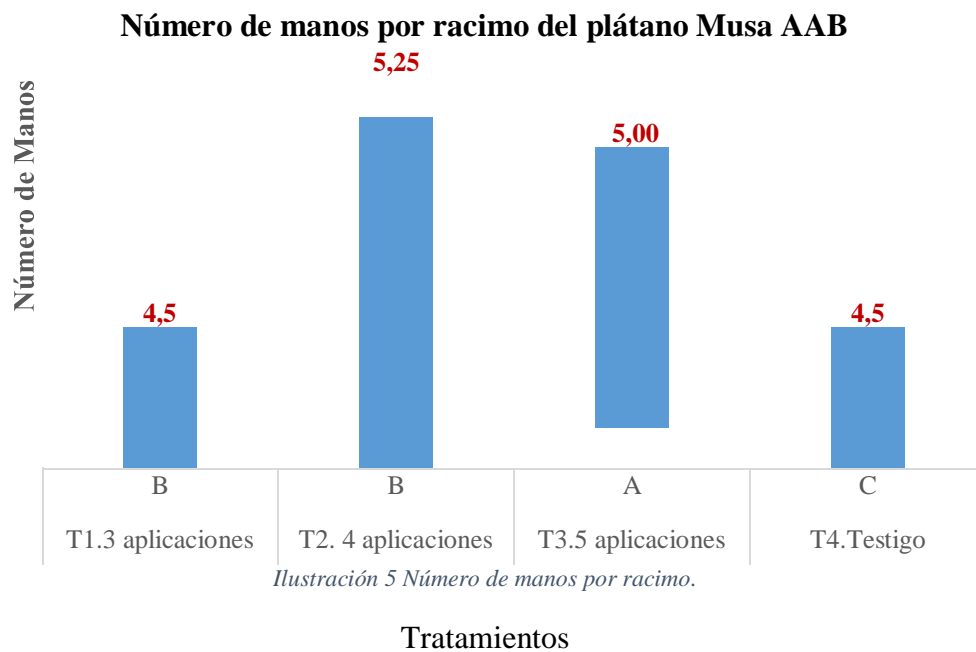
Nota. En la figura 4 se observa el peso del racimo del plátano en los tratamientos con 3, 4, 5 aplicaciones con aceite ozonizado y el testigo.

4.4 Numero de Manos.

En la Variable número de manos, el análisis de varianza presenta diferencias no significativas, esto nos indica que la frecuencia de aplicación de aceite ozonizado no influye en el número de manos. (Figura N° 5)

Figura 5.

Número de manos por racimo en el manejo de sigatoka negra en cultivo de plátano (Musa AAB)” con aceite ozonizado.



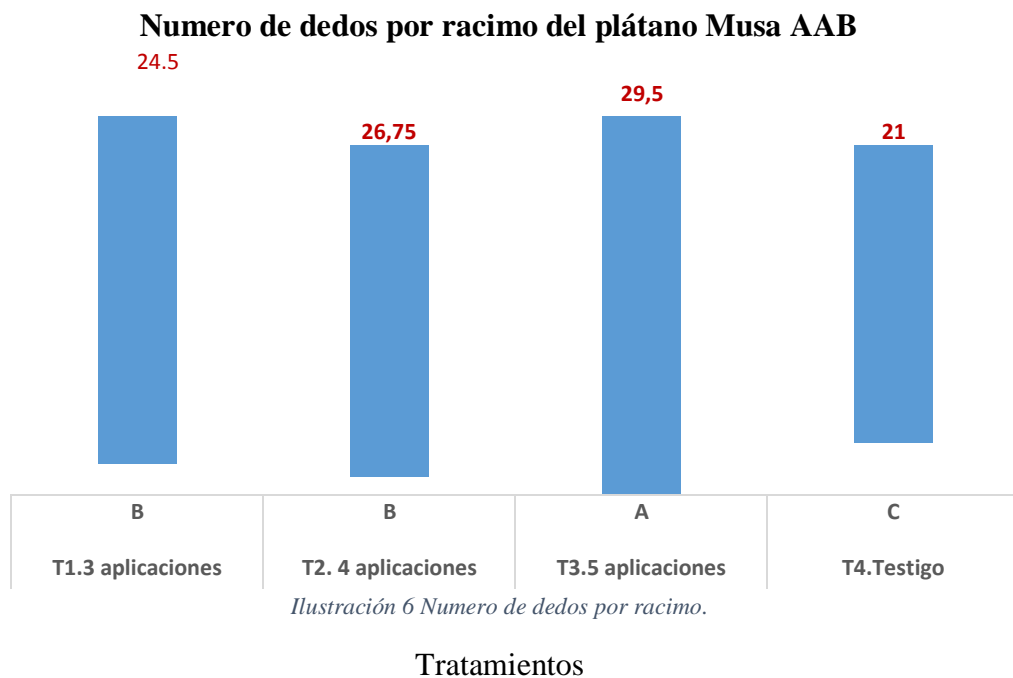
Nota. En la figura 5 se observa el número de manos por racimo del plátano en los tratamientos con 3, 4, 5 y el testigo.

4.5 Número de dedos.

De los resultados obtenidos al analizar estadísticamente el número de dedos se presentan diferencias altamente significativas en los tratamientos Anexo 5., por lo que se acepta la hipótesis alternativa que dice que a mayor frecuencia de aplicación de aceite ozonizado se presenta mayor número de dedos por racimo, esto está relacionado con el número de hojas a la floración, la prueba de significación de Tukey ubica al T3 con cinco aplicaciones de aceite ozonizado que llegó a 29,5 dedos por racimo mientras que el T4 testigo alcanzó 21 dedos por racimo Figura 6,

Figura 6.

Número de dedos por racimo en el manejo de sigatoka negra en cultivo de plátano Musa AAB con aceite ozonizado



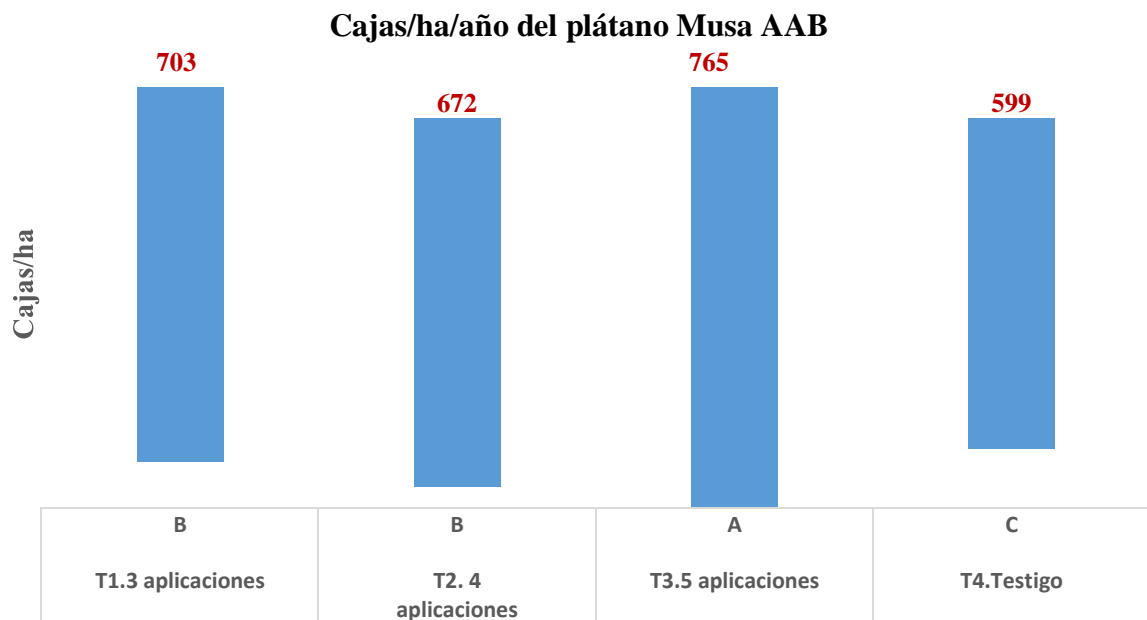
Nota. En la figura 6 se observa el número de dedos por racimo del plátano en los tratamientos con 3, 4, 5 y el testigo.

4.6 Cajas por hectárea.

En la variable número de cajas tipo A el análisis de varianza presenta diferencias altamente significativa esto nos permite aceptar la hipótesis alternativa la misma que nos indica que a medida que aumenta la frecuencia de aplicación de aceite ozonizado también aumenta la productividad del cultivo por el aumento de hojas, y de acuerdo a la prueba de significación de Tukey el T3 representado por la frecuencia de aplicaciones de aceite ozonizado con cinco ciclos, aumenta el número de cajas a 765, mientras que el testigo sin aceite ozonizado llegó a 599 cajas/ha /año. por ha. Figura N° 7

Figura 7.

Cajas/ha/año, en el manejo de sigatoka negra en cultivo de plátano Musa AAB con aceite ozonizado



*Ilustración 7 Cajas por hectárea***Tratamientos**

nota. En la figura 6 se observa que el número de cajas por hectárea y año en cultivo de plátano Musa AAB con aceite ozonizado en los tratamientos con 3, 4, 5 y el testigo.

En cuanto a la relación costo/beneficio, la frecuencia de 5 aplicaciones de aceite ozonificado mostro la mejor relación costo Beneficio.

La relación costo beneficio es positiva (166 cajas de diferencia es interesante

Con la inversión de 150 dólares, genera un ingreso frente al testigo de \$ 800, dando un beneficio de 650 dólares.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES.

1. El aceite ozonizado si influye en la productividad.
2. La relación costo beneficio es positiva (163 cajas de diferencia es interesante)
3. Se requiere seguir investigando esta alternativa de manejo de la sigatoka negra

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

- a. Realizar trabajos de investigación con aceite ozonizado en otras épocas del año
- b. Utilizar otros fungicidas en inter-ciclos
- c. Utilizar mayores frecuencias de aplicación de aceite ozonizado

BIBLIOGRAFÍA

- A, S. (2021). anejo de Sigatoka negra para la producción sostenible de plátano ‘Hartón’ en el Sur del Lago de Maracaibo, Venezuela. *Agroecosistemas*, 15.
- Agrocalidad. (2015). *Plan de acción para el control de Ralstonia solanacearum Raza 2*. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/documentos/dcz/resolucion-011-planralstonia.pdf>
- Aguilar, C., Carrillo, F., Díaz, S., Parreño, J., & Vallejo, L. (2014). *Prueba de almidón*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/laboratoriosbioquimica/bioquimica-i/prueba-delalmidon>
- Aguirre, H. (diciembre de 2012). *Colorante safranina*. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/invdiss/ir-2012/ir122f.pdf>
- Alava, Vivas, J., & Meza. (2019). *Situación actual de la enfermedad del Moko (Ralstonia solanacearum, Raza II) en el cultivo de plátano en el cantón El Carmen*. Obtenido de edisd.org/index.php/es/resumen-recibidos/11-linea-02-agricultura-y-ganaderia/536situacion-actual-de-la-enfermedad-del-moko-ralstonia-solanacearum-raza-ii-en-elcultivo-de-platano-en-el-canton-el-carmen
- Álvarez, E. (julio de 2013). *sintomas de la sigatoka negra*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/as089s/as089s.pdf>
- Bioseguridad S.A. (julio de 2016). *Hipoclorito de sodio como agente desinfectante*. Obtenido de <https://seguridadbiologica.blogspot.com/2016/07/hipoclorito-de-sodio-comoagente.html>
- Castañeda, B. (2004). *Microbiología aplicada : manual de laboratorio - Zaloamati*. Obtenido de http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/1746/Microbiologia_aplicada_manual_de_laboratorio.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Dávalos, J. (2017). Evaluación de la incidencia del ozono sobre. *UCSG*, 16.
- Díaz, G., & López, G. (febrero de 2007). *Coloración de bacterias*. Obtenido de <http://www.fcn.unp.edu.ar/sitio/microgeneral/wp-content/uploads/2017/02/03-COLORACIONES.pdf>
- FAO . (Julio de 2013). *FAO Manejo y control de la sigatoca* . Obtenido de <http://www.fao.org/3/as089s/as089s.pdf>
- FAO. (julio de 2013). *fao.org*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/as089s/as089s.pdf>

- FAO. (2019). *Estado del arte y opciones de manejo del Moko y Sigatoka negra* . Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-as124s.pdf>
- Flores, A. (2018). *Cristal violeta*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/403512327/CRISTAL-VIOLETA-docx>
- Gil, M. (2014). *Azul de metileno: características, preparación, usos*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/azul-de-metileno/>
- Hernández, I., Martínez, M., Contreras, R., & Pérez, R. (2017). *Extracción de almidón por el método seco en plátano macho, cuadrado y castilla*. Obtenido de https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Simulacion_y_Laboratorio/vol4num13/Revista_de_Simulacion_y_Laboratorio_V4_N13_1.pdf
- Hidalgo, R. L. (1 de noviembre de 2014). *Ozono, alternativa contra sigatoka*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2014/11/01/nota/4171716/ozono-alternativacontra-sigatoka/>
- Hidalgo, y. L. (2015). RELACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE. *ALTERNATIVAS*, 10.
- INAMHI. (2016). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wpcontent/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>
- INEC. (2021). Obtenido de <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNjk1M2M4Y2UtNmYwOS00MDk1LWlXyZgtNmVzMzZ5ODMzODNlIiwidCI6ImYxNTlhMmU4LWNhZWmtNDQwNi1iMGFiLWY1ZTI1OWJkYTExMiJ9&pageName=ReportSection5b660c865b9de068070e>
- Infoagro. (2018). *El cultivo del plátano*. Obtenido de https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_platano__banano_.asp
- INIAP. (2019). *Banano, plátano y otras musáceas*. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/banano-platano-y-otras-musaceas/>
- Jácome, L., Hernández, M., Colín, C., Ortega, S., Cerón, G., & Franco, R. (Marzo de 2014). *Las tinciones básicas en el laboratorio* .
- Llerena, B. (2016). ELACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE. *Alternativas*, 66.
- Martín, M., Martín, M., & Pinto, G. (enero de 2013). *Reactivo de Lugol: Historia de su descubrimiento y aplicaciones didácticas*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2013000100006
- Martínez, G. (2012). Orden Zingiberales: las musáceas y su relación con plantas afines. *Agronomía Trop. vol.62*, 14.

- Megías M, M. P. (2019). *Atlas de histología vegetal y animal. Técnicas histológicas. Colorante safranina*. Obtenido de <https://mmegias.webs.uvigo.es/6-tecnicas/protocolos/scolorante-safranina.php>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de plátano*. Obtenido de ao.org/fileadmin/templates/banana/documents/Docs_Resources_2015/TR4/cartillaplano-ICA-final-BAJA.pdf
- Organización para las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2011). *PROYECTO DE LISTA DE PRIORIDADES DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS - VIOLETA DE GENCIANA*. Obtenido de http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCRVDF/ccrvdf20/rv20_11s.pdf
- Orosco, G. S. (2013). Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos. <https://www.scielo.br/j/tpp/a/sfk79TX5GLKJHfYH6ymrVTB/?lang=es&format=html>, 17.
- Orosco, M. (2013). Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos. <https://www.scielo.br/j/tpp/a/sfk79TX5GLKJHfYH6ymrVTB/?lang=es&format=html>, 17.
- Orozco, M. S. (2013). LA SIGATOKA NEGRA Y SU MANEJO. En M. Orozco, *La Sigatoka Negra* (pág. 174). Mexico: Prometeo.
- Orozco, S. (01 de abril de 2013). Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/LaSigatokaNegraysumanejointegradoenbanano-5.pdf>
- Quesada, M. (2014). *Sigatoka Negra (Mycosphaerella Fijiensis)*. Obtenido de <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/sigatoka-negra> Ramirez.
- (2012). El ozono en la agricultura. *Alternativas*, 14.
- Rodriguez, A. C. (2008). Efecto de *Mycosphaerella fijiensis* sobre la fisiología. *Agronomía Colombiana*, <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n2/v26n2a10.pdf>.
- Rodriguez, G. .. (2018). <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n2/v26n2a10.pdf>.
- Sanchez, A. (2021). anejo de Sigatoka negra para la producción sostenible de plátano ‘Hartón’ en el Sur del Lago de Maracaibo, Venezuela. *Agroecosistemas*, 15.
- Sanchez, L., & Sáenz, E. (julio de 2005). *ANTISÉPTICOSYDESINFECTANTES*. Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/dermatologia/v15_n2/pdf/a02.pdf

- Soto, V. (5 de 12 de 2010). *CUANTIFICACION DE ALMIDON TOTAL Y DE ALMIDON RESISTENTE EN HARINA DE PLATANO VERDE (MUSA CAVENDISHII) Y BANANA VERDE (MUSA PARADISIÁCA)*. Obtenido de <http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v27n2/v27n2a04.pdf>
- Torres, A., & Vera, A. (2015). *ANÁLISIS DE LA UTILIZACIÓN DEL TALLO DEL BANANO COMO FUENTE DE FIBRA, PARA POTENCIALIZAR LA PRODUCCIÓN DE ARTESANÍAS*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17209/1/TESIS%20FINAL.pdf>
- Vargas, A. (2015). VALUACIÓN DE CULTIVARES Y MATERIALES DE SIEMBRA. *Cultivos Tropicales*, 23.
- Vasquez, C., Matín, A., Siloníz, M. I., & Susana, S. (2010). *Técnicas básicas de Microbiología*. Obtenido de <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/819/834>
- Velez, O. s. (2021). Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/caa6d1dc-7f3e-48c8-b85e2e534deba196/content>
- Vézina, A. (22 de julio de 2016). *Morfología de la planta del banano*. Obtenido de <http://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+banano>
- Vivas, J. (2020). EXPORTACIÓN Y EFICIENCIA DEL USO DE FÓSFORO EN PLÁTANO ‘BARRAGANETE’ (*Musa paradisiaca* L.). *Rev. Fitotecnia*, 15.

ANEXOS

Anexo 1, Análisis de la Varianza para el número hojas a la floración en la evaluación de la aplicación de fungicidas de baja toxicidad en el cultivo de plátano de exportación (*Musa AAB*)

HOJAS 16 0,91 0,85 5,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,38	6	3,40	14,82	0,0003
REP	1,69	3	0,56	2,45	0,1298
TRAT	18,69	3	6,23	27,18	0,0001
Error	2,06	9	0,23		
Total	22,44	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,05673

Error: 0,2292 gl: 9

TRAT Medias n E.E.

3	9,50	4	0,24	A
2	8,50	4	0,24	A B
1	8,25	4	0,24	B
4	6,50	4	0,24	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 1 Análisis de varianza de variable.

Anexo 2. Análisis de la Varianza para el número hojas a la cosecha en la evaluación de la aplicación de fungicidas de baja toxicidad en el cultivo de plátano de exportación (*Musa AAB*), para el manejo de sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis*

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,88	6	4,31	9,55	0,0018
REP	0,69	3	0,23	0,51	0,6867
TRAT	25,19	3	8,40	18,60	0,0003
Error	4,06	9	0,45		
Total	29,94	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,48308

Error: 0,4514 gl: 9

TRAT Medias n E.E.

3	7,00	4	0,34	A
2	5,75	4	0,34	A B
1	5,50	4	0,34	B
4	3,50	4	0,34	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)*Anexo 2 Análisis de varianza de varia.*

Anexo 3. Análisis de la Varianza de peso de racimo en la evaluación de la aplicación de fungicidas de baja toxicidad en el cultivo de plátano de exportación (*Musa AAB*) para el manejo de sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis*

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	61,88	6	10,31	18,33	0,0001
REP	6,19	3	2,06	3,67	0,0565
TRAT	55,69	3	18,56	33,00	<0,0001
Error	5,06	9	0,56		
Total	66,94	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,65558

Error: 0,5625 gl: 9

TRAT Medias n E.E.

3	24,75	4	0,38	A
2	21,75	4	0,38	B
1	21,75	4	0,38	B
4	19,50	4	0,38	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Anexo 3 Fotografía de aplicación de aceite ozonizado

Anexo 4. Análisis de la Varianza de Número de dedos en la evaluación de la aplicación de fungicidas de baja toxicidad en el cultivo de plátano de exportación (*Musa AAB*) para el manejo de sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis*

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	182,50	6	30,42	60,83	<0,0001
REP	2,00	3	0,67	1,33	0,3234
TRAT	180,50	3	60,17	120,33	<0,0001
Error	4,50	9	0,50		
Total	187,00	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,56090

Error: 0,5000 gl: 9

TRAT	Medias	n	E.E.	
3	29,50	4	0,35	A
2	28,25	4	0,35	A
1	24,25	4	0,35	B
4	21,00	4	0,35	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Anexo 4 Fotografías de la fase de campo.

Anexo 5. Análisis de la Varianza de Manos en la evaluación de la aplicación de fungicidas de baja toxicidad en el cultivo de plátano de exportación (*Musa* AAB) para el manejo de sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis*

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,88	6	0,31	1,10	0,4319
REP	0,19	3	0,06	0,22	0,8804
TRAT	1,69	3	0,56	1,98	0,1883
Error	2,56	9	0,28		
Total	4,44	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,17788

Error: 0,2847 gl: 9

TRAT	Medias	n	E.E.	
2	5,25	4	0,27	A
3	5,00	4	0,27	A
1	4,50	4	0,27	A
4	4,50	4	0,27	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,88	6	0,31	1,10	0,4319
REP	0,19	3	0,06	0,22	0,8804
TRAT	1,69	3	0,56	1,98	0,1883
Error	2,56	9	0,28		
Total	4,44	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,17788

Error: 0,2847 gl: 9

TRAT	Medias	n	E.E.	
2	5,25	4	0,27	A
3	5,00	4	0,27	A
1	4,50	4	0,27	A
4	4,50	4	0,27	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Anexo 5 Capacitación a agricultores