



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DE DOSIS DE EXTRACTO ETANOLICO DE CANELA
MÁS AGUA OZONIFICADA EN EL CONTROL DE PUDRICIÓN DE
CORONA DE BANANO.

SÁNCHEZ ROMERO PATRICIA LIZBETH
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

EVALUACIÓN DE DOSIS DE EXTRACTO ETANOLICO DE
CANELA MÁS AGUA OZONIFICADA EN EL CONTROL DE
PUDRICIÓN DE CORONA DE BANANO.

SÁNCHEZ ROMERO PATRICIA LIZBETH
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

EVALUACIÓN DE DOSIS DE EXTRACTO ETANOLICO DE CANELA MÁS AGUA
OZONIFICADA EN EL CONTROL DE PUDRICIÓN DE CORONA DE BANANO.

SÁNCHEZ ROMERO PATRICIA LIZBETH
INGENIERA AGRÓNOMA

JARAMILLO AGUILAR EDWIN EDISON

MACHALA, 29 DE ABRIL DE 2021

MACHALA
2021

EVALUACIÓN DE DOSIS DE EXTRACTO ETANÓLICO DE CANELA MÁS AGUA OZONIFICADA EN PUDRICIÓN DE CORONA DE BANANO

INFORME DE ORIGINALIDAD

0%

INDICE DE SIMILITUD

%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 50 words

Excluir bibliografía

Activo

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

La que suscribe, SÁNCHEZ ROMERO PATRICIA LIZBETH, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DE DOSIS DE EXTRACTO ETANOLICO DE CANELA MÁS AGUA OZONIFICADA EN EL CONTROL DE PUDRICIÓN DE CORONA DE BANANO., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

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

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

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

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

Machala, 29 de abril de 2021



SÁNCHEZ ROMERO PATRICIA LIZBETH
0704508506

DEDICATORIA

Como no dedicarle este triunfo a mi madre la Virgen María si desde que tengo uso de razón la amo y sé que ella a mí también, ella es la que ha intercedido siempre por mí ante su hijo Jesús, siempre acudo a ella en mis oraciones pidiendo su intercesión cuando algo me aflige, hoy soy lo que soy gracias a Dios y a ella.

Este trabajo se lo dedico a todos y cada uno de los miembros de mi familia: mi mamá, papá, hermanos (Henry y Steven Sánchez Romero), a mi cuñada Katherine Rivas y a mi hermosa sobrina Camila Valentina Sánchez Rivas, quienes son los pilares fundamentales de mi vida, alentandome día tras día para que siga adelante, esto y todo lo que haga es por y para ustedes, los amo eternamente.

No puedo dejar de mencionar a mis amigas de años, Angie Jordán, Marilyn Oriz, Alejandra Ortiz y Estefania Orellana con las que siempre soñamos llegar lejos y lo estamos cumpliendo, cada una en su rama, en su tiempo y frecuencia, pero siempre direccionadas al éxito, las quiero amigas de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Eternamente agradecida con mi Dios todopoderoso por brindarme la fuerza y la valentía necesaria para haber culminado esta etapa de mi vida.

Gracias infinitas a mi madre bella y valiente Gilma Romero por ser mi soporte todos estos años, por ayudarme a levantar cuando caía, por tus incontables oraciones al cielo pidiendo día a día por mí, gracias por desvelarte a mi lado por el simple hecho de acompañarme y que no me sienta sola.

Gracias a mi Papá Gonzalo Sánchez por su apoyo incondicional, gracias por darme lo mejor de ti, gracias por cuidarme y recogerme a la hora que fuera necesario, sin importarte si llegabas cansado del trabajo, con solo una llamada ibas a buscarme.

Ingeniero Alexander Cruz, gracias por tu amor, tu amistad y sobre todo gracias por el compañerismo que me brindaste en toda la carrera universitaria, gracias mi amor por apoyarme día a día, haciéndome saber que estaba a punto de lograrlo y vaya que lo logré, hubiese sido mucho más difícil sin tu ayuda.

Agradezco a mi tutor Ing. Edison Jaramillo, que me supo guiar en todo este proceso, gracias por brindarme sus conocimientos los cuales fueron un gran aporte para realizar este proyecto de investigación.

Agradezco al Dr. Rigoberto Garcia y al Ing. Alexander Moreno por haber compartido conmigo sus conocimientos, gracias por sus consejos y colaboración que me brindaron en el transcurso de estos años.

EVALUACIÓN DE DOSIS DE EXTRACTO ETANÓLICO DE CANELA MÁS AGUA OZONIFICADA EN PUDRICIÓN DE CORONA DE BANANO.

Sánchez Romero, Patricia

Jaramillo Aguilar, Edwin

RESUMEN

El banano es considerado uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, su consumo aporta elementos nutricionales los cuales benefician la salud de los seres humanos, por ende permite que la demanda y su producción siga incrementándose. Ecuador es considerado uno de los principales países en exportación de banano, su ubicación geográfica y las condiciones edafoclimáticas permiten obtener una fruta de calidad exportable que cumpla con los estándares internacionales, siendo después del petróleo la actividad más importante que genera ingresos de divisas y aporta el crecimiento de la economía del país, sin embargo, muchas veces se ve perjudicado por un sin número de enfermedades, entre ellas las que afectan al banano en postcosecha, provocando la pudrición de la corona de la fruta, ocasionada por patógenos de los géneros *Colletotrichum*, *Fusarium* y *Penicillium* siendo sus principales características el reblandecimiento de los tejidos superficiales, tornándose el color de su corona marrón oscuro o negro hasta agraviar completamente el dedo de la fruta produciendo su rechazo en el puerto local por la pérdida de calidad. Esto implica que los productores tengan que acudir al control convencional de la enfermedad utilizando productos químicos que perjudican la salud de las personas y el medio ambiente.

Para contrarrestar el uso de productos tóxicos se ha motivado evaluar otros medios ecológicos que permitan inhibir el desenvolvimiento del patógeno. Tomando en consideración lo expuesto, la presente investigación se desarrolló en el laboratorio de fitopatología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA), de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en la Parroquia El Cambio, Cantón Machala, con la finalidad de evaluar el comportamiento de distintas dosis de extracto etanólico de canela más agua ozonificada en la pudrición de banano

mediante un diseño al azar de siete tratamientos con tres repeticiones, luego se procedió a preparar y verter las concentraciones de cada uno de los tratamientos en un atomizador con agua ozonificada, considerando distintas unidades experimentales para evaluar su efectividad, los tratamientos comprenden diferentes dosis de extracto etanólico. El T1 con una dosis de 1 ml de extracto etanólico de canela y 99 ml de agua ozonificada, el T2 con una dosis de 2 ml de EEC y 98 ml de O₃, el T3 con una dosis de 3 ml de EEC y 97 ml de O₃, el T4 con una dosis de 4 ml de EEC y 96 ml de O₃, el T5 con una dosis de 5 ml de EEC y 95 ml de O₃, se tomó en cuenta dos testigos absolutos el primero con 100 ml de agua ozonificada y el segundo testigo con 100 ml de agua pura.

Los resultados evidenciaron que el tratamiento 4 mostró una mejor acción antifúngica puesto que permitió el desarrollo hasta un 36,17% seguido del tratamiento 5 con valores de eficiencia antifúngica de 51.33% de desarrollo de la enfermedad, así mismo se pudo observar que la eficiencia arrojada fue netamente del extracto de canela puesto que el testigo de Ozono puro (T6) no presentó resultados eficientes, presuntamente por algún factor interviniente en la preparación.

Palabras clave: Extracto etanólico, Ozono, Pudrición de Corona, Canela, Agua ozonificada.

EVALUATION OF DOSE OF CINNAMON ETHANOLIC EXTRACT PLUS OZONED WATER IN BANANA CROWN ROT.

Sánchez Romero, Patricia

Jaramillo Aguilar, Edwin

ABSTRACT

Banana is considered one of the most important crops worldwide, its consumption provides nutritional elements which benefit human health, thus allowing demand and production to continue to increase. Ecuador is considered one of the main countries in banana export, its geographical location and the edaphoclimatic conditions allow obtaining an exportable quality fruit that meets international standards, being after oil the most important activity that generates foreign exchange income and provides the growth of the country's economy, however, is often harmed by a number of diseases, including those that affect banana post-harvest, causing rotting of the fruit crown, caused by pathogens of the *Colletotrichum* genera, *Fusarium* and *Penicillium*, its main characteristics being the softening of the superficial tissues, turning the color of its crown dark brown or black until completely aggravating the finger of the fruit, producing its rejection in the local port due to the loss of quality. This implies that producers have to resort to conventional control of the disease using chemicals that harm human health and the environment.

To counteract the use of toxic products, it has been motivated to evaluate other ecological means that allow inhibiting the development of the pathogen. Taking into consideration the above, this research was developed in the phytopathology laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences (FCA), of the Technical University of Machala, located in El Cambio Parish, Machala Canton, in order to evaluate the behavior of different doses of ethanolic extract of cinnamon plus ozonated water in banana rot through a random design of seven treatments with three repetitions, then the concentrations of each of the treatments were prepared and poured into an atomizer with ozonated water, Considering different experimental units to evaluate their effectiveness, the treatments comprise

different doses of ethanolic extract. T1 with a dose of 1 ml of ethanolic cinnamon extract and 99 ml of ozonated water, T2 with a dose of 2 ml of EEC and 98 ml of O₃, T3 with a dose of 3 ml of EEC and 97 ml of O₃, T4 with a dose of 4 ml of EEC and 96 ml of O₃, T5 with a dose of 5 ml of EEC and 95 ml of O₃, two absolute controls were taken into account, the first one with 100 ml of ozonated water and the second control with 100 ml of pure water.

The results showed that treatment 4 showed a better antifungal action since it allowed the development of up to 36.17% followed by treatment 5 with antifungal efficiency values of 51.33% of disease development, likewise it could be observed that the efficiency yielded It was clearly from the cinnamon extract since the pure Ozone control did not present efficient results, presumably due to some factor involved in the preparation.

Keywords: Ethanolic Extract, Ozone, Crown Rot, Cinnamon, Ozonated Water.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. OBJETIVO GENERAL	12
1.2. Objetivos Específicos	12
2. REVISIÓN DE LITERATURA	13
2.1. Origen e historia del banano	13
2.2. Taxonomía del banano	14
2.3. Botánica del cultivo de banano	14
2.4. Importancia de la producción de banano en Ecuador	16
2.5. Enfermedades de banano	16
2.6. Clima	20
2.7. Canela (<i>Cinnamomum verum</i>)	21
2.8. Extractos naturales	23
2.9. Ozono	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. Ubicación y caracterización de la zona de estudio	26
3.2. Materiales, insumos y equipos utilizados	27
3.3. Escala a medir	27
3.4. Tratamientos utilizados	27
3.5. Clasificación y medición de las variables	29
3.6. Análisis de datos	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1. Determinación de la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos de extracto etanólico de canela más agua ozonificada.	31
4.2. Determinación de la dosis con mejor acción antifúngica en la pudrición de corona en banano.	31

5. CONCLUSIONES	34
6. RECOMENDACIONES	35
7. BIBLIOGRAFÍA	36
8. ANEXOS	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Presencia de sigatoka negra en hoja de banano	18
Figura 2: Cormo con pigmentaciones de color café, síntoma de moko.	18
Figura 3: Síntomas de podredumbre de corona de banano.	19
Figura 4: Hojas, flores y semillas de Canela	22
Figura 5. Ubicación del área de estudio.	26
Figura 6: Escala de FROSSARD	29
Figura 7. Representación gráfica de las media en porcentaje de cada tratamiento.	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Taxonomía del banano.	15
Tabla 2: Taxonomía de la canela	22
Tabla 3. Materiales, insumos y equipos utilizados.	27
Tabla 4. Tratamientos de estudio.	28
Tabla 5. Prueba de distribución normal de datos y homogeneidad de varianza	31
Tabla 6. Análisis de varianza	31
Tabla 7. Test de Tukey	32

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Preparación del extracto etanólico de canela	37
Anexo 2: Proceso de ozonificación del agua.	37
Anexo 3: Colocación del extracto etanólico y agua ozonificada en los distintos atomizadores	38
Anexo 4: Aplicación de las distintas dosis a la fruta.	39
Anexo 5: Unidades experimentales a los 30 días.	40

1. INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa x paradisiaca* L.) es uno de los principales cultivos asociados a la nutrición mundial (Nyombi, 2020). Es cultivado en más de 130 países, principalmente tropicales, alcanzando producciones de más de 19 millones de toneladas de banano, de las cuales el 13% de la producción total es comercializado a diferentes destinos en el mundo. (Sardos et al., 2016).

En el Ecuador la producción de Banano corresponde al 2% del PIB, representando una de las actividades agropecuarias con peso económico más relevantes del país (Villaseñor et al., 2020). En el año 2014 se alcanzó un total de 4.768,530 Tn de fruta exportada, ubicándose a nivel mundial como el principal exportador con casi el 30% de la producción total. (INIAP, 2016).

Por los antecedentes mencionados, la producción de banano juega un papel importante en el sustento económico de muchas familias, sin embargo, existen plagas y enfermedades que afectan dichas producciones, entre las más importantes se encuentran el Fusarium, marchitez bacteriana y pudrición de corona, limitando en gran medida el desarrollo vegetativo del cultivo. (Ruas et al., 2017).

La pudrición de corona es considerada como una de las enfermedades más perjudiciales en los procesos postcosecha, esta provoca un elevado impacto negativo en la calidad de la fruta, los hongos que la ocasionan se establecen en las lesiones que se forman en la corona por la actividad cultural de desmane, introduciendo las esporas y afectando la estética del fruto. (Kamel et al., 2016)

Por lo anterior, la presente investigación radica en el estudio de distintas dosis de extracto etanólico de canela más agua de ozono aplicadas en banano con la finalidad de evaluar su incidencia en la pudrición de corona para aportar al sector bananero con propuestas de control que permita sustituir los agroquímicos por un método que reduzca la contaminación ambiental.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del extracto etanólico de canela más agua ozonificada en la pudrición de la corona de banano por medio de siete tratamientos para establecer un control amigable con el medio ambiente y evitar pérdidas en la calidad de la fruta.

1.2. Objetivos Específicos

Conocer la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos de extracto etanólico de canela más agua ozonificada.

Determinar la dosis con mejor acción antifúngica en la pudrición de la corona en banano.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen e historia del banano

El cultivo de banano es de origen silvestre, se encuentra ubicado en la región de Indomalaya, por lo cual se la reconoce como una fruta legendaria de comercialización mundial. (Carchipulla Chapín, 2018).

Indonesia es uno de los principales orígenes del banano y representa el centro genético primario en el sudeste asiático, es por ello la existencia de una gran diversidad fenotípica y genotípica (Maryani et al., 2019). Según (Clare, 2005), en Nueva Guinea se encuentran los cultivares de banano más antiguos con edades mayores a 10.000. Conocer el origen geográfico del banano es de gran importancia puesto que se debe amparar los intereses de los productores.(Miranda-Ramos et al., 2020)

Autores como (Lorenzen et al., 2008) mencionan que el banano (*Musa* spp.), ha sido desde el principio de su historia uno de los cultivos alimentarios más valiosos y el medio de subsistencia de millones de pequeños agricultores en países tropicales de África, Asia, América del Sur y Central sugiriendo a ésta desde sus inicios como una fruta de exportación industrial.

El alimento de ciertas especies del reino animal, al igual que de la especie humana, se ha basado desde la antigüedad en muchas especies del género *Musa*. (Brown et al., 2017). Los cultivares locales y de exportación suelen ser partenocárpicos, triploides propagados vegetativamente que fueron seleccionados en la antigüedad por agricultores del sudeste asiático. (Ploetz, 2015).

2.2. Taxonomía del banano

Según (Pereira & Maraschin, 2015) Indican que Carl Von Linné, el padre de la taxonomía moderna, clasificó las especies de banano como *Musa x paradisiaca* L. y *Musa x sapientum* L; en realidad, los bananos difieren solo en su disposición ploidía y actualmente la mayoría de los taxonomistas bananeros parecen estar de acuerdo en que se puede dar un solo nombre científico a todos los plátanos comestibles, es decir, *Musa* spp.

Tabla 1: Taxonomía del banano.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	Musa
Especie	paradisiaca

Fuente:(Yanes & Alcivar, 2017)

2.3. Botánica del cultivo de banano

Son grandes hierbas perennes que alcanzan una altura de 2 a 9 m en la madurez, según la variedad (Nyombi, 2020). Sus raíces se exhiben en grupos de tres o cuatro situándose sobre la base del cilindro central, su fisonomía es de un cordón alargado, con un color blanquecino cuando las raíces aún son jóvenes sin embargo con el tiempo cambian a amarillo oscuro.

El sistema radicular es adventicio, el diámetro de las raíces varía según el cultivar, puede tener entre 5 y 8 mm y algunas veces llegan a medir hasta 10 mm. La longitud está en rangos de 3 y 5 metros. (Galan et al., 2018)

Su verdadero tallo se sitúa en el subsuelo y es denominado generalmente como cormo, sin embargo, el término correcto para ser mencionado botánicamente es rizoma.(Cox Quiñonez, 2019) alrededor del cormo principal aparecen yemas laterales o también denominados “hijuelos” (Chiriboga Espinosa, 2018). Su pseudotallo tiene forma de un cilindro de donde aparecen las hojas de manera espiral. (Marquez Centeno, 2019).

La emisión foliar es un punto clave al momento de obtener una producción favorable del cultivo, puesto que ésta debe conservarse de manera pragmática hasta que los frutos comiencen a desarrollarse (Acosta & Salinas, 2011). Cuando

las hojas son adultas tienen forma oval-alargadas, su ápice se desarrolla tupido y con un semi-limbo levemente más voluminoso que el otro. (Galan et al., 2018).

Según (Fahn, 1953) citado por (Lau et al., 2020) menciona que la inflorescencia del banano consta de un eje principal, en éste eje se encuentran ubicados los conjuntos de flores en hileras, en forma de espiral, en el cual se encuentran cojines en sentido antihorario, un cojín con su grupo de flores brotan de la axila de una bráctea y el grupo está encaminado tangencialmente al contacto con el eje principal de la inflorescencia, como mínimo tres flores están ubicadas en la axila de cada bráctea y si las flores son copiosas se muestran en filas dobles, en donde la superior es la más antigua lo que provoca que sus flores maduren antes que las de la anterior fila.

El fruto es de color verde oscuro y se torna amarillo en su estado de maduración, mide entre 20-40 cm de largo y su diámetro fluctúa de 4 a 7 cm, es una baya falsa, con apariencia cilíndrica que no posee semillas divididas en manos con alrededor de 30 a 70 bananos cada una. (Tenesaca Martínez, 2019).

2.4. Importancia de la producción de banano en Ecuador

El banano es la fruta más importante del mundo en términos de volumen de producción y comercio y se encuentra entre los 10 alimentos básicos más importantes del mundo. (Dita et al., 2018).

Los cambios climáticos que se han venido generando en los últimos tiempos provoca que el cultivo se sumerja a nuevas adaptaciones con el fin de precautelar la sostenibilidad de la producción y el suministro alimentario. (Elbehri et al., 2015)

Se conceptualiza que aproximadamente el 15 % de la producción bananera ingresa a mercados internacionales ubicándose en uno de los países más fortalecidos gracias a las ganancias que se generan, los valores monetarios de producción de banano que ingresan al país aportan significativamente a su población puesto que representan el 2% de PIB general y el 35% del PIB agrícola lo que favorece a todo el sector agropecuario, siendo éstos el 6% de la población general del país entre ellos

productores y trabajadores que dan un total de más de un millón de hogares ecuatorianos. (Tenesaca Martínez, 2019).

Por más de cuatro décadas consecutivas Ecuador es señalado como un país líder en producción de banano, gracias a sus favorables condiciones edafoclimáticas Ecuador pudo realizar su primera exportación en el año 1952 ofreciendo a los mercados internacionales todos los días del año una fruta de excelente calidad. (Suarez & Nahin, 2020).

El banano continúa siendo un gran soporte de las exportaciones ecuatorianas, siendo su primordial destino Rusia, despuntando crecientemente en los últimos años. (Aguirre & Castaño, 2016).

2.5. Enfermedades de banano

Según (Manzo-Sánchez & Orozco-Santos, 2014) mencionan que una de las causas primordiales en la dispersión de las enfermedades en el cultivo de banano es por medio de la partición de germoplasmas de musáceas provenientes del sureste a otros lugares como el Caribe y América Latina.

Según (Vellema & Jansen, 2018) afirman que no existe una receta única para el cultivo sostenible de banano pues el manejo de plagas y enfermedades ha sido fundamental para los esfuerzos de sostenibilidad, particularmente en la industria de exportación, la propagación global y local de patógenos hace que la capacidad para manejar tales amenazas sea una preocupación compartida por los principales exportadores de banano y pequeños productores. A continuación, se describe a las enfermedades que causan más daño en el cultivo de banano:

La sigatoka negra es una enfermedad se multiplica por medio de las esporas del hongo *Mycosphaerella fijiensis* (Weber et al., 2017) la cual afecta el rendimiento del cultivo de banano, produce daños en el área foliar (Figura 1) induciendo una decoloración y reduciendo el proceso de fotosíntesis, en casos remotos afecta la maduración de la fruta la cual repercute al momento de su exportación. (Clavijo Narvaez, 2020).

Las aplicaciones aéreas de fungicidas guiados con su respectivo marco sistemático han permitido el control de *Mycosphaerella Figiensis*, sin embargo, con el paso

del tiempo está tomando resistencia a los productos utilizados, lo que provoca un acrecentamiento significativo en costos de control. (de Bellaire et al., 2010)



Figura 1. Presencia de sigatoka negra en hoja de banano

Fuente:(Clavijo Narvaez, 2020)

Según (Persley & Batugal, 1986) citado por (Tenesaca Martinez, 2019) Menciona que la marchitez bacteriana es una de las enfermedades más destructivas de las plantas y la más propagada en regiones templadas, cálidas, tropicales, subtropicales. La marchitez bacteriana o también conocida como enfermedad de Moko es otra de las enfermedades que afectan significativamente al cultivo de banano mostrando en sus hojas un color amarillento las cuales van de forma ascendente, provoca que el pecíolo se rompa, la decoloración en los vasos se encuentra en la parte central del cormo (Figura 2) y su fruto comienza a desarrollar podredumbre en su interior(Almadhoun & Abu Naser, 2018)



Figura 2. Cormo con pigmentaciones de color café, síntoma de moko.

Fuente:(Jimenez, 2012)

La pudrición de la corona es una enfermedad postcosecha del banano (Figura 3) la cual es causada por un parásito complejo en la cual *Colletotrichum musae* es la especie patógena más común mencionada y que afecta el tejido uniendo pedúnculos frutales. (Ewané et al., 2020).



Figura 3. Síntomas de podredumbre de corona de banano.

Fuente:(Aliaga Paton, 2005)

Según (Rivera Narea, 2018) menciona que en la actualidad se conoce un aproximado de 32 especies de hongos coligados con la pudrición de corona como

Ceratocystis paradoxa, *Ceratocystis paradoxa*, *Colletotrichum musae*, *Cephalosporium* sp, *Acremodium* spp, *Cladosporium herbaum*, etc. Los cuales invaden primero la corona para luego propagarse hasta todo el fruto si es que no es controlada, ya que se convierte en una amenaza vigente por la susceptibilidad desarrollada del banano poniéndose en conocimiento porcentajes entre 10 a 86% de pérdidas a nivel mundial.

Las prácticas fitosanitarias como la supresión de las fuentes de inóculo, hasta el adecuado proceso de cosecha del banano son un reconocido aporte para el control de la pudrición de la corona. (Rivera Narea, 2018)

Los síntomas de la pudrición de corona son podredumbre, necrosidad y ablandamiento en forma de media luna en el tejido de la corona y después comienza a extenderse por los pedicelos de los dedos en etapas severas, infectando la fruta y produciendo una maduración anormal con gotas o puntos necrosados.(Mohamed et al., 2017) mientras la enfermedad sigue avanzando se observa que en la corona aparece micelio blanco y la podredumbre puede provocar la caída de los dedos. (Du et al., 2017)

Autores como (Kamel et al., 2016) mencionan que la fruta de banano muchas de las veces se ven afectada por la pudrición de corona, la cual genera un impacto negativo en la calidad de la fruta puesto que las infecciones pueden propagarse cuando el banano es cosechado o al momento que es empacado, estando el principal hospedero de *Colletotrichum musae* en las flores o fruto, pero los síntomas comienzan a mostrarse después de su exportación. (Siriwardana et al., 2017) sostiene que el control químico con fungicidas sigue siendo el más común en el control de la pudrición de la corona del banano.

Las esporas de *Colletotrichum musae* se dispersan en el aire o al momento en que la fruta es empacada, fijándose en la parte superficial de la cáscara hasta llegar a internarse de 5 a 7 mm en aproximadamente 3 minutos llegando hasta el tejido coronar, siendo las frutas de mayor edad las más afectadas por el hongo. (Rivera Cárdenas, 2016).

2.6. Clima

Generalmente, el banano necesita una temperatura base de 14 ° C y el rango templado para un crecimiento idóneo es de 25 °C a 30 °C(Nyombi, 2020). La temperatura óptima para el desarrollo fisiológico normal que necesita el cultivo de banano es de 27°C manifiesta. (Chuchuca Gonzales, 2019)

En la investigación realizada por (Chuchuca Gonzales, 2019) sostiene que el cultivo de banano necesita precipitaciones promedio entre los 120 mm – 180 mm lluvia/mes.

La humedad relativa óptima exigida para la obtención de una fruta con altos estándares de calidad es del 50%. (Mendoza & Francisco, 2017)

Las plantas necesitan un promedio de radiación solar de 0.4 – 0.7 μm del espectro, siendo predominantes en el beneficio de la luminosidad la forma y ángulo de la hoja. (Chiriboga Espinosa, 2018)

El pH de 6.5 a 7.5 con un porcentaje de materia orgánica alto, la profundidad de los drenajes debe tener 1.5 metros para que el agua pueda filtrarse de manera correcta, la ubicación geográfica del cultivo toma gran relevancia, puesto que para que se desarrolle de manera correcta obtener una producción de calidad es recomendable que el suelo sea franco arenoso. (Mendoza & Francisco, 2017)

2.7. Canela (*Cinnamomum verum*)

La canela es originaria de la India e Indochina y es considerada como una de las especies con más años puesto que es nombrada en la Biblia cuando la empleaban como oblación religiosa arrojada al fuego, su nombre procede del término griego Kinnamon que representa a la madera dulce, mientras que en Ecuador se conoce que proviene de la palabra francés Canne siendo su significado “tubo o caña”, denominada en la antigüedad como una de las especies de un valor monetario más elevado que el oro y las entregaban a los griegos y romanos por grandes sumas de monedas u oro. Su primera exportación fue realizada por los holandeses los cuales desarrollaron grandes plantaciones de canela para ser comercializadas por toda Europa. (Alvarado Lema, 2019)

El árbol de canela puede llegar a medir hasta 15 metros de altura, de hojas opuestas y lanceoladas, con una coloración rojizas en su juventud y con el tiempo de tornan verde intenso en su haz y opacas en su envés, de 10-20 cm de largo, el árbol está constituido de un ramaje tetragono el cual se divide en tiras en forma de rollos y compuesto por flores de color blanquinosas con amarillo pajizo, formadas entre racimos, fruto ovalado en forma de una baya siendo su color primario el azul oscuro con una semilla en el centro. (Lara Cevallos, 2017). Para que la canela se desarrolle favorablemente es necesario que se sitúe en un clima levemente variado con una temperatura de 24°C a 30°C. (Pazmiño Miranda, 2016).



Figura 4. Hojas, flores y semillas de Canela

Fuente:(Souza et al., 2020)

La canela proviene de la familia Lauraceae, género Cinnamomum en la cual están ubicadas más de 250 especies

Tabla 2: Taxonomía del árbol de canela

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliophyta
Orden	Lauraceae
Familia	Cinnamomun
Género	Cinnamomun verum

Fuente:(Mendoza Vilca, 2020)

La canela es usada en su mayoría para fines medicinales puesto que sus propiedades tienen grandes beneficios como combatir la gripe, vómito, bronquitis, entre otros además que desde tiempos remotos es usada como sedativo de espasmos ligeros y flatulencias en la parte abdominal, ayuda en la estimulación favorable del apetito, aumento de peso y en la última década se ha estudiado el favorable efecto estimulante en los osteoblastos en la recuperación de los huesos lo que ayuda a prevenir la osteoporosis o alguna alteración inflamatoria en los huesos, (Terán Velástegui, 2016)

Los aceites esenciales son otra forma de aprovechamiento de la canela ya que son extraídos para ser empleados en la perfumería, es un gran aceite esencial anti inflamatorio.(Lara Cevallos, 2017)

En la gastronomía es utilizada como condimento de muchas recetas como dulces siendo la corteza fraccionada en pedazos o molida para extraer su polvo(Lara Cevallos, 2017)

En múltiples células cancerosas se puede observar la presencia de la acción citotóxica que se obtiene de la canela(Barrueto & Padova, 2014)

En la agricultura es comprobado que la canela provee eficientes resultados puesto que provee un efecto de sensibilidad ante bacterias y hongos sostiene(Montero-Recalde & Revelo, 2017) Su acción fúngica es utilizado de forma ecológica para contrarrestar a los hongos que afectan el follaje de un cultivo

en virtud de que la canela contiene fenol el cual reprime el crecimiento de las plagas (Pazmiño Miranda, 2016).

La hoja de canela ha sido utilizada como eliminador de hongos en el cultivo de fresa con resultados favorables por su elevada facultad para establecer y equilibrar radicales libres con el componente de eugenol (Silva-Espinoza et al., 2013).

2.8. Extractos naturales

Los extractos naturales son utilizados para incentivar el desarrollo de las plantas, además de que son grandes inhibidores de hongos, elaborados con aditivos como alcohol o agua centralizándose entre ellos para formar una sustancia concreta (Pazmiño Miranda, 2016). Se debe prestar atención a la constitución de los compuestos naturales de las plantas y sus posibilidades de extracción. (Šernaitė et al., 2020) existen distintas formas para la elaboración de los extractos, puede ser por medio de expresión, incisión, destilación, maceración y digestión.(Usha et al., 2012)

2.9. Ozono

El ozono es un oxidante fuerte que se ha utilizado como agente desinfectante para el control de patógenos y muchos contaminantes químicos, así como para la desinfección de agua y la conservación de productos frescos, como agente antimicrobiano, el ozono se mantiene activo con un amplio espectro de microorganismos y puede usarse eficazmente tanto en estados gaseosos como acuosos.

Recientemente, se ha mostrado interés en el uso de agua ozonizada (O₃) aplicado directamente sobre las plantas con el fin de controlar enfermedades.(Veronico et al., 2017) se usa ampliamente para el tratamiento del agua ya que inactiva patógenos microbianos, descompone la materia orgánica natural (NOM), elimina los compuestos que causan sabor, olor y color, oxida los contaminantes inorgánicos, y mejora la clarificación y la filtración(Zacheus et al., 2000)

La producción de ozono ha aumentado en algunos países europeos para tratamientos terciarios de microcontaminantes en aguas residuales, en América del Norte para tratamientos de agua potable donde la aplicación de ozono seguida de

biofiltración se ha multiplicado por diez entre 1993 y 2013, varias regiones del mundo con escasez de agua donde el ozono combinado con la biofiltración se ha explorado como una alternativa a la ósmosis inversa para la reutilización potable directa o indirecta(Kotlarz et al., 2018)

La necesidad del aumento de producción agrícola y la indagación de nuevas disyuntivas viables para el tratamiento de las frutas han permitido que la aplicación de ozono de manera correcta se convierta en una opción de tratamiento sostenible en la poscosecha de frutas y hortalizas, además que con la utilización del ozono se suprime de manera continua el etileno del entorno ambiental, la producción de ozono tiene grandes expectativas a corto plazo en el manejo de frutos poscosecha (Ancota, 2018).

La aplicación de agua ozonizada en tratamientos de riego ha tomado mucha relevancia en la última década puesto que es un agente oxidante utilizado en el riego como químico desinfectante que no deja residuos ya que se degrada rápidamente a oxígeno(Martínez-Sánchez & Aguayo, 2020)

Según (Ancota, 2018) sostiene que la aplicación de ozono en banano tiene varias ventajas las cuales aportan significativamente la producción y rentabilidad puesto que elimina parásitos, bacterias, hongos y virus los cuales causan daños estéticos y pérdida de exportación de la fruta, suprime de manera continua el etileno del entorno ambiental, además con la aplicación de ozono la maduración de la fruta de banano se retarda y conserva las características organolépticas sin desmerecer la protección fitosanitaria que aporta a las frutas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y caracterización de la zona de estudio

La investigación se desarrolló en el laboratorio de Fitopatología de la facultad de Ciencias agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, situada a 5.5 km de la vía Machala-Pasaje, parroquia El Cambio, cantón Machala, provincia de El Oro.

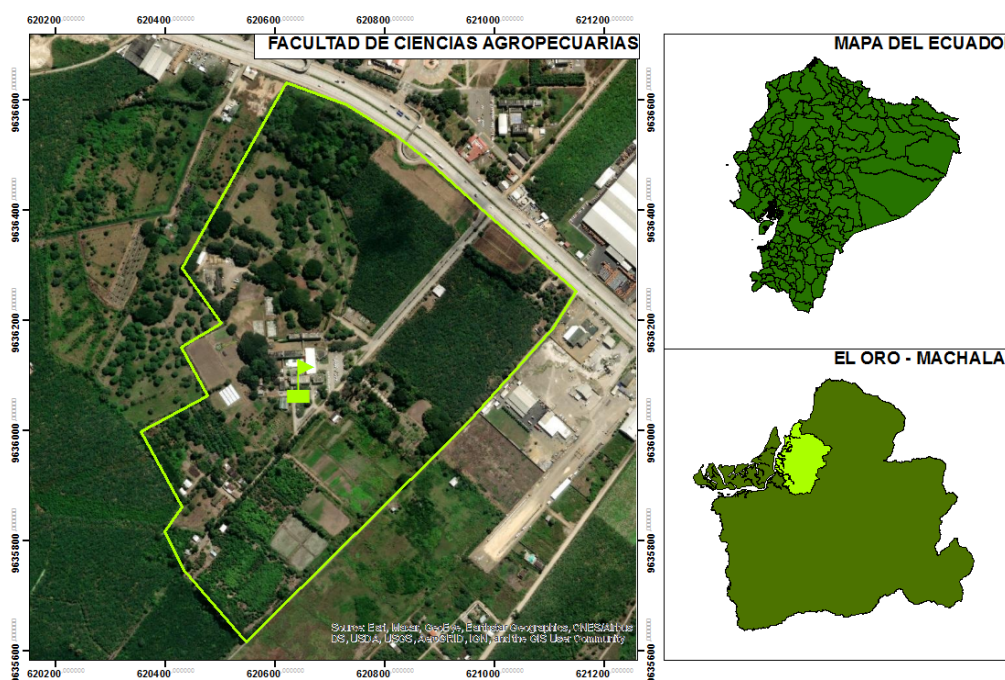


Figura 5. Ubicación del área de estudio.

El lugar de estudio se define como un bosque muy seco tropical del Ecuador, con precipitaciones mayores a 400 mm, horas promedio de luz al día de 3 y temperaturas de 24 a 28 C°. (INAMHI, 2012).

El lugar del estudio está ubicado en las siguientes coordenadas geográficas.

Longitud: 79° 54' 05" W

Latitud: 03° 17' 16" S

Altitud: 6 msnm

3.2. Materiales, insumos y equipos utilizados

En el estudio se utilizaron los materiales, insumos y equipos que se describen en la **Tabla 3**

Tabla 3. Materiales, insumos y equipos utilizados.

Materiales	Insumos	Equipos
Probeta de 100 ml	Alcohol 96%	Licadora
Varilla de vidrio	Ozono	Balanza
Jeringa de 1ml	Canela	Laptop
Vaso de precipitación		Máquina de ozono
Atomizador de 150 ml		
Cajas plásticas		
Marcador		
Cuaderno		

3.3. Escala a medir

Se utilizó la escala de FROSSARD tomado de la United Fruit Corp la cual contiene el índice de evaluación de la pudrición de la corona de banano para el estudio de la enfermedad.

3.4. Tratamientos utilizados

Se procedió a recolectar corteza de canela y fueron divididas en pequeñas fracciones para ser pulverizadas en la licuadora, luego se pesó 50 gramos del polvo de la canela extraída y se colocó en un recipiente grande.

Posterior a la mezcla se le agregó 125 ml de etanol con un grado de pureza del 96% utilizando la relación de 1:2,5 (P/V), se maceró por 48 horas. Transcurrido el tiempo se filtró en un cedazo con la finalidad de separar la parte líquida de la sólida y se almacenó en un recipiente. Se ozonificó un litro de agua en 3.6 segundos con la ayuda de una máquina ozonificadora y siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los tratamientos se establecieron como se describe en la **Tabla 4**

Tabla 4. Tratamientos de estudio.

Tratamiento	Agua ozonificada	Canela
T1	99 %	1 %
T2	98 %	2 %
T3	97 %	3 %
T4	96 %	4 %
T5	95 %	5 %
Testigo 1 (T6)	100 %	0 %
Testigo 2 (T7)	100 % Agua pura	0 %

Se trasladó hasta el laboratorio de fitopatología una caja de banano sin haber sido aplicado ningún tipo de fungicida para el procesamiento de la fruta.

La unidad experimental está compuesta por un envase de plástico desechable con su respectiva tapa, donde se colocaron 4 dedos de banano y posterior a esto se le aplicó a cada uno el tratamiento correspondiente, utilizando un atomizador de 150 ml para cada tratamiento, se roció el producto uniformemente en todos los cluster hasta cubrir completamente su superficie.

Se etiquetó todas las unidades experimentales de acuerdo al tratamiento y repetición correspondiente para de esta manera realizar el seguimiento del estudio semanal de cada unidad experimental.

3.5. Clasificación y medición de las variables

Para evaluar el avance de la enfermedad de cada tratamiento se utilizó la escala de FROSSARD tomando datos semanalmente por 30 días.

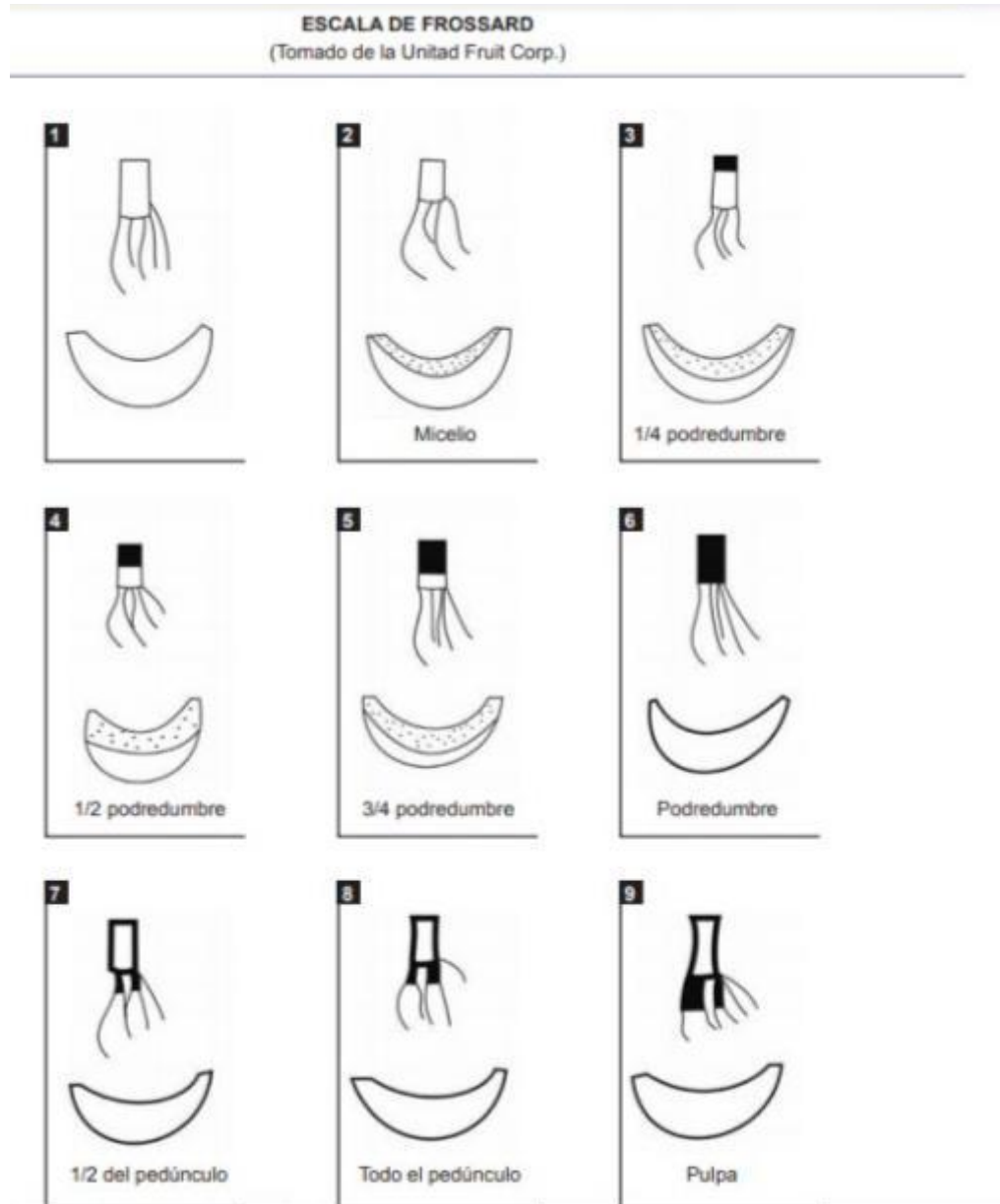


Figura 6. Índice de pudrición de corona de banano mediante la escala de FROSSARD.

Fuente: (Cartaya et al, 2011).

3.6. Análisis de datos

Los datos organizados en una hoja electrónica se procesaron en el software estadístico Infostat, en el cual se determinó los supuestos de normalidad de datos

por medio de la prueba de Shapiro Wilk y la homogeneidad de varianza por medio de la prueba de Levene.

Cumplidos estos supuestos se realizó el análisis de varianza para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos de estudio, posteriormente se definió los tratamientos distintos por medio del test de Tukey puesto que los datos fueron paramétricos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación de la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos de extracto etanólico de canela más agua ozonificada.

Como resultado de los supuestos de Homocedasticidad y Normalidad, en la **Tabla 5** se observó que todos los conjuntos de datos expresaron un P-valor mayor al nivel de significancia, definiéndose como datos de tipo paramétricos.

Tabla 5. Prueba de distribución normal de datos y homogeneidad de varianza

Variable	Prueba de Shapiro Wilk	Prueba de Levene
T1	0.999	
T2	0.915	
T3	0.058	
T4	0.058	0.1188
T5	0.843	
OZONO (T6)	0.637	
H2O (T7)	0.780	

En el análisis de varianza se observó que si existe diferencias estadísticas significativas en la variable de estudio.

Tabla 6. Análisis de varianza

Anova - Análisis de Varianza	
	P-valor
Tratamientos	0.0000

4.2. Determinación de la dosis con mejor acción antifúngica en la pudrición de corona en banano.

Conociendo la existencia de diferencias estadísticas significativas se realizó una prueba Post Hoc de Tukey, en la cual se observó tres grupos estadísticamente distintos, el grupo A abarcando el T4 y el T5, lográndose una incidencia del 36.17% y 51.33 % de desarrollo de la enfermedad respectivamente.

El grupo B lo conformó el T3 y T1 con porcentajes de 71.17% y 73.50% desarrollo de la enfermedad y el Grupo C se compuso de tres tratamientos: el T2, agua pura (T7) y ozono (T6), los cuales presentaron la mayor incidencia de la enfermedad con valores mayores al 85 % siendo los tratamientos menos efectivos.

Tabla 7. Test de Tukey

Tratamientos	Medias	Grupo
T4	36.17	A
T5	51.33	A
T3	71.17	B
T1	73.50	B
H2O (T7)	89.83	C
T2	92.17	C
OZONO (T6)	93.33	C

En la Figura 7 se muestra las diferencias existentes en función del desarrollo de la enfermedad de pudrición de corona en banano, en ella se observó de forma evidente que el T4 fue de mejor acción antifúngica, situación similar a la expresada por Maqbool et al (2010), en la cual estudio dosis de 4 ml de extracto de canela obteniendo resultados de inhibición de esporas del 83.2 %, también señala que durante el almacenaje la calidad de los cluster de banano se mantuvo sin alteración de sus propiedades fisicoquímicas.

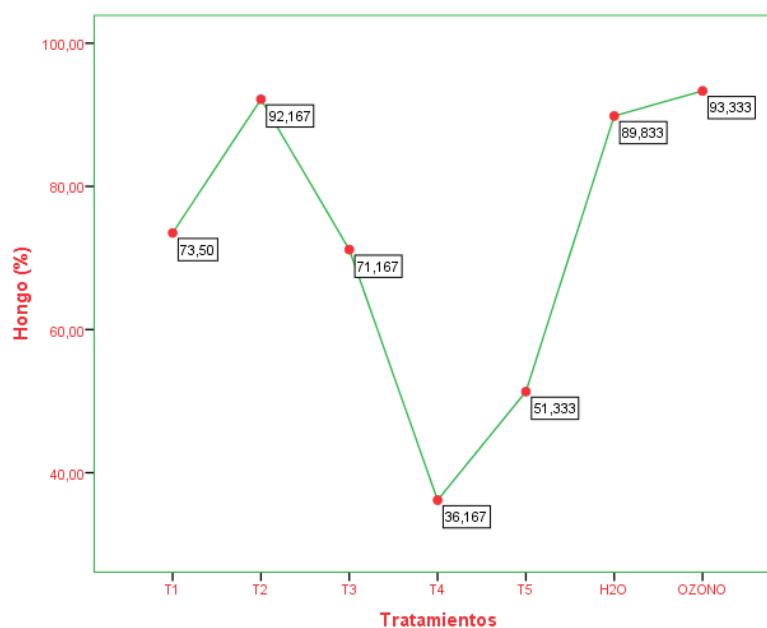


Figura 7. Representación de las medias en porcentaje de cada tratamiento.

En cuanto al tratamiento de Ozono puro (T6) se observó que no presentó acción antifúngica dejando desarrollar la enfermedad a un 93.33 %, situación que se presume fue ocasionada por algún factor interviniente como la temperatura en el sitio de estudio o un altercado en la preparación del ozono, sin embargo, esto nos permitió asumir que el efecto antifúngico fue estrictamente de la dosis al 4% del extracto de canela (T4).

5. CONCLUSIONES

La mezcla de extracto etanólico de canela al 4% más agua ozonificada (T4) presentó mejor eficiencia en el control antifúngico de la enfermedad pudrición de corona en banano, alcanzando un 36.17 % de desarrollo del hongo, lo cual es menor en 15.17 % al inmediato perseguidor (extracto etanólico de canela al 5%, T5) que obtuvo un desarrollo del hongo del 53.33 %.

El tratamiento de Ozono puro (T6) no presentó acción antifúngica ya que la enfermedad se desarrolló hasta un 93.33 %, esto permitió asumir que el efecto antifúngico fue estrictamente de la dosis al 4% del extracto de canela, (T4).

6. RECOMENDACIONES

Estudiar el efecto antifúngico del extracto de canela en la pudrición de corona a mayor escala (incrementando el número de tratamientos y/o realizar en condiciones de campo) para definir un control eficiente y amigable con el medio ambiente.

Evaluar el efecto del extracto de canela en otros cultivos, puesto que se observó un eficiente control en las enfermedades fúngicas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A. M. M., & Salinas, D. G. C. (2011). Dinámica del crecimiento y desarrollo del banano (Musa AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery). *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 64(2), 6055–6064.
- Aguirre, J. C. L., & Castaño, V. D. Q. (2016). Caracterización reológica de almidón y evaluación morfológica de 20 variedades de musáceas (Musa sp.), del banco de germoplasma Fedeplátano, Chinchiná - Caldas, Colombia. In *Acta Agronómica* (Vol. 65, Issue 3, pp. 218–225). <https://doi.org/10.15446/acag.v65n3.48029>
- Aliaga Paton, C. C. (2005). Efecto de los extractos naturales en el control de la podredumbre de la corona del banano (Musa AAA), en la fase de post-cosecha [repositorio.umsa.bo]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/14047>
- Almadhoun, H. R., & Abu Naser, S. S. (2018). Banana Knowledge Based System Diagnosis and Treatment. <https://papers.ssrn.com/abstract=3219792>
- Alvarado Lema, A. M. (2019). Utilización de diversas cantidades (0, 0.05, 0.10 y 0.15 ml) de aceite esencial de canela (Cinnamomum verum) como conservante de capulí en almíbar (Prunus serótina) provincia de chimborazo, 2019 [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11843>
- Ancota, R. A. (2018). Impacto del ozono en el control fitosanitario, reducción de peso, maduración y firmeza de frutos en el proceso productivo en banano de exportación, piura-2017. *Catequil Tekné*, 1(02), 39–44.
- Barrueto, C. S., & Padova, L. (2014). Efecto antimicrobiano del aceite esencial y del extracto acuoso de canela (Cinnamomum zeylanicum) sobre *Candida albicans* y *Streptococcus mutans*. *Sciéndo*, 16(1). <https://core.ac.uk/download/pdf/267888877.pdf>
- Brown, A., Tumuhimbise, R., Amah, D., Uwimana, B., Nyine, M., Mduma, H., Talengera, D., Karamura, D., Kuriba, J., & Swennen, R. (2017). Bananas and Plantains (Musa spp.). In H. Campos & P. D. S. Caligari (Eds.), *Genetic*

Improvement of Tropical Crops (pp. 219–240). Springer International Publishing.

Carchipulla Chapín, L. A. (2018). Efecto antifungico del aceite esencial de árbol de té y gel de aloe vera sobre la pudrición corona en banano [Machala : Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12427>

Cartaya, N., Dominguez, E., Piedra, A., Duque, M., Torres, J., Oramas, J., & Pereyra, J. (2011). EVALUACIÓN DE EFICACIA DE PRODUCTOS NATURALES PARA EL CONTROL DE LA PUDRICIÓN DE CORONA (crown). Biomusa. From http://www.agrocabildo.org/publica/publicaciones/subt_393_ensayo_postcosecha_platan o.pdf

Chiriboga Espinosa, D. I. (2018). Uso de aloe vera para el control de pudrición de corona en la fruta de banano (musa aaa). <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13257>

Chuchuca Gonzales, C. J. (2019). Control de hongos asociados a la pudrición de corona en los frutos de banano con extractos etanólicos de aloe vera. <http://186.3.32.121/handle/48000/13831>

Clare, P. (2005). El desarrollo del banano y la palma aceitera en el Pacífico costarricense desde la perspectiva de la Ecología Histórica. In *Diálogos Revista Electrónica* (Vol. 6, Issue 1, p. 308). <https://doi.org/10.15517/dre.v6i1.6211>

Clavijo Narvaez, K. E. (2020). Evaluación de métodos de inoculación de hongos asociados a la pudrición de corona en la fruta de banano. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15535>

Cox Quiñonez, G. A. (2019). Control de la *Ceramidia viridis* en el cultivo de banano (Musa AAA) [BABAHOYO; UTB, 2019]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6854>

de Bellaire, L. de L., Fouré, E., Abadie, C., & Carlier, J. (2010). Black Leaf Streak Disease is challenging the banana industry. *Fruits*, 65(6), 327–342.

- Dita, M., Barquero, M., Heck, D., Mizubuti, E. S. G., & Staver, C. P. (2018). Fusarium Wilt of Banana: Current Knowledge on Epidemiology and Research Needs Toward Sustainable Disease Management. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1468.
- Du, Y. X., Chen, F. R., Shi, N. N., & Ruan, H. C. (2017). First Report of *Fusarium chlamydosporum* Causing Banana Crown Rot in Fujian Province, China. *Plant Disease*, 101(6), 1048.
- Elbehri, A., Calberto, G., Staver, C., Hospido, A., Skully, D., Roibás, L., & Bustamante, A. (2015). Cambio climático y sostenibilidad del banano en el Ecuador. Roma: Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura. <http://www.fao.org/3/A-I5116s.Pdf>
- Ewané, C. A., Nott, K., Lassois, L., Lepoivre, P., & Lapeyre de Bellaire, L. (2020). Severe modifications in source-sink ratio influence the susceptibility of bananas to crown rot and its phenolics content. *Plant Pathology*, 69(9), 1740–1753.
- Fahn, A. (1953). The Origin of the Banana Inflorescence. *Kew Bulletin / Royal Botanic Gardens*, 8(3), 299–306.
- Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., Hernandez, J. B. P., Sandoval, J., & Rocha, H. S. (2018). Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileira de fruticultura*, 40(4). <https://doi.org/10.1590/0100-29452018574>
- INAMHI (2012). Características generales del clima en el Ecuador. Quito, s.n
- Jimenez, J. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo del plátano (Medidas para la temporada invernal). Produmedios.
- INIAP. 2016. Guía Técnica de Cultivos, 4ta edición Guayaquil, Ecuador 62 p
- Kamel, M. A. M., Cortesi, P., & Saracchi, M. (2016). Etiological agents of crown rot of organic bananas in Dominican Republic. *Postharvest Biology and Technology*, 120, 112–120.
- Kotlarz, N., Rockey, N., Olson, T. M., Haig, S.-J., Sanford, L., LiPuma, J. J., &

- Raskin, L. (2018). Biofilms in Full-Scale Drinking Water Ozone Contactors Contribute Viable Bacteria to Ozonated Water. In *Environmental Science & Technology* (Vol. 52, Issue 5, pp. 2618–2628). <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b04212>
- Lara Cevallos, D. E. (2017). Elaboración de un acabado antimicrobiano en plantillas de algodón utilizando canela. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6994>
- Lau, B. F., Kong, K. W., Leong, K. H., Sun, J., He, X., Wang, Z., Mustafa, M. R., Ling, T. C., & Ismail, A. (2020). Banana inflorescence: Its bio-prospects as an ingredient for functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 14–28.
- Lorenzen, J., Tenkouano, A., & Bandyopadhyay, R. (2008). Overview of banana and plantain (*Musa* spp.) improvement in Africa: past and future. Symposium on Banana https://www.actahort.org/books/879/879_66.htm
- Manzo-Sánchez, G., & Orozco-Santos, M. (2014). Enfermedades de importancia cuarentenaria y económica del cultivo de banano (*Musa* sp.) en México. *Revista Mexicana de* http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092014000200089
- Maqbool, M., Ali, A., y Alderson, P. (2010). Effect of Cinnamon Oil on Incidence of Anthracnose Disease and Postharvest Quality of Bananas During Storage. *Journal Agriculture Biology*, 12: 516-520
- Marquez Centeno, J. S. (2019). Efecto de un tipo de protector en el grado de exportación y tiempo de corte en los racimos de banano. <http://186.3.32.121/handle/48000/13853>
- Martínez-Sánchez, A., & Aguayo, E. (2020). Effects of ozonated water irrigation on the quality of grafted watermelon seedlings. *Scientia Horticulturae*, 261, 109047.
- Maryani, N., Lombard, L., Poerba, Y. S., Subandiyah, S., Crous, P. W., & Kema, G. H. J. (2019). Phylogeny and genetic diversity of the banana Fusarium wilt

- pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in the Indonesian centre of origin. *Studies in Mycology*, 92, 155–194.
- Mendoza, R., & Francisco, H. (2017). Uso de aceites esenciales sobre la pudrición de corona en la fruta de banano musa aaa [Machala: Universidad Técnica de Machala]. <http://186.3.32.121/handle/48000/11703>
- Mendoza Vilca, L. E. (2020). EFECTO ANTIFÚNGICO DEL ACEITE DE CANELA EN COMPARACIÓN CON NISTATINA, COMO TRATAMIENTO DE CANDIDA ALBICANS HUÁNUCO 2017 [Universidad de Huánuco]. <http://200.37.135.58/handle/123456789/2493>
- Miranda-Ramos, M. M., Ortiz, A. A., & Moreno, L. A. (2020). Sistema de monitoreo usando tecnología XBee y GSM para la supervisión del clima en la producción de plátano. *Información Tecnológica*. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642020000600069&script=sci_arttext
- Mohamed, N. T. S., Ding, P., Kadir, J., & Ghazali, H. M. (2017). Potential of UVC germicidal irradiation in suppressing crown rot disease, retaining postharvest quality and antioxidant capacity of Musa AAA “Berangan” during fruit ripening. In *Food Science & Nutrition* (Vol. 5, Issue 5, pp. 967–980). <https://doi.org/10.1002/fsn3.482>
- Montero-Recalde, M., & Revelo, J. (2017). Efecto antimicrobiano del aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) sobre cepas de *Salmonella*. *Veterinarias Del Perú*. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172017000400024
- Nyombi, K. (2020). Chapter 44 - Diagnosis and management of nutrient constraints in bananas (*Musa* spp.). In A. K. Srivastava & C. Hu (Eds.), *Fruit Crops* (pp. 651–659). Elsevier.
- Pazmiño Miranda, N. D. P. (2016). El uso de extracto natural de canela (*cinnamomum zeylanicum*) y cola de caballo (*equisetum arvense* l.) para el control de *botrytis cinerea* en el cultivo de fresa

<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24285>

- Pereira, A., & Maraschin, M. (2015). Banana (*Musa* spp) from peel to pulp: ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health. *Journal of Ethnopharmacology*, 160, 149–163.
- Persley, G. J., & Batugal, P. A. (1986). Bacterial wilt disease in Asia and the South Pacific. Australian Centre for International Agricultural Research.
- Ploetz, R. C. (2015). Fusarium Wilt of Banana. *Phytopathology*, 105(12), 1512–1521.
- Rivera Cárdenas, V. A. (2016). Evaluación del efecto biológico del extracto de la cáscara de *musa paradisiaca* sobre agentes causales de la pudrición de corona y otros hongos poscosecha en la provincia del Guayas, Ecuador [Quito: Universidad de las Américas, 2016.]. <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/4967/1/UDLA-EC-TIAG-2016-04.pdf>
- Rivera Narea, J. L. (2018). Evaluación de tres fungicidas para el control de la pudrición de la corona de la mano con dos dosis en banano *Musa paradisiaca* L. variedad William [Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29741>
- Ruas, M., Guignon, V., Sempere, G., Sardos, J., Hueber, Y., Duvergey, H., Andrieu, A., Chase, R., Jenny, C., Hazekamp, T., Irish, B., Jelali, K., Adeka, J., Ayala-Silva, T., Chao, C. P., Daniells, J., Dowiya, B., Effa Effa, B., Gueco, L., ... Rouard, M. (2017). MGIS: managing banana (*Musa* spp.) genetic resources information and high-throughput genotyping data. *Database: The Journal of Biological Databases and Curation*, 2017. <https://doi.org/10.1093/database/bax046>
- Sardos, J., Perrier, X., Doležel, J., Hřibová, E., Christelová, P., Van den Houwe, I., Kilian, A., & Roux, N. (2016). DArT whole genome profiling provides insights on the evolution and taxonomy of edible Banana (*Musa* spp.). *Annals of Botany*, 118(7), 1269–1278.
- Šernaitė, L., Rasiukevičiūtė, N., & Valiuškaitė, A. (2020). The Extracts of

Cinnamon and Clove as Potential Biofungicides against Strawberry Grey Mould. *Plants*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/plants9050613>

Silva-Espinoza, B. A., Ortega-Ramírez, L. A., González-Aguilar, G. A., Olivas, I., & Ayala-Zavala, J. F. (2013). PROTECCIÓN ANTIFÚNGICA Y ENRIQUECIMIENTO ANTIOXIDANTE DE FRESA CON ACEITE ESENCIAL DE HOJA DE CANELA. In *Revista Fitotecnia Mexicana* (Vol. 36, Issue 3, p. 217). <https://doi.org/10.35196/rfm.2013.3.217>

Siriwardana, H., Abeywickrama, K., Kannangara, S., Jayawardena, B., & Attanayake, S. (2017). Basil oil plus aluminium sulfate and modified atmosphere packaging controls Crown rot disease in Embul banana (*Musa acuminata*, AAB) during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 217, 84–91.

Souza, E., Souza, E., & Freitas, H. (2020). ADIÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA (*Cinnamomum zeylanicum*) NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO. In *Enciclopédia Biosfera* (Vol. 17, Issue 33). https://doi.org/10.18677/encibio_2020c2

Suarez, T., & Nahin, J. (2020). Efecto a la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de banano (*Musa AAA*) en la zona de La Unión [BABAHOYO; UTB, 2019]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7268>

Tenesaca Martinez, S. I. (2019). Determinación de la dosis optima de biocarbón como enmienda edáfica en el cultivo de banano (*musa x paradisiaca*) clon williams. <http://186.3.32.121/handle/48000/15165>

Terán Velástegui, G. E. (2016). Comparación de la efectividad antimicrobiana entre aceite esencial de canela y clorhexidina frente a *enterococcus faecalis*. estudio in vitro [Quito: UCE]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5790>

Usha, M., Ragini, S., & Naqvi, S. M. A. (2012). Antibacterial activity of acetone and ethanol extracts of Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) and Ajowan (*Trachyspermum ammi*) on four food spoilage bacteria. *Int Res J Biol Sci*, 1(4), 7–11.

Vellema, S., & Jansen, K. (2018). Sustainable banana cultivation: from standards

to multiple solutions. Sustainable Cultivation of Bananas: Volume 1
<https://research.wur.nl/en/publications/sustainable-banana-cultivation-from-standards-to-multiple-solutions>

Veronico, P., Paciolla, C., Sasanelli, N., De Leonardis, S., & Melillo, M. T. (2017). Ozonated water reduces susceptibility in tomato plants to *Meloidogyne incognita* by the modulation of the antioxidant system. *Molecular Plant Pathology*, 18(4), 529–539.

Villaseñor, D., Noblecilla-Romero, Y., Luna-Romero, E., Molero-Naveda, R., Barrezueta-Unda, S., Huarquilla-Henriquez, W., González-Porras, C., & Garzón-Montealegre, J. (2020). RESPUESTA ÓPTIMA ECONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA SOBRE VARIABLES PRODUCTIVAS DEL BANANO (*Musa spp.*). *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 36(2), 161–170.

Weber, O. B., Garruti, D. dos S., Norões, N. P., & Silva, S. de O. e. (2017). Performance of banana genotypes with resistance to black leaf streak disease in Northeastern Brazil. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 52(3), 161–169.

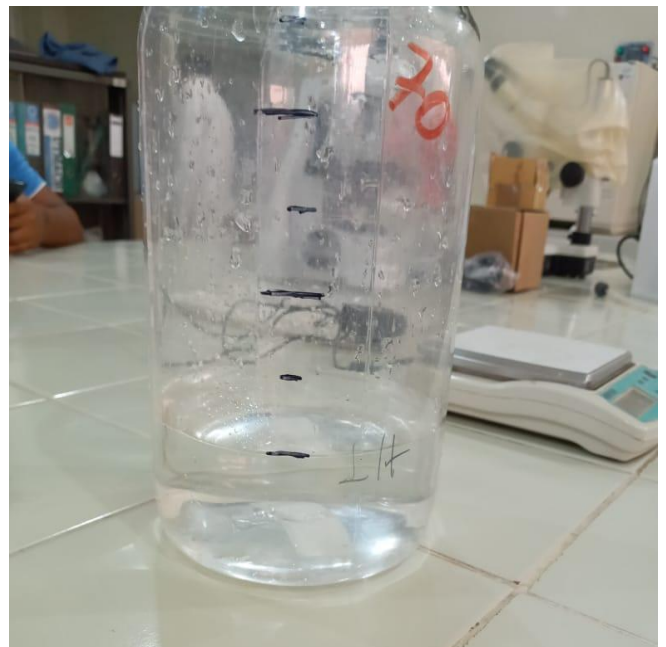
Yanes, T., & Alcivar, H. (2017). Efecto biofungicida del gel aloe vera y extracto de moringa sobre la pudrición de corona en la fruta de banano. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11710>

Zacheus, O. M., Iivanainen, E. K., Nissinen, T. K., Lehtola, M. J., & Martikainen, P. J. (2000). Bacterial biofilm formation on polyvinyl chloride, polyethylene and stainless steel exposed to ozonated water. *Water Research*, 34(1), 63–70.

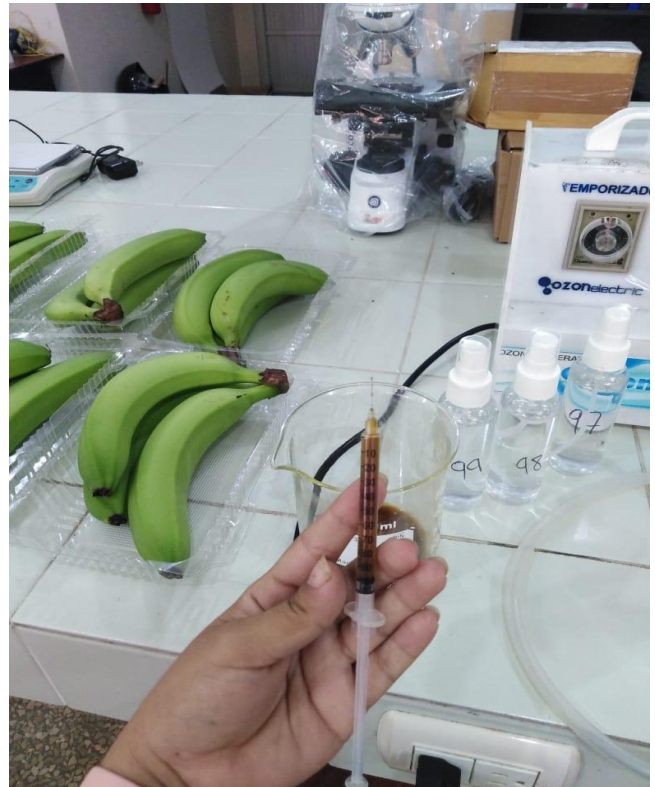
8. ANEXOS



Anexo 1: Preparación del extracto etanólico de canela.



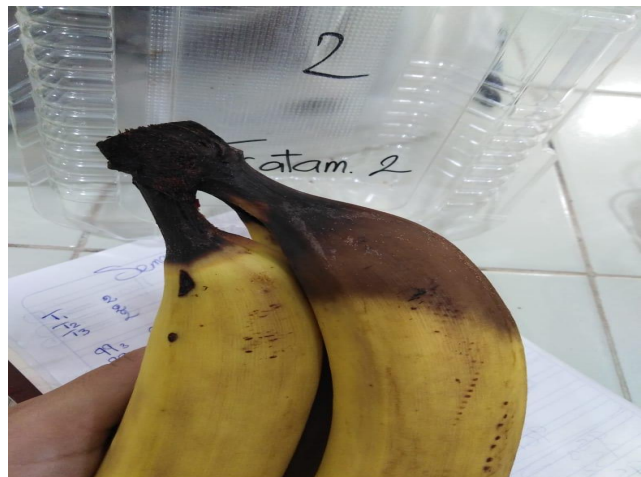
Anexo 2: Proceso de ozonificación del agua.

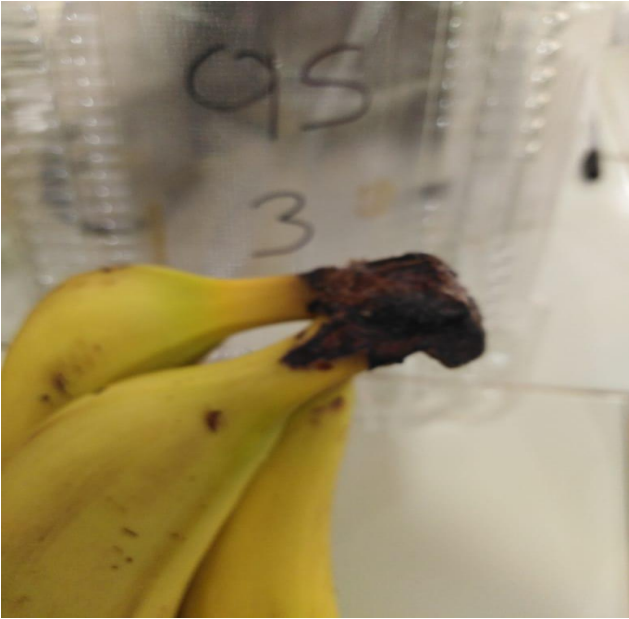


Anexo 3: Colocación del extracto etanólico y agua ozonificada en los distintos atomizadores



Anexo 4: Aplicación de las distintas dosis a la fruta.





Anexo 5: Unidades experimentales a los 30 días.