

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA

Evaluación del efecto inhibitor del ozono sobre *Moniliophthora roreri* en condiciones *in vitro*.

AUTOR

Faytong Salazar Washington Ernesto

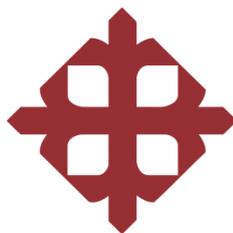
**Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERO AGROPECUARIO**

TUTOR

Ing. Llerena Hidalgo Ángel Bernardo, Ph. D.

Guayaquil, Ecuador

15 de Septiembre del 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Faytong Salazar Washington Ernesto**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**.

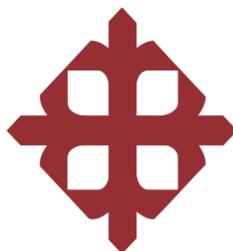
Ing. Llerena Hidalgo Ángel Bernardo, Ph. D.

TUTOR

Ing. Franco Rodríguez John Eloy, Ph. D.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Guayaquil, a los 15 días de septiembre del año 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Faytong Salazar Washington Ernesto**

DECLARO QUE:

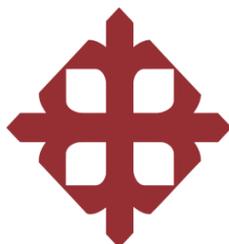
El Trabajo de Titulación **Evaluación del efecto inhibitor del ozono sobre *Moniliophthora roreri* en condiciones *in vitro***, realizado en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Plantas de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, previó a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 días de septiembre del año 2017

EL AUTOR

Washington Ernesto Faytong Salazar



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Yo, Faytong Salazar, Washington Ernesto, autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Evaluación del efecto inhibitor del ozono sobre *Moniliophthora roreri* en condiciones *in vitro***, realizado en el Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 días de septiembre del año 2017

EL AUTOR

Faytong Salazar Washington Ernesto



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación “Evaluación del efecto inhibidor del ozono sobre *Moniliophthora roreri* en condiciones *in vitro*.”, presentada por el estudiante **Faytong Salazar Washington Ernesto**, de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, obtuvo el resultado del programa URKUND el valor de 0 %, considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	Faytong Salazar, Washington TT UTE A 2017.pdf (D30202530)
Presentado	2017-08-21 10:23 (-05:00)
Presentado por	ute.fetd@gmail.com
Recibido	alfonso.kuffo.ucsg@analysis.urkund.com
Mensaje	TT UTE A 2017 Faytong Salazar Mostrar el mensaje completo
	0% de estas 25 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.

Fuente: URKUND-Usuario Alfonso Kuffó García, 2017

Certifican,

Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.
Director Carreras Agropecuarias
UCSG-FETD

Ing. Alfonso Kuffó García, M. Sc.
Revisor - URKUND

AGRADECIMIENTOS

Terminar una tesis de grado es la culminación de largo tiempo de trabajo, estudio y esfuerzo. Sin embargo, su finalización no hubiese sido posible sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que a continuación citare, y muchas de las cuales han sido un soporte muy fuerte en momentos de angustia y desesperación.

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a personas que han sido pilares durante el periodo de estudio.

Mi familia, -pues están en mi corazón y son mi vida- quiero agradecer a mi esposa, Gina Alejandra Ríos que me dio el regalo más hermoso del mundo y está siempre apoyándome en cada paso, a mi hija Elba Elizabeth Faytong Ríos, que me da las fuerzas necesarias para seguir, a mis padres Washington Faytong Velásquez y Elba Luz Salazar López, que se sacrificaron tantos años por darme educación y techo, a mi tío Antonio Salazar y mi abuela María López, gracias por estar siempre presentes.

En particular, agradezco al Director del ITT, Dr. C. Ángel Llerena Hidalgo, siempre presente guiando, dando respaldo y ánimo en la investigación; al Docente Dr. C. Lenin Páz, quien colaboró activamente en la búsqueda de soluciones a las dificultades y a todos los Docentes y amigos de las Carreras Agropecuarias que aportaron de manera desinteresada con un granito de arena mi formación como profesional y persona

DEDICATORIA

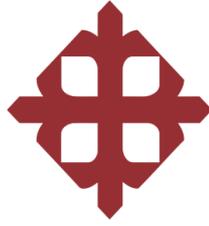
Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre, por ser un pilar fundamental y por el sacrificio que ella ha hecho toda su vida. A mi padre, que me enseñó desde pequeño valores que hoy ayudan a cumplir mis objetivos. A mi esposa y mi hija, porque las amo infinitamente, me llenan de alegría y orgullo. A mi tío Antonio por ser como un padre desde que tengo uso de razón y por darme la mano sin tener la obligación de hacerlo. A mi abuela María y mi tía Consuelo por guiarme y darme calor de madre.

Le dedico este logro a mi familia, docentes y amigos que de alguna u otra manera influyeron en mi formación como persona y profesional.

“"Imposible" es sólo una palabra que usan los hombres débiles para vivir fácilmente en el mundo que se les dio, sin atreverse a explorar el poder que tienen para cambiarlo. "Imposible" no es un hecho, es una opinión. "Imposible" no es una declaración, es un reto. "Imposible" es potencial. "Imposible" es Temporal, "Imposible" no es nada”

Muhammad Ali



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Ángel Bernardo Llerena Hidalgo, Ph. D.

TUTOR

Ing. John Eloy Franco Rodríguez, Ph. D.

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc

COORDINADORA DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CALIFICACIÓN

Ing. Angel Bernardo Llerena Hidalgo, Ph. D.

TUTOR

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Cacao (<i>Theobroma cacao</i>).....	4
2.1.1 Generalidades del cacao.	4
2.1.2 Producción de cacao en Ecuador.	4
2.1.3 Exportación cacaotera del Ecuador.	5
2.2 <i>Moniliophthora roreri</i> (Monilia).....	6
2.2.1 Generalidades del hongo.....	6
2.2.2 Taxonomía.....	7
2.2.3 Origen y distribución de la Monilia.	7
2.2.4 Morfología de la Monilia.....	8
2.2.5 Epidemiología.	9
2.2.6 Síntomas de la Monilia.....	10
2.2.7 Ciclo de la enfermedad.....	11
2.3 Biología del patógeno.....	11
2.3.1 Reproducción.....	11
2.3.2 Los Conidios.	12
2.3.3 Control de enfermedades.	13
2.3.4 Dispersión de la monilia.....	13
2.3.5 Rango de hospederos.....	13
2.4 El ozono.....	14
2.4.1 Generalidades del ozono.....	14
2.4.2 Ficha descriptiva del ozono.	14
2.4.3 El ozono en la producción agrícola.....	15
2.4.4 El ozono como desinfectante.....	16

2.4.5	Producción natural y artificial del ozono.....	17
2.4.6	Características físicas y químicas del ozono.	18
2.4.7	El ozono para el control de hongos.....	19
3.	MARCO METODOLÓGICO	20
3.1	Localización del Ensayo	20
3.2	Materiales.....	20
3.2.1	Material biológico.....	20
3.2.2	Mazorcas de cacao.....	20
3.2.3	Identificación de <i>Moniliophthora roreri</i>	20
3.2.4	Azul de lactofenol.....	21
3.2.5	Material para el aislamiento.	21
3.2.6	Material técnico.....	21
3.2.7	Material Tecnológico.....	22
3.3	Variables de estudio	23
3.4	Diseño estadístico	23
3.5	Metodología.....	23
3.6	Método	24
3.6.1	Aislamiento del hongo	24
3.6.2	Repique del hongo.	26
3.6.3	Montaje del experimento.....	27
3.7	Dosis óptima en ppm.	29
3.7.1	Diseño de la investigación	29
3.7.2	Técnicas y modelos de análisis de datos.	29
3.8	Tipo de investigación	29
4.	RESULTADOS	30
5.	DISCUSIÓN.....	37
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39

6.1 Conclusiones.....	39
6.2 Recomendación.....	39
BIBLIOGRAFIA	40
ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción de cacao en Ecuador.....	5
Tabla 2. Clasificación Taxonómica.....	7
Tabla 3. Descripción del ozono	14
Tabla 4. Análisis de varianza.....	24
Tabla 5. Interpretación de datos finales.....	30
Tabla 6. Análisis de la varianza	30
Tabla 7. Cuadro de análisis de la varianza.....	31
Tabla 8. Prueba Duncan 5 % de probabilidad estadística para los siete Tratamientos sobre el crecimiento de M.roreri.....	32
Tabla 9. Inhibición del hongo expresado en porcentajes.....	33
Tabla 10. Tratamiento testigo absoluto vs Tratamientos ozonificados	34
Tabla 11. Tratamiento aspersión agua vs Tratamientos ozonificados.....	34
Tabla 12. Tratamiento 3 vs Tratamiento 4, 5, 6 y 7	34
Tabla 13. Tratamiento 4 vs Tratamiento 5, 6 y 7	35
Tabla 14. Comparación de Tratamientos 5, 6 y 7.....	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Exportaciones de cacao.....	6
---	---

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelo, Aguas y Plantas en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, donde se buscó una alternativa ecológica para el manejo de *Moniliophthora roreri*, enfermedad que causa pérdidas de hasta el 80 % de la producción cacaotera. Fue necesario recolectar muestras de mazorcas (Fino aroma) infectadas con la enfermedad. El experimento se dividió en 3 fases: aislamiento del hongo, repique y montaje del experimento. El diseño experimental utilizado fue un Diseño completo al azar y se evaluaron siete Tratamientos, de los cuales dos corresponden a Tratamiento testigos y los cinco restantes son los Tratamientos con diferentes dosis de ozono. Para determinar la concentración óptima se realizó cuatro mediciones cada dos días para evaluar el crecimiento del micelio del hongo, y, utilizando prueba de significancia Duncan, prueba T para muestras independientes y prueba T para muestras apareadas, se consideró el Tratamiento siete que corresponde 5 partes por millón el ideal para el control de *Moniliophthora roreri*. Además, se pudo evidenciar que, a medida que se incrementa la dosis de ozono, la inhibición del hongo es mayor, por lo que se recomienda realizar ensayos con dosificaciones mayores.

Palabras claves: *Moniliophthora roreri*, Ozono, Micelio.

ABSTRACT

The following research was carried out at the Laboratory of Ground, Water and Plants at the Technical Faculty for the development of Santiago de Guayaquil Catholic University where an ecological alternative for the management of *Moniliophthora roreri*, disease that causes up to 80% of cocoa plantation production to be lost, to be found. The collection of cocoa pods (of Fine aroma) infected with the disease for the isolation of the fungus and then the reproduction of the pure strain in-vitro was necessary. The experiment was carried out in three phases: the isolation of the fungi, fungi reproduction and assembly of the experiment. The experimental design used was a design chosen at random. Seven treatments were evaluated from which two were controlled treatments while the others were treated with different doses of ozone. To determine the optimal concentration, four measurements were recorded every two days to evaluate the growth of the fungi mycelium, and by using the Duncan T significance test for independent samples and Significance test T for paired samples, treatment seven, corresponding 5 parts per million, was considered the ideal concentration for the control of the *Moniliophthora roreri*. Moreover, it was evident that as the doses of ozone was increased the inhibition of the fungus increased; hence, the conduction of experiments with higher dosages is recommended

Key words: *Moniliophther roreri*, ozone, micelium

1. INTRODUCCIÓN

El consumo de *Theobroma cacao* data desde hace más de 5 500 años, consumiéndolo como alimento y utilizándolo como moneda; con el tiempo el cacao se convirtió en uno de los productos más antiguos dentro de las exportaciones del Ecuador pues estuvo presente en la época colonial y en la República. De hecho, este cultivo contribuyó al crecimiento de la economía y de la política del Ecuador y fue una parte socioeconómica fundamental para los agricultores del Ecuador. ¹

El cacao ecuatoriano tiene una constante demanda y es reconocido a nivel mundial, principalmente por Estados Unidos y Europa. Sin embargo, aunque el cacao del Ecuador ya está en el mercado asiático se prevé el aumento de exportaciones a dicho sector. Para el 2020 se estima que el chocolate se convierta en un alimento suntuario lo que le favorecería notablemente al país y sería una oportunidad más de crecimiento. Para el 2015, la proyección en cuanto a producción de cacao estuvo alrededor de 260 mil toneladas y 850 millones de dólares que aportan a la economía y desarrollo del país. ²

Las enfermedades del cacao son el factor biótico limitante, de mayor impacto, para su producción en Latinoamérica y el mundo. La moniliasis es causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, causando pérdidas de hasta el 80 % en la producción de cacao, ejerciendo su mayor daño en los frutos.

Esta enfermedad, que tiene su origen en Colombia, el cual se ha diseminado a países productores de cacao de Sur y Centroamérica, y ha dejado a su paso el derribo y abandono de plantaciones, bajas considerables

¹ Carrera, 2014: Análisis sobre el desarrollo de la comercialización internacional del cacao fino aroma.

² Ontaneda, 2015: Retos y objetivos Anecacao 2015.

de la producción, aumento de costos de producción y baja rentabilidad del cultivo, empobrecimiento de los productores y deterioro ambiental.

Esta enfermedad fue reportada en Ecuador, en la provincia de los Ríos, en el lado occidental de los Andes, siendo denominado el patógeno como *Moniliophthora roreri*. La enfermedad ataca solamente los frutos del cacao y se considera que constituye uno de los factores limitantes de mayor importancia en la producción del cultivo. Puede provocar pérdidas que oscilan entre un 16 y 80 % de la producción.³

Desde 1982, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE. UU. Reconoció al ozono como sustancia segura en la industria del agua embotellada. En 2001, la U.S. FDA aprobó al ozono como sustancia GRAS para el contacto directo con alimentos, lo que junto a otros factores de carácter técnico, económico y social ha permitido un incremento acelerado de la introducción del ozono en la industria alimentaria.⁴

Es por esto que surge una nueva alternativa, el ozono, que busca ayudar a los agricultores, buscando una vía que sea rentable y ecológica. El ozono en los cultivos ayuda a incrementar las producciones hasta en un 40 %, siempre y cuando se lleve la metodología adecuada. Por otro lado, la aplicación de agua ozonizada permite reducir los costes económicos en insumos químicos y abonos, obteniendo mayor rentabilidad en la producción.

El ozono es la forma más activa del oxígeno, transformando el agua en un desinfectante natural, que, por su capacidad de oxidación, elimina de manera eficaz virus, bacterias, hongos y demás microorganismos. Debido a su naturaleza, es importante aseverar que el ozono no deja ningún tipo de residuo químico, ni en el campo, peor aún en el alimento, ya que

³ Evans, 2003: Phylogeny of the frosty pod rot pathogen of cocoa.

⁴ Bataller, 2009: El ozono: una alternativa sustentable en el Tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas.

sencillamente se descompone en oxígeno después de 30 minutos. Con los antecedentes expuestos, el presente trabajo tuvo los siguientes objetivos:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Medir el efecto del ozono sobre *Moniliophthora roreri* en busca de una alternativa ecológica para un manejo sostenible de la moniliasis en cacao.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Determinar la dosis de ozono con efecto inhibitorio significativo sobre el crecimiento *Moniliophthora roreri* en condiciones *in vitro*.

- Realizar un análisis comparativo de los Tratamientos de ozono sobre el micelio de *Moniliophthora roreri* en condiciones *in vitro*.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Cacao (*Theobroma cacao*)

2.1.1 Generalidades del cacao.

Theobroma cacao L. es nativo de los bosques tropicales de América. El árbol se originó en grupos a lo largo de las riberas, en la cuenca del Amazonas situada la cordillera de Los Andes. Se puede encontrar en los trópicos, en una franja entre 10 a 20 ° norte y sur del ecuador, denominado "cinturón de cacao". El cacao ha sido ampliamente distribuido por todo el trópico húmedo, siendo los principales productores comerciales Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria, Brasil y Camerún (Briz, 2015, p.6).

El cacao pertenece a la familia de las Malvaceae (o Sterculiaceae), y se caracteriza por tres grupos de cultivares principales: Criollo, Forastero y Trinitario, que se han extendido recientemente en los trópicos (sub) húmedos. Todas las especies cultivadas son originarias de América. El cacao es uno de los cultivos más valiosos del mundo, existiendo 8.2 millones de hectáreas sembradas, desempeñando un papel importante en el desarrollo social y económico de más de 5 millones de hogares (Jurgen y Díaz, 2012, p.2).

2.1.2 Producción de cacao en Ecuador.

Los datos de producción disponibles hasta el año 2011, registran a nivel nacional de 2 24,163 t, con una superficie sembrada de 5 21,091 ha, y una superficie cosechada de 9.789.467 ha. Tanto la superficie sembrada, la cosecha y la producción registran incrementos en los últimos cinco años registrados (2007 – 2011), dando una tasa de crecimiento promedio anual de 5.35 % para la superficie sembrada, 2.87 % para la superficie cosechada y 14.28 % para la producción de cacao. El aumento también se refleja en el rendimiento del producto (PROECUADOR, 2013, p.6)

Tabla 1. Producción de cacao en Ecuador

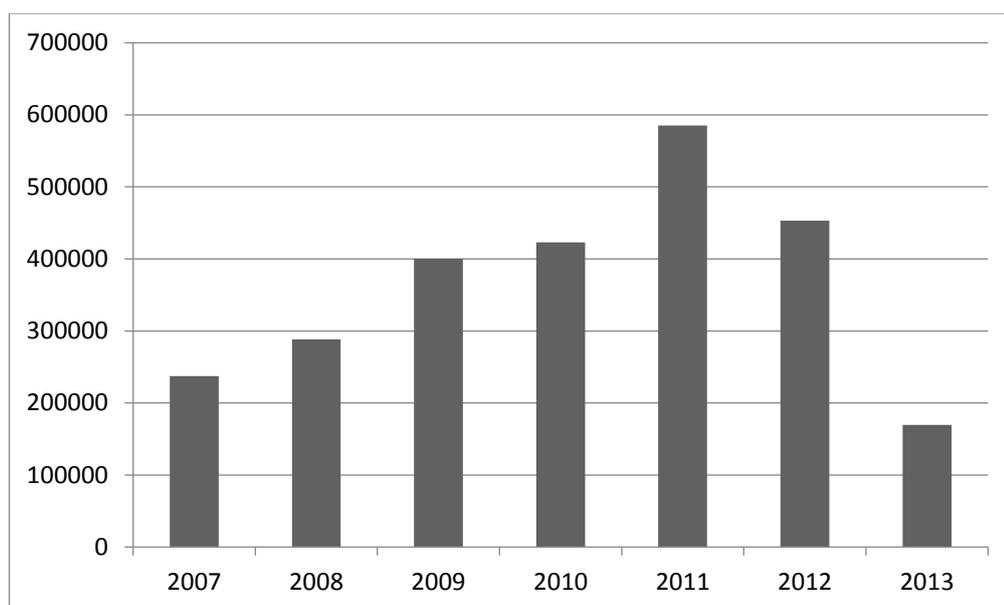
Año	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (toneladas)	Rendimiento
2007	422.985	356.657	131.419	0.37
2008	455.414	360.025	132.100	0.37
2009	468.840	376.604	143.945	0.38
2010	470.054	398.104	189.755	0.48
2011	521.091	399.467	224.163	0.56

Fuente: PROECUADOR (2013, p.6)

2.1.3 Exportación cacaotera del Ecuador.

Al finalizar el 2015, 236 mil toneladas métricas de cacao en grano fueron exportadas por el Ecuador, representando un 91 % del total de volúmenes comercializados al exterior, con un incremento anual de 2 puntos. Un 9 % (23 mil toneladas métricas transformadas su peso a granos), correspondió a los envíos de los productos elaborados de cacao como licor, manteca, torta y polvo, principalmente dentro de América del sur, representando una contracción anual del 17 % de estos envíos. Mientras, un 0.5 % correspondió a las exportaciones de chocolates y sus demás preparaciones, con 1.2 mil toneladas. Este último valor, tuvo una caída del 27 % con relación a las exportaciones del 2014, cuando se alcanzaron 1.7 mil toneladas. Las exportaciones totales de cacao de 2015 representaron USD 810 millones USD FOB (Moncayo, 2016, p.32).

Figura 1. Exportaciones de cacao



Fuente: PROECUADOR (2013, p.8)

2.2 *Moniliophthora roreri* (Monilia)

2.2.1 Generalidades del hongo.

Moniliophthora roreri es un hongo parasitario de plantas neotropicales (Familia Marasmiaceae) que todavía se limita a América. Causa la pudrición del fruto (también conocida como moniliasis), es una enfermedad económicamente importante del cacao (*Theobroma cacao*) que representa una amenaza permanente para todos los países productores de cacao (Phillips-Mora y Wilkinson, 2007, p.1).

La monilia es un hongo altamente especializado que destruye el fruto del cacao. *M. roreri* es capaz de prosperar bajo diferentes condiciones ambientales, desde el nivel del mar hasta más de 1 000 m, y en zonas muy secas a muy húmedas (Phillips-Mora y Wilkinson 2007, p.1).

Los frutos infectados menores de dos meses y medio continúan su crecimiento aparentemente normal pero luego desarrollan deformaciones en forma de protuberancias de los tejidos del exocarpo, con una coloración más clara que el resto de la mazorca, ocurriendo la muerte del fruto. Cuando la

enfermedad ha completado la mitad o más de su desarrollo, el síntoma más característico es una mancha marrón oscuro y con borde irregular que se denomina “mancha chocolate” y que se manifiesta inicialmente en forma de pequeñas manchas aceitosas (López-Baez et al., 2015, p.2).

2.2.2 Taxonomía.

Según Evan et al. (1978, p.20), luego de observaciones al microscopio electrónico, determinaron la presencia de una septa doliporo en el micelio vegetativo, indicando afinidad con la clase Basidiomycetes, y describieron el desarrollo de las conidias en forma basipétala, por lo que propusieron ubicar al agente causal de la moniliasis en el género *Moniliophthora*. A partir de ese trabajo, el hongo se denomina *Moniliophthora roreri*, y corresponde a la siguiente clasificación taxonómica:

Tabla 2. Clasificación Taxonómica

Clase:	Basidiomycetes
Orden:	Trycholomataceae
Familia:	Marasmiaceae
Género:	<i>Moniliophthora</i>
Especie:	<i>M. roreri</i> (Cif. y Par)

Fuente: Evans et al (1978, p.20).

2.2.3 Origen y distribución de la Monilia.

El patógeno basidiomiceto invasivo *Moniliophthora roreri* se originó en el oeste de Colombia / Ecuador. En los últimos años se ha extendido en América del Sur (Perú, Venezuela y Bolivia) y en toda Mesoamérica hasta México. África, Asia y el Caribe insular aún están libres de este patógeno (Krauss, 2010, p.75).

En un comienzo se consideró que Ecuador era el centro de origen de la enfermedad. En esa época (1917), el fitopatólogo J. B. Rorer viajó desde

Trinidad hasta Ecuador, recolectando muestras en busca de una explicación a la reducción que se presentó en la producción cacaotera. Las muestras fueron enviadas al investigador R. E. Smith, en la Universidad de California, el cual determinó que la enfermedad era causada por el patógeno *Monilia* sp. (Jaimes y Arazazu, 2010, p.90).

M. roreri causa la podredumbre devastadora de las vainas del cacao (*Theobroma cacao*), una enfermedad que comúnmente reduce los rendimientos en más del 80 % dentro de unos pocos años de establecimiento de patógenos. Las pérdidas severas, y el fracaso de la cosecha, ocasionalmente completo, frecuentemente hacen que la producción de cacao sea económicamente inviable. Los resultados son la pérdida de medios de subsistencia y el abandono y la conversión de los agroforestales afectados a usos menos sostenibles desde el punto de vista ambiental, con efectos secundarios que van desde la pérdida de hábitat para la fauna silvestre, la fragmentación de los bosques y la erosión del suelo. Por lo tanto, es imperativo que se impida la introducción del patógeno en otras regiones productoras de cacao. Estos incluyen el Caribe insular, las Guyanas y Brasil en las Américas, así como los continentes productores de cacao en masa, África y Asia (Krauss, 2010, p.86).

2.2.4 Morfología de la Monilia.

Moniliophthora roreri se caracteriza por ser un hongo mitospórico dentro de los Agaricales. Estudios realizados por microscopía electrónica revelaron que este hongo presenta una única espermatogénesis basipetal, como en *Monilia* (antiguo término referido al género *Moniliophthora*) y posee septos doliporos en el micelio. Esto fue considerado como el estado mitótico (anamorfo) de un basidiomycete (Evans, 2003, p.476).

Por estudios citológicos se observó que las conidias han sido postuladas a servir como meiosporas; lo que sugiere que estas esporas representan un basidium modificado que perdió la forma, espesor y carnosidad del basidiocarpio, formando solo un pileus vestigial. Las esporas

son multifuncionales y sirven no solo para el intercambio genético sino también para la dispersión, infección y sobrevivencia (Evans, 2007, p.1641).

La geometría de las esporas varía de esféricas a ovaladas y presentan dos casos de germinación, ya sea por medio del poro germinativo o en ocasiones directamente desde la pared celular. El tubo germinativo se localiza en el extremo distal y se pueden encontrar estructuras similares a un apresorio. Las esporas de mayor edad se caracterizan por sus paredes con mayor grosor y tonalidades oscuras, las cuales dan inicio a la fase de dormancia (Evans, 2003, p. 485).

2.2.5 Epidemiología.

Esta enfermedad ha sido localizada a una altitud entre 0 y 1 520 m.s.n.m., donde existe precipitación fluvial anual de 780 – 5 500 mm y una temperatura de 18 a 28°C. Las condiciones secas, humedad relativa baja y temperatura mayor a 26°C favorecen la liberación y dispersión de los conidios, y las lluvias intensas y frecuentes favorecen la presencia de agua libre sobre los frutos, facilitando la germinación y penetración de los conidios (IICA, 2006, p.76).

La germinación de las conidias es favorecida sobre temperaturas medias de 22°C y humedad relativa del 93 % (Albuquerque et al., 2005, p.151).

En tanto que tal nivel de esporulación sólo se observa durante pocas semanas después de su inicio, reduciéndose la cantidad de esporas producidas hasta aproximadamente diez semanas, cuando se torna casi insignificante. Las esporas pueden ser aisladas de los mismos frutos momificados, incluso después de un año de la infección, lo que es garantía de la oferta de inóculo durante ese tiempo (Evans, 1981, p.44).

2.2.6 Síntomas de la Monilia.

Según Cunha-Moreira (2006, p.15), una de las características del hongo *Moniliophthora roreri* es su largo período de incubación (tiempo que tarda desde que infecta el fruto hasta que se observa algún síntoma externo en él). Este tiempo puede ser de tres a ocho semanas, dependiendo de la edad del fruto, la severidad del ataque, la susceptibilidad del árbol y las condiciones del clima principalmente presencia de lluvias (Villavicencio, 2010, p.14).

Las mazorcas con edad menor a un mes presentan maduración prematura, marchitez y secamiento. Los frutos de uno a tres meses presentan deformaciones o abultamientos; mazorcas de dos a tres meses presentan puntos verdes oscuros o deformaciones. Luego de los primeros síntomas aparece la mancha color marrón o chocolate, a los pocos días sobre la mancha café aparece el micelio y luego las esporas de color crema (FEDECACAO, 2006, p.8).

El daño interno causado por la moniliasis es aún más grave que el daño externo, porque se pierden casi todas las almendras, sin importar la edad del fruto. En los frutos jóvenes no hay formación de semillas por lo que se genera una masa fibrosa, debido a la descomposición de los tejidos y son más pesados que los sanos (FEDECACAO, 2006, p.8).

Estos hongos se reproducen en las mazorcas y se dispersan por esporas que entran en contacto con otras mazorcas. De tal forma, colonizan los tejidos meristemáticos del árbol, sin causar daño aparente en los granos de cacao (Mejía et al. 2008); sin embargo, al infectar el árbol intercelularmente, causan pérdida apical, hiperplasia e hipertrofia en la semilla, lo que ocasiona finalmente la necrosis de esta (López, 2009, p.130).

2.2.7 Ciclo de la enfermedad.

El ciclo comienza por la dispersión de una espora asexual infectiva de *M. royeri*, la cual en condiciones ideales para su desarrollo y germinación tales como: temperatura entre 25°C precipitación entre 40 - 1 000 mm por año, benefician el desarrollo de la infección (Evans, 1981, p.15).

La aparición de síntomas depende de la edad del fruto infectado, en los primeros estados de crecimiento del pepino, se desarrolla completamente la enfermedad y en frutos con más de 4 meses de edad la infección generalmente queda limitada a la corteza, presentando solamente los síntomas iniciales y generalmente no causa daño interno en las semillas. El ciclo de duración de la enfermedad es de 68 a 74 días en promedio, con el desarrollo durante este periodo de todos los síntomas (Rodríguez et al., 2005, p.25).

Según Phillips-Mora (2006, p.22), los conidios se depositan sobre el fruto, germinan si hay agua o mueren por la radiación/desecación; estas al germinar pueden penetrar directamente a la cáscara del fruto. Su penetración ocurre directamente a través de los estomas, creciendo entre las células del córtex, produciendo conidios dentro y en la superficie de los frutos.

2.3 Biología del patógeno

2.3.1 Reproducción.

Hasta ahora, *M. royeri* no ha sido observado produciendo el cuerpo del hongo, sino más bien, produce miles de millones de esporas en la superficie de las vainas infectadas. La cuestión de si las esporas se producen a través de la meiosis o la mitosis ha sido objeto de alguna especulación, sin embargo, numerosos estudios de base molecular han sido incapaces de apoyar una hipótesis de recombinación sexual para este hongo (Díaz-Valderrama y Aime, 2016, p.1).

Estudiando la esporogénesis de las hifas y esporas en *M. roreri* mediante tinción nuclear y germinación de esporas estudios, se determinó que, las conidias se producen asexualmente de una manera tálica y rexolítica como es verdad para otras especies de Marasmiineae tales como *M. pernicioso*, *Flammulina velutipes* y *Marasmius puerarias*. También se encontró que las células hifas, así como las esporas, albergan uno o dos núcleos, rara vez tres, que el tamaño del conidio está influenciado por el número de núcleos dentro, y esos individuos aislados produjeron consistentemente y significativamente diferentes proporciones de las esporas mononucleadas independientemente del grupo varietal (Díaz-Valderrama y Aime, p.1).

2.3.2 Los Conidios.

La forma simple de la reproducción asexual es la producción de esporas vegetativas. Son dos estructuras principales, asociadas con la reproducción vegetativa. Son los artroconidios, y los clamidoconidios. Los artroconidios son producidos por las hifas que se separan y fragmentan. Estos pueden también ser denominados talosporas. Los clamidoconidios son usualmente mayores que los artroconidios, son redondeados y están inflados con alimentos de reserva. La formación de estas estructuras es usualmente como respuesta al estrés medioambiental. Bajo condiciones favorables, ambos, artroconidios y clamidoconidios germinan para producir un nuevo micelio (Reyes, 2012, p.1).

Conidios o conidiosporas son las esporas asexuadas externas. Si están implantadas directamente sobre la hifa se llaman sésiles. La parte del micelio que origina y sostiene a las esporas se denomina esporóforo y si se trata de conidios se dice conidióforo. Fiálide es la célula conidiógena que desde un extremo origina por brotación y sin aumentar su longitud, los fialoconidios o fialosporas. La pared de la fiálide suele extenderse en el ápice formando un collarín (Carrillo, 2003, p.109).

2.3.3 Control de enfermedades.

En la actualidad, muchos agricultores y técnicos practican y recomiendan el Manejo Integrado de Plagas, que es un sistema que incluye varios métodos y procesos, que combinados reducen al mínimo los daños causados por las plagas, enfermedades y malezas, evitando de esta manera el deterioro del ambiente. Estas técnicas son el resultado de la recopilación de las técnicas del conocimiento ancestral, que, mediante el empleo de extractos vegetales propios de cada sector, pueden disminuir el uso de agroquímicos, cada vez más caros, más concentrados, y peligrosos, cuyo uso continuo ha provocado una mayor resistencia en los insectos y enfermedades, y ha eliminado a los enemigos naturales de las plagas (Ramón y Rodas, 2007, p.3).

2.3.4 Dispersión de la monilia.

La monilia se pasa de una planta a otra y de una plantación a otra por el viento, la lluvia, los animales, las personas y por el traslado de frutos o mazorcas con el hongo de una plantación a otra. La monilia que se produce dentro de las plantaciones abandonadas se pasa a otros cacaotales que tienen manejo y están en producción. Los frutos enfermos que permanecen pegados al árbol producen esporas o semillas durante 7 meses y son una fuente de infección de frutos sanos o en desarrollo, para otra plantación dentro de la finca y otras parcelas vecinas o lejanas (Ruiz, 2013, p.2).

2.3.5 Rango de hospederos.

Moniliophthora roreri ha sido reportado solamente en especies de los géneros *Theobroma* y *Herrania*. Rorer en 1918 reportó el ataque de frutos de *T. bicolor* y *H. balaensis* en Ecuador. Baker en 1954 reportaron infecciones en *T. gireli*. Además, Evans en 1981 reportó infecciones de *M. roreri* en *T. mammosum*, *T. simiarum*, *T. sylvestre*, *T. angustifolium*, *H. nítida*, *H. pulcherrima*. (Cuhna, 2006, p.18).

2.4 El ozono

2.4.1 Generalidades del ozono.

El ozono (O₃) es una molécula formada por tres átomos de oxígeno (O), y se encuentra principalmente en la estratosfera, donde nos protege de la radiación ultravioleta perjudicial del Sol. Aunque representa sólo una pequeña fracción de la atmósfera, el ozono es crucial para la vida en la Tierra. El ozono en la estratosfera, una capa de la atmósfera entre 15 y 50 kilómetros (10 y 31 millas) Sobre nosotros-actúa como un escudo para proteger la superficie de la Tierra de la radiación ultravioleta dañina del sol (NASA, 2013, p.1).

2.4.2 Ficha descriptiva del ozono.

Tabla 3. Descripción del ozono

Identificación	
Nombre químico	Ozono
Masa molecular relativa	48 g/L
Volumen molar	22.4 m ³ PTN/Kmol
Formula empírica	O ₃
Número de registro CAS	10028-15-6
Referencia EINECS	233-069-2
Densidad (gas)	2.144 g/L a 0°C
Densidad (liquido)	1,574 g/cm ³ - 183°C
Temperatura de condensación a 100kPa	-112°C
Temperatura de fusión	-196°C
Punto de ebullición	-110.5°C
Punto de fusión	-251.4°C
Temperatura critica	-12°C

Presión crítica	54 atms.
Densidad relativa frente al aire	1.3 veces más pesado que el aire
Inestable y susceptible de explosionar fácilmente	Líquido - 112°C Sólido - 192°C
Equivalencia	1ppm = 2mg/m ³

Fuente: Pérez (2005, p.3)

2.4.3 El ozono en la producción agrícola.

Los sistemas de ozono en cultivos permiten incrementar la productividad de las explotaciones entre un 15 % y un 40 % si se llevan a cabo las metodologías adecuadas, tal y como pudo constatar en más de 250 cultivos estudiados por ASP Asepsia en invernaderos de Almería. No sólo porque se evitan enfermedades en la planta, sino porque oxigena la raíz y hace la planta más fuerte, además se reducen los costes económicos debido al ahorro en químicos, abono y agua de riego. Todo ello contribuye a incrementar de forma significativa la rentabilidad de la explotación (Nueva tribuna, 2015, p.1).

Las principales aplicaciones del ozono en la agricultura son la inyección de agua ozonizada en el riego y los Tratamientos foliares por pulverización. 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 otros ataques bacterianos o fúngicos (Ecoticias, 2015, p.1).

El ozono, la forma más activa de oxígeno, convierte el agua en desinfectante natural que elimina de manera fácil y eficaz virus, bacterias, hongos, algas, esporas y demás microorganismos. Hay que destacar que debido a su naturaleza, el ozono no deja ningún tipo de residuo químico, ni

en la instalación ni en el producto alimenticio, ya que se descompone en oxígeno (Reyes, 2015, p.1).

Fumigar con ozono cuesta 20 % menos que con agentes químicos tradicionales como el bromuro de metilo, el cloro y el dióxido de cloro. El gas asfixia a los insectos en 11 horas sin dañar el alimento y en 24 horas el producto libre de plaga está listo para ser exportado (Ramírez, 2015, p.1).

Por otra parte, los generadores de ozono pueden eliminar los pesticidas y hacer que los empleados del sector agrícola puedan trabajar del modo más saludable y con menos riesgos. Para evitar la mayor parte del contacto directo con los pesticidas, los trabajadores deben utilizar distintos tipos de dispositivos de seguridad, como ropa impermeable y el uso de guantes en todo momento, así como mascarillas para evitar respirar los gases producidos por los elementos químicos (INNOVAGRI, 2015, p.1).

2.4.4 El ozono como desinfectante.

El ozono se utiliza ahora como un desinfectante seguro, eficaz y potente para controlar el crecimiento biológico de los organismos no deseados en los productos y en los equipos industriales utilizados en el procesamiento de los alimentos y bebidas. En solución líquida, el ozono se puede utilizar para desinfectar el equipo, el agua de proceso, y algunos productos alimenticios. En forma gaseosa, el ozono ayuda a desinfectar y conservar ciertos productos alimenticios, y también se utiliza para sanear los envases de los alimentos. Algunos productos que actualmente se conservan con ozono incluyen los huevos durante el almacenamiento en frío, frutas y verduras frescas y pescado fresco (Sopher *et al.*, 2002, p.9).

El ozono también mata virus, parásitos y hongos. La Protección Ambiental de los Estados Unidos, en colaboración con el Servicio de Ley de

Agua Potable de 1 991, confirmaron que el ozono era eficaz para liberar el agua de patógenos peligrosos, incluidos los resistentes al cloro *Cryptosporidium* (USDA, 1998, p.13).

El ozono es un gas a temperatura ambiente, con una muy elevada capacidad oxidativa. Su poder oxidante es mayor al del hipoclorito y del dióxido de cloro. Es poco soluble en agua lográndose soluciones de hasta 10µg/ ml. Sin embargo, en soluciones por encima de 1 µg/ ml se libera ozono al aire por encima de los niveles de seguridad (Garmendia y Vero, 2006, p.8).

El ozono, debido a sus propiedades oxidantes, puede ser considerado como uno de los agentes microbicidas más rápido y eficaz que se conoce. Su acción posee un amplio espectro, sin selectividad, que engloba la eliminación de las bacterias, virus, hongos y esporas, además por permitir una oxigenación extra tras su descomposición molecular (Del Cerro, 2013, p.2).

2.4.5 Producción natural y artificial del ozono.

El Ozono (O₃) es una molécula relativamente inestable compuesta de tres átomos de oxígeno (O). A pesar de que sólo representa una fracción muy pequeña de la atmósfera, el ozono es indispensable para la vida en la Tierra (NASA, 2001, p.1).

En la naturaleza, la capa de ozono que se forma en la parte inferior presiona y rodea la tierra, sobre el exterior la atmósfera tiene mayor concentración en ppm de ozono. Esta capa protege la vida en la tierra de las penetrantes radiaciones de rayos UV, así como del calentamiento global. Aparte de esto, las mayores concentraciones de ppm en ozono se forman de manera fácil y rápida durante las tormentas eléctricas. La primera lluvia lava el ozono que se encuentra en la atmosfera llevándola hacia la tierra,

provocando germinaciones rápidas y crecimiento de plantas (Vijayan y Jagadish, 2010, p.2).

Según Rodríguez (2003, p.4), los principales métodos de generación de ozono son:

- **Electrolisis:** Electrolisis del ácido sulfúrico. El rendimiento es mediocre y no se utiliza habitualmente.
- **Generación fotoquímica:** Mediante reacción del oxígeno con luz ultravioleta. Este procedimiento no se utiliza industrialmente debido al bajo rendimiento de generación de ozono y al alto consumo energético.
- **Descarga eléctrica de alto voltaje:** la técnica de plasma frío es el método que se emplea habitualmente; se hace pasar oxígeno a través de un campo eléctrico, generándose diversas especies químicas excitadas o no, que se recombinan para formar ozono.

2.4.6 Características físicas y químicas del ozono.

El ozono se forma en la naturaleza en los niveles altos de la atmósfera por la acción de las radiaciones UV procedentes del Sol, que produce la disociación iónica de la molécula de oxígeno y la reacción posterior de los iones formados con nuevas moléculas de oxígeno. A niveles más bajos de la atmósfera, se forma ozono gracias a la energía desarrollada por las descargas eléctricas en las tormentas, transformando el oxígeno diatómico en ozono (López-Cepero, 2011, p.33).

El ozono es aproximadamente 12 veces más soluble en agua que el oxígeno. La solubilidad del ozono en agua depende la presión parcial y de la

concentración de ozono en la fase gaseosa, por ello, el valor de la solubilidad puede variar en varias unidades del valor anteriormente mencionado. El ozono (O₃) es un gas alotrópico del oxígeno. A temperatura y presión ambiental es un gas inestable que se descompone rápidamente para volver a convertirse en oxígeno diatómico. Como consecuencia, el ozono no se puede almacenar o envasar, sino que debe generarse in situ y usarse inmediatamente (López-Cepero, 2011, p.33).

El ozono es de color azul, llegando a ser de color azul oscuro en su forma líquida y rojo oscuro en forma sólida, tiene un olor característico y es un gas más inestable en el aire que en el agua, esto es, tiene tendencia a perder un átomo de oxígeno para convertirse de nuevo en O₂ (Quiminet, 2011, p.1).

2.4.7 El ozono para el control de hongos

La interacción de la molécula de ozono, con las moléculas oxidables de los componentes celulares, especialmente aquellos que contienen enlaces dobles, conduce a una reacción de oxidación que atrofia su crecimiento. Por lo tanto, el objetivo del ozono es atacar la membrana de los fosfolípidos, las enzimas intracelulares y los materiales genómicos. Estas reacciones ocasionan daño celular y la muerte de los microorganismos (Goncalves, 2009, p.3).

La pared celular de los hongos es de varias capas y su composición es 80 % carbohidratos y 20 % proteínas y glicerinas. La presencia de los enlaces disulfuro hacen posible la oxidación por ozono. El ozono tiene la capacidad de difundirse a través de la pared fúngica, entrando en el citoplasma y alterando las funciones celulares del hongo (Antony-Babu y Singleton, 2009, p.413).

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Localización del Ensayo

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Para la realización del experimento, fueron necesarias, mazorcas de cacao infectadas con el hongo *Moniliophthora roreri* para el aislamiento *in vitro* en el Laboratorio.

3.2 Materiales

3.2.1 Material biológico.

- Mazorca de cacao infectado con Monilia (Fino Aroma)
- PDA (Papa agar dextrosa)
- Amoxicilina 500 mg
- Azul de lactofenol

3.2.2 Mazorcas de cacao.

Mazorcas de cacao con daño de monilia se colectaron en la localidad de Tres Postes, y únicamente se seleccionaron aquellas que estaban infectadas por el hongo con esporas, de las cuales se tomaron pequeñas muestras para el aislamiento.

3.2.3 Identificación de *Moniliophthora roreri*.

Se tomó una muestra de la parte externa del fruto infectado en placas porta-objeto para la identificación del hongo al microscopio previo a la siembra en cajas Petri. Luego de identificar el hongo, se tomaron las muestras a cultivar del mismo lugar de donde se identificó el hongo.

3.2.4 Azul de lactofenol

El azul de lactofenol se lo uso para identificar el hongo en el microscopio, se colocó una muestra sobre la placa porta objeto para luego colocarle una gota de azul de lactofenol.

3.2.5 Material para el aislamiento.

PDA

El agar utilizado fue Potato Dextrose Agar CM-PDA117, sus especificaciones son: Agar 15.0 g, Potassium Chloride 0.02 g, Dextrose 20.0 g, Starch 3.5 g, Peptona 0.42 g.

Para la preparación del PDA se usó 9.78 g de soluto y se lo mezclara con 250 ml de agua destilada.

Amoxicilina 500 mg

La amoxicilina es un antibiótico que se deriva de la penicilina, y actúa tanto en bacterias Gram positivas y Gram negativas, impidiendo la formación correcta de la pared celular y ocasionando la muerte. Se colocó el sustrato de una cápsula por cada frasco ámbar para reactivo.

3.2.6 Material técnico.

- Cuaderno de laboratorio
- Regla en cm
- Cajas Petri
- Pinza
- Mechero
- Alcohol 70 %
- Alcohol 97 %
- Algodón

- Frasco ámbar para reactivo de 250 ml
- Agua destilada
- Placas porta y cubre objetos
- Mandil
- Aza de punta
- Embudos de vidrio
- Probetas
- Espátula
- Matraz Erlenmeyer
- Toallas de mano
- Tubos de ensayo
- Pizeta
- Papel toalla
- Goteros
- Jeringas

3.2.7 Material Tecnológico.

- Celular
- Horno esterilizador
- Autoclave
- Agitador magnético
- Computadora
- Cámara de flujo laminar
- Cámara
- Microscopio óptico de luz (DN-107T)
- Balanza analítica (Kern D-72336)
- Hornilla eléctrica
- Incubadora
- Destilador de agua (Boeco WS-3500)
- Generador de ozono (Ecozone)
- Medidor de ozono (Chemetrics K-7423)

3.3 Variables de estudio

Medición diámetro del micelio en cm del hongo *Moniliophthora roreri*.

3.4 Diseño estadístico

Diseño completo al azar (DCA) y se aplicó la prueba de significancia Duncan al 5 %.

3.5 Metodología

Se utilizó un diseño completo al azar, el cual consto de 7 Tratamientos y 10 repeticiones, siendo indicador el crecimiento del hongo *Monilia* que fue cultivada y reproducida en cajas Petri con PDA.

Los Tratamientos estudiados son:

- Testigo absoluto (T1).
- Testigo aspersion agua (T2).
- Concentración de 1.0 ppm O₃ (T3).
- Concentración de 2.0 ppm O₃ (T4).
- Concentración de 3.0 ppm O₃ (T5).
- Concentración de 4.0 ppm O₃ (T6).
- Concentración de 5.0 ppm O₃ (T7).

La investigación se desarrolló aplicando 1 sola vez agua ozonizada al micelio de los hongos aislados en las cajas Petri, y se utilizó un medidor de ozono para realizar las concentraciones. La finalidad del experimento fue inhibir el crecimiento del hongo y comparar que Tratamiento tuvo mayor eficacia en el ensayo.

Se realizó un diseño completo al azar con 7 Tratamientos y 10 repeticiones.

Tabla 4. Análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de libertad
Tratamientos (t – 1)	6
Error t (r-1)	63
Total (rt-1)	69

Elaborado por: El autor 2017

3.6 Método

Método experimental de laboratorio: se escogió la muestra de mazorcas infectadas con la enfermedad de Monilia del cultivo de cacao variedad Fino aroma. El experimento se dividió en tres etapas:

1. Primero fue necesario aislar el hongo en tubos de ensayos a partir de mazorcas de cacao infectadas con *Moniliophthora roreri*.
2. Luego se realizó un “repique” del hongo en cajas Petri para la obtención de colonias puras.
3. Finalmente se hizo la siembra en las 70 cajas Petri para montar en ensayo.

3.6.1 Aislamiento del hongo

Para el aislamiento del hongo, fue necesario realizar las siguientes actividades.

3.6.1.1 Esterilización de la cámara de flujo.

Se realizó la limpieza de la cámara de flujo utilizando alcohol al 70 % y encendiendo la luz ultravioleta durante 15 minutos.

3.6.1.2 Preparación de PDA. (Papa agar dextrosa)

Para la preparación del medio del cultivo fue necesario una balanza analítica, agua destilada, frasco ámbar de 250 ml, embudo de vidrio, PDA, agitador magnético y una probeta.

La dilución se realizó utilizando 9.78 g de PDA por cada 250 ml de agua destilada. Para esto se utilizó una balanza analítica, donde se pesaron los 9.78 g y una probeta para medir 250 ml de agua. Una vez que se realizó las mediciones, se vertió el PDA en el frasco ámbar usando un embudo y se le agregó el agua destilada. Por último se agitó en el agitador magnético durante 10 minutos.

3.6.1.3 Esterilización en seco.

Para el envasado del PDA en los tubos de ensayos, es necesario esterilizar embudos envueltos en papel aluminio, para esto se utiliza el horno a una temperatura de 170 °C durante 3 horas.

3.6.1.4 Esterilización en húmedo.

Se procedió a colocar todos los tubos de ensayo junto con el medio de cultivo en el auto clave para esterilizar el material por un tiempo aproximado de 1 hora y 30 minutos.

Una vez realizada la esterilización, se trasladó los tubos de ensayos al horno para el secado de estos, el cual se colocó a 50°C durante 20 minutos.

3.6.1.5 Envasado del medio de cultivo en tubos de ensayos.

Una vez realizado las actividades anteriores, se llevó todo el material a la cámara de flujo laminar, la cual tenía encendido un mechero, la ventilación y la luz normal. Antes de realizar el envasado del medio de cultivo, es

necesario agregarle 1 cápsula de Amoxicilina trihidrato de 250 mg al frasco ámbar que contiene el PDA y se agitó. Luego se procedió al envasado del PDA utilizando los embudos.

Hay que tener en cuenta que luego del envasado del agar en los tubos de ensayo, se debe dejar descansar a estos de forma inclinada durante 5 minutos para que el medio de cultivo se solidifique.

3.6.1.6 Identificación del hongo.

Se procedió a identificar el hongo en el microscopio óptico de luz, tomando una pequeña muestra del exocarpo de la mazorca. Hay que tomar en cuenta el lugar de donde se tomó la muestra a observar, ya que las muestras a sembrar tienen que ser del mismo lugar de donde fue identificado el hongo.

3.6.1.7 Siembra del hongo en tubos de ensayos.

Se realizó el sembrado usando un aza de punta para tomar una muestra de 5 mm aproximadamente del mismo lugar donde se identificó el hongo, y se lo coloca en el centro del tubo de ensayo. A partir de este momento se debe esperar de 10 a 15 días para que el hongo logre el crecimiento requerido y realizar el repique.

3.6.2 Repique del hongo.

Para el repique de la monilia, primero es necesario contar con el hongo aislado en los tubos de ensayos, realizar la esterilización de la cámara de flujo y la preparación del PDA, exactamente igual como se lo hizo cuando se aisló el hongo. El objetivo de este repique fue obtener colonias puras del hongo para el montaje del experimento. También se realizaron las siguientes actividades.

3.6.2.1 Esterilización en seco.

Fue necesario esterilizar cajas Petri en el horno a una temperatura de 170 °C durante 3 horas.

3.6.2.2 Esterilización en húmedo.

Se esterilizó en el autoclave únicamente el medio de cultivo.

3.6.2.3 Identificación del hongo.

Antes de realizar el repique se tomó una pequeña muestra del tubo de ensayo a repicar y se la llevó al microscopio óptico de luz para confirmar que el hongo que se encuentra sembrado es *Moniliophthora roreri*.

3.6.2.4 Siembra del hongo en cajas Petri.

Se realizó el sembrado usando un aza de punta, se tomó una pequeña muestra del tubo de ensayo y se lo colocó en la caja Petri. A partir de este momento se debió esperar nuevamente de 10 a 15 días para que el hongo logre el crecimiento requerido y realizar el repique.

Para realizar el repique se usó un mechero de Bunsen encendido, las manos previamente lavadas y desinfectadas con alcohol al 70 % para evitar cualquier tipo de contaminación por saprófitos. La siembra se la realizó con la técnica adecuada para evitar contaminación.

3.6.3 Montaje del experimento.

Para el montaje del experimento fue necesario contar con el hongo aislado en las cajas Petri, realizar la esterilización de la cámara de flujo y preparar el PDA de la misma forma mencionada anteriormente. El objetivo de este repique es iniciar el ensayo y comenzar la experimentación. También se realizaron las siguientes actividades.

3.6.3.1 Esterilización en seco.

En esta ocasión se esterilizó las 70 cajas Petri a utilizar junto con los beakers donde se ozonificara el agua. Se lo hizo a una temperatura de 170 °C durante tres horas.

3.6.3.2 Esterilización en húmedo.

Se colocó el medio de cultivo y el agua destilada en el autoclave, para minimizar el riesgo de contaminación a la mínima expresión.

3.6.3.3 Repique del hongo

Se realizó el sembrado usando un aza de punta, se tomó una pequeña muestra de la caja Petri con el hongo desarrollado y se lo colocó en la caja Petri estéril con el medio de cultivo. A partir de este momento se esperó 4 días hasta que el hongo obtuvo un tamaño de aproximadamente 2 cm.

3.6.3.4 Experimentación

Las cajas Petri fueron sembradas el 30 de Julio del 2017 y pasado los 5 días de haber sido sembradas, se procedió a tomar la primera medición antes de la aspersión, la cual sirvió como dato de inicio. Se utilizó un beaker como contenedor del agua estéril, la cual luego fue ozonizada usando un generador de ozono. Para saber las partes por millón de ozono que contenía el agua, se utilizó un medidor de ozono, y de esta forma ser precisos a la hora de desarrollar los Tratamientos. Para la aspersión se utilizó una jeringa estéril.

Se agregó aproximadamente 1.5 cm³ por caja Petri. Se realizaron un total de 5 mediciones, la primera fue justo antes de la aspersión y luego de ésta, se tomaron datos con una regla pasando dos días.

3.7 Dosis óptima en ppm.

Para la determinación de la dosis óptima, se realizaron 7 Tratamientos de los cuales 2 serán testigos y los otros 4 tuvieron una concentración de 1, 2, 3, 4 y 5 ppm que fueron aplicados al micelio del hongo. El experimento se realizó usando 10 cajas Petri por Tratamiento.

3.7.1 Diseño de la investigación

Se tomaron 5 mediciones, la primera fue antes de la aspersion con agua. Este dato nos sirve como referencia para saber si el hongo fue inhibido por el ozono.

Luego se tomaron mediciones pasando dos días, pero solo la última medición se le aplico el DCA con la prueba de significancia Duncan, la 2^{da}, 3era y 4ta medición sirve para tener como referencia la cantidad en centímetros que el hongo fue inhibido en el transcurso del tiempo.

3.7.2 Técnicas y modelos de análisis de datos.

Las técnicas de datos serán seleccionadas por Tratamientos, las mediciones del diámetro del micelio se tomaron en cm con una regla, estos datos serían obtenidos de las repeticiones realizadas. Las evaluaciones se realizaron cada 2 días, cuyos datos se utilizaron para obtener la media de los Tratamientos.

3.8 Tipo de investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, de carácter empírico, experimental de laboratorio, mediante un estudio descriptivo y correlacional.

4. RESULTADOS

Los datos que se presentan a continuación son los que se consideraron para emitir las conclusiones del experimento, con los cuales se puede observar la acción de ozono en la inhibición del hongo *Moniliophthora roreri*.

Tabla 5. Interpretación de datos finales

Experimentación											
Evaluación final (13/08/2017)											
Tratamientos	Repeticiones (cm)										
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	Prom
T1(Absolut)	7	6.5	7	6.4	6.5	6.5	6.45	6.7	6.7	6.5	6.6
T2(Asp. H₂O)	6.9	6.85	7	7.05	7	7	7.05	6.5	6.5	7	6.9
T3 (1ppm)	5.4	5.5	5.5	5.8	6	5.5	5.8	6	6	5.4	5.7
T4 (2ppm)	5.5	4.5	5.4	5.6	5.5	4.5	4.7	5	4.5	5	5.0
T5 (3ppm)	5.5	5.7	5.5	5.4	5	4.8	4.8	4.9	4.5	4.8	5.1
T6 (4ppm)	4.9	5	5	5	4.8	4.5	4.8	5.15	5	5	4.9
T7 (5ppm)	5	4.5	4	4.5	4.5	5	4.5	4.5	4.2	4.2	4.5

Elaborado por: El autor.

El ozono ocasionó una reducción de 1.2 cm en el caso del Tratamiento 3, llegando a alcanzar 2.3 cm en el caso del Tratamiento 5, el cual tenía la mayor concentración de ozono en el agua. A medida que se incrementó la concentración, la inhibición del hongo era mayor.

En el ANDEVA, es posible observar que F. calculada es mayor que F de la tabla al 1 % de probabilidad, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. El coeficiente de variación de 5.52 % indica que el experimento tiene un alto grado de certidumbre.

Tabla 6. Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R²Aj	CV
Repeticiones	70	0.90	0.89	5.52

Elaborado por: El autor.

Tabla 7. Cuadro de análisis de la varianza

F.V.	Sc	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	50.10	6	8.35	89.56	<0.0001
Tratamientos	50.10	6	8.35	89.56	<0.0001
Error	5.87	63	0.09		
Total	55.98	69			

Elaborado por: El autor.

Este experimento demostró que el ozono fue efectivo en el control de monilia, teniendo significancia en diferentes rangos como se muestra en la Tabla 8., como era de esperar, el aumento de la concentración de ozono tuvo como resultado una inhibición del crecimiento del hongo en las cajas Petri, mientras que el testigo absoluto y el testigo aspersion agua, siguieron su crecimiento normal.

Tabla 8. Prueba Duncan 5 % de probabilidad estadística para los siete Tratamientos sobre el crecimiento de *M.roreri*.

Tratamientos	Medias	n
T7 5 ppm	4.49 A	10
T6 4 ppm	4.92 B	10
T4 2 ppm	5.02 B	10
T5 3 ppm	5.08 B	10
T3 1 ppm	5.69 C	10
T1 Test. Abs.	6.63 D	10
T2 Test. Asp. H ₂ O	6.90 D	10

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)

Elaborado por: El autor.

La prueba de significación Duncan al 5 % indica, que los Tratamientos Testigo absoluto y Testigo aspersión agua son estadísticamente iguales, sin embargo, la tabla demuestra que los Tratamientos con aplicación ozono tienen significancia y son diferentes a los testigos.

El Tratamiento 3, que corresponde al Tratamiento 1 ppm de ozono, muestra que existe diferencia significativa con los Tratamientos testigos, pero también existe diferencia significativa con los Tratamientos 4, 5, 6 y 7, los cuales incrementan la concentración de ozono.

Los Tratamientos 4, 5 y 6, que corresponden a 2 ppm, 3 ppm y 4 ppm respectivamente, son estadísticamente iguales entre sí, pero diferente a los Tratamientos testigos y más efectivos que el Tratamiento 3. Por último, el Tratamiento 7, resulto el más efectivo de todos los Tratamientos demostrando significancia con los demás.

Tabla 9. Inhibición del hongo expresado en porcentajes

Evaluación de inhibición del crecimiento del hongo				
Tratamientos	Datos Iniciales (05/08/2017)	Datos Finales (13/08/2017)	Resta promedios	Porcentaje de inhibición
	Promedio (cm)	Promedios (cm)	Dato final - Dato inicial	
T1	2.3	6.6	4.3	Testigo
T2	2.4	6.9	4.5	Testigo
T3	2.5	5.7	3.2	28.18 %
T4	2.3	5.0	2.8	37.50 %
T5	2.3	5.1	2.8	36.02 %
T6	2.4	4.9	2.5	42.61 %
T7	2.5	4.5	2.0	54.43 %

Elaborado por: El autor

El ozono tiene evidenciado la acción fungicida que ejerce sobre la monilia, llegando a inhibir hasta el 54 % con respecto a los Tratamientos testigos. Se puede notar que la dosis 1 ppm, la cual es la de menor concentración, ocasiona un efecto positivo en el control del hongo, llegando a reducir el 28 %, y a medida que se incrementa la dosis, el tamaño del hongo disminuye.

Tabla 10. Tratamiento testigo absoluto vs Tratamientos ozonificados

Prueba T para muestras independientes

Tratamientos	T1 vs T3	T1 vs T4	T1 vs T5	T1 vs T6	T1 vs T7
Valor T	8.76**	10.06**	10.61**	19.03**	17.33**

Los valores de T para muestras independientes, muestran que existen diferencias altamente significativas entre los Tratamientos testigos comparados con el Tratamiento absoluto. Este análisis estadístico respalda la información obtenida en la prueba de significancia Duncan, donde se manifiesta que existe diferencia significativa entre el Testigo absoluto y los Tratamientos ozonificados.

Tabla 11. Tratamiento aspersión agua vs Tratamientos ozonificados

Prueba T para muestras independientes

Tratamientos	T2 vs T3	T2 vs T4	T2 vs T5	T2 vs T6	T2 vs T7
Valor T	11.37**	11.77**	12.51**	22.41**	19.67**

La misma comparación estadística fue realizada entre el Tratamiento testigo aspersión agua y los Tratamientos ozonificados, obteniendo también diferencias altamente significativas y reafirmando los datos obtenidos en la prueba Duncan al 5%. Se establece que los valores obtenidos son altamente significativos ya que la T calculada es mayor a la T tabular al 5 % y al 1%. Estas pruebas realizadas obligan a realizar un análisis estadístico para conocer el valor de T para muestras apareadas, en este caso la comparación será entre los Tratamientos ozonificados, con la finalidad de saber si existe diferencia significativa entre estos.

Tabla 12. Tratamiento 3 vs Tratamiento 4, 5, 6 y 7

Prueba T para muestras apareadas

Tratamientos	T3 vs T4	T3 vs T5	T3 vs T6	T3vs T7
Valor T	4.07**	3.33**	8.75**	8.44**

La primera comparación que se estableció fue el Tratamiento 3 contra los demás Tratamientos ozonificados, encontrando que existe diferencia altamente significativa en la inhibición del hongo. Estos datos corroboran la prueba Duncan, donde también se establece que hay diferencia estadística. Estos datos nos permiten descartar al Tratamiento 3 como la opción ideal para el control de *M. royeri*.

Tabla 13. Tratamiento 4 vs Tratamiento 5, 6 y 7

Prueba T para muestras apareadas

Tratamiento	T4 vs T5	T4 vs T6	T4 vs T7
Valor T	-0,49 ^{NS}	0.74 ^{NS}	2.96*

La segunda comparación que se realizó, fue el Tratamiento 4 frente a los Tratamientos 5, 6 y 7. Los valores estadísticos obtenidos demuestran que no existe diferencia significativa con los Tratamientos 5 y 6, sin embargo existe diferencia estadística significativa con el Tratamiento 7, por lo que se descarta al Tratamiento 4 como el más eficaz. Así mismo, este análisis estadístico fundamenta los datos obtenidos en la prueba de significancia Duncan.

Tabla 14. Comparación de Tratamientos 5, 6 y 7

Prueba T para muestras apareadas

Tratamiento	T5 vs T6	T5 vs T7	T6 vs T7
Valor T	1.39 ^{NS}	3.89 ^{**}	2.98 [*]

Por último esta tabla muestra que entre el Tratamiento 5 y 6 no existe diferencia significativa, sin embargo el Tratamiento 7 es estadísticamente altamente significativo en comparación con el Tratamiento 5, y estadísticamente significativo comparado con el Tratamiento 6. Estos datos obtenidos nos ayudan a sustentar el trabajo experimental y permite concluir que el Tratamiento 7 es el más efectivo en el control de *Moniliophthora roreri*.

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos representan una alternativa para el control de *Moniliophthora roreri*. Actualmente, el método más utilizado para combatir la moniliasis de cacao son las prácticas culturales, incrementando la mano de obra y disminuyendo la rentabilidad. El uso de fungicidas es una práctica poco empleada, debido a resultados no satisfactorios en el control del hongo, así como también, las fluctuaciones en el precio del cacao hacen incosteables las aplicaciones.

In vitro, el crecimiento micelial del hongo se vió afectado hasta en un 55 % por las aplicaciones de agua ozonificada con respecto a los Tratamientos testigos, afirmando su acción fungicida. Las concentraciones adoptadas evidenciaron que el ozono puede interferir con el crecimiento de las colonias de los microhongos. De hecho, el experimento demuestra la curva de crecimiento del hongo, demostrando una posible detención del crecimiento y de la conidiogénesis.

Estos resultados concuerdan con los trabajos realizados por Campabadal (2010) y Dávalos (2016), los cuales investigaron la aptitud del agua ozonificada para el control de plagas en granos almacenados y la inhibición del hongo *Mycosphaerella fijiensis* por medio de aplicación de agua ozonizada a las cajas Petri con el hongo aislado, dando como resultado una inhibición del crecimiento del micelio del hongo.

La molécula de ozono interactúa con las moléculas oxidables de los componentes celulares del hongo, produciendo una reacción oxidativa, que atrofia el crecimiento del mismo. Por eso, el objetivo del ozono es atacar la membrana de los fosfolípidos, los materiales genómicos y las enzimas intracelulares, ocasionando daño celular y la muerte de los microorganismos, lo cual se pudo comprobar en este ensayo donde se logró detener el

crecimiento del micelio del hongo *Moniliophthora roreri* con el uso de agua ozonificada.

Estos resultados también concuerdan con los resultados obtenidos por Llerena et al. (2015), donde se pudo comprobar la eficiencia del uso del ozono para oxidar las moléculas de las paredes celular del micelio del hongo *Mycosphaerella fijiensis*, evitando que este sea capaz de esporular y diseminar la enfermedad en el limbo foliar de la planta de banano.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el ensayo, se puede concluir que:

- La mejor dosis de ozono para el control de *Moniliophthora roreri* corresponde al Tratamiento 7 con una dosis de 5 ppm.
- Al comparar el crecimiento del micelio *Moniliophthora roreri* con los Tratamientos donde se aplicó las diferentes dosis de ozono, se puede concluir que en todos los Tratamientos se detuvo el crecimiento del micelio ante la acción de las diferentes dosis de ozono, lo cual pone de manifiesto la eficiencia del uso de la metodología.
- Al aumentar la concentración de ozono en las aplicaciones, el control del hongo es más eficaz, inhibiendo el crecimiento del hongo en la caja Petri.

6.2 Recomendación

- Utilizar la dosis de 5 ppm de ozono para el control de *Moniliophthora roreri* en condiciones in vitro.
- Mantener el área de trabajo totalmente aséptica, para evitar cualquier tipo de contaminación por saprofitos.
- Utilizar amoxicilina de 500 mg como antibiótico para evitar contaminación por bacterias en las cajas Petri.

BIBLIOGRAFIA

- Albuquerque, P., Bastos, C., Luz, E., y Silva, D. (2005). Manual de Fitopatología. Livroceres, Piracicaba, Brasil: L.E.A.
- Antony-Babu, S., y Singleton, I. (2009). Effect of ozone on spore germination, spore production and biomass production in two *Aspergillus* species. Recuperado el 23 de Mayo de 2017, de <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10482-009-9355-2>
- Bataller Venta, M., Santa Cruz, S., y García Pérez, M. (2010). El ozono: Una alternativa sustentable en el Tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas. La Habana, Ciudad de la Habana, Cuba: Revista CENIC .
- Bataller, M., Santa-Cruz, S., y García, M. (2010). El ozono: Una alternativa sustentable en el Tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas. CENIC Ciencias Biologicas, 5.
- Briz, M. (2015). Research Information Series on Ecosystems. Recuperado el 5 de Mayo de 2017, de Cacao (*Theobroma cacao* Linnæus): http://erdb.dnr.gov.ph/images/publications/rise/r_v27n1.pdf
- Campabadal, C., Cardoso, L., y Bartosik, R. (2015). Uso del ozono como alternativa para control de plagas en granos almacenados. Recuperado el 14 de 7 de 2017, de <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/postcosecha/UsoOzonoAlternativaControlPlagasGranosAlmacenados.asp>
- Carrera Almeida, M. L. (2014). DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIADA MULTILINGÜE EN NEGOCIOS Y RELACIONES INTERNACIONALES . Recuperado el 2 de Mayo de 2017, de

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7490/10.26.000753.pdf?sequence=4>

Carrillo, L. (2003). Microbiología Agrícola. Salta, Argentina: Universidad Nacional de Salta.

Cunha Moreira, R. (2006). Estrutura genética de populações de *Crinipellis pernicios* *Moniliophthora roreri* utilizando marcadores rapd e ssr. Recuperado el 9 de Mayo de 2017, de https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102837/moreira_rf_c_dr_jabo.pdf?sequence=1

Davalos Barquet, J. (2017). Evaluación de la incidencia del ozono sobre *Mycosphaerella fijiensis* (Sigatoka Negra) reproducida en condiciones in vitro en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Recuperado el 20 de Agosto de 2017, de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7703/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-109.pdf>

Del Cerro Montesino, A. (2013). Acción germicida del ozono. Recuperado el 10 de Mayo de 2017, de El ozono en el ambiente: <https://naturalmedsl.wordpress.com/tag/accion-germicida-del-ozono/>

Díaz-Valderrama, J. R., y Aime, M. C. (2016). MYCOSCIENCE. Recuperado el 9 de Mayo de 2017, de The cacao pathogen *Moniliophthora roreri* (Marasmiaceae) produces rhexolytic thallic conidia and their size is influenced by nuclear condition.: https://www.researchgate.net/profile/Jorge_Ronny_Diaz_Valderrama/publication/296681592_The_cacao_pathogen_Moniliophthora_roreri_Marasmiaceae_produces_rhexolytic_thallic_conidia_and_their_size_is_influenced_by_nuclear_condition/links/56ef0ef508ae4b8b5e755d

Ecoticias. (2015). El uso del ozono en la agricultura incrementa hasta un 40 % la productividad. Recuperado el 4 de Mayo de 2017, de <http://www.ecoticias.com/agricultura-ecologica/105262/ozono-agricultura-incrementa-productividad>

Evans, H. (1981). Pod rot of Cacao caused by *Monilophthora roreri*. Kew, Inglaterra: Commonwealth Mycological Institute .

Evans, H. (2003). Molecular plant pathology. (M. Dickinson, Editor) Recuperado el 6 de Mayo de 2017, de [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1365-3059](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1365-3059)

Evans, H. (2007). Cacao Diseases: Important threats to chocolate production worldwide. Recuperado el 7 de Mayo de 2017, de Cacao Diseases - The trilogy revisited: http://www.worldcocoafoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/evans2007.pdf

Evans, H., Stalpers, J., Samson, R., y Benny, G. (1978). Canadian Journal of Botany. On the taxonomy of *Monilia roreri*, an important pathogen of *Theobroma cacao* in South America, pág. 20.

FEDECACAO. (2006). Federacion Nacional de Cacaoteros. Recuperado el 9 de Mayo de 2017, de <http://www.agronet.gov.co/Paginas/default.aspx>

FHIA. (Octubre de 2012). Proyecto promocion de sistemas agroforestales de alto valor con cacao en honduras. Recuperado el 3 de Mayo de 2017, de La moniliasis del cacao: el enemigo a vencer: <https://es.slideshare.net/marlonsanchez35/la-moniliasis-delcacaoelenemigoavencer>

Garcia Mora, I. (2015). Agrónomo usa ozono como plaguicida sustentable. Recuperado el 8 de Mayo de 2017, de

http://expansion.mx/especiales/2015/05/06/crean-plaguicida-sustentable-a-base-de-ozono?internal_source=PLAYLIST

Garmendia, G., y Vero, S. (2006). Metodos para desinfección de frutas y hortalizas. Recuperado el 26 de Junio de 2017, de http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39456703/Mtodos_para_la_desinfeccion_de_frutas_y_h20151027-29971-zu1yyc.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3AyExpires=1498518439&Signature=61qDiZsl1%2FR72%2B9ak0PLD3AfAVU%3D&response-content-disposition=inli

Goncalves, A. A. (2009). SCIELO. Recuperado el 23 de Mayo de 2017, de Ozone – an emerging technology for the seafood industry: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132009000600025&lng=en&nylng=en

INNOVAGRI. (2015). Cultivar innovando. Recuperado el 23 de Mayo de 2017, de <http://www.innovagri.es/actualidad/agua-ozonizada-una-de-las-claves-para-aumentar-la-actividad-de-las-explotaciones.html>

Instituto de promoción de exportaciones e inversiones. (2013). Análisis de la producción y exportación cacaotera del país. Recuperado el 25 de 6 de 2017, de http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC_AS2013_CACAO.pdf

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2006). Protocolo estandarizado de oferta tecnológica para el cultivo del cacao en el Perú. Recuperado el 8 de Mayo de 2017, de <http://www.sidalc.net/repdoc/A5344e/A5344e.pdf>

Jaimes Suárez, Y., y Arazazu Hernández, F. (2010). Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia .

Bucaramanga (Colombia): Corporacion Colombiana de investigación agropecuaria (CORPOICA).

Jurgen Pohlan, H., y Díaz Pérez, V. (2012). Soils, plants growth and crop production. Recuperado el 4 de Mayo de 2017, de Growth and production of cacao: <http://www.eolss.net/sample-chapters/c10/e1-05a-43-00.pdf>

Krauss, U. (2010). Integrated management of the invasive cocoa pathogen, *Moniliophthora roreri*, causal agent of frosty pod rot. Recuperado el 6 de Mayo de 2017, de <http://www.cabi.org/isc/search/?q=au%3a%22Krauss%2c+U.%22>

Lopes Loguercio, L., Carvalho de Carvalho, A., Rocha Niella, G., Teodoro de Souza, J., y Villela Pomella, A. (2009). Selection of *Trichoderma stromaticum* isolates for efficient biological control of witches' broom disease in cacao. Recuperado el 7 de Mayo de 2017, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964409001583>

López Báez, O., Ramírez González, S., Espinosa Zaragoza, S., Moreno, J., Ruiz Bello, C., Villareal Fuentes, J., y otros. (2015). Comportamiento de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* en Tapachula, Chiapas, Mexico. Recuperado el 6 de Mayo de 2017, de <http://revistas.uaem.mx/index.php/agricolaypecuaria/article/view/40/19>

López-Cepero González, A. (2011). Universidad de Cádiz. Recuperado el 8 de Mayo de 2017, de Diseño de un proceso de ozonización por inyección venturi para la eliminación de pesticidas presentes en un afluyente a una estación de tratamiento de agua potable: <http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/14947/b35632082.pdf>

Moncayo R, R. 2016). Desempeño de las exportaciones 2015. (J. F. Torres, Ed.) Sabor Arriba, 32.

NASA (National Aeronautics and Space Administration). (2001). The earth science enterprise series. Recuperado el 11 de Mayo de 2017, de Ozono: <https://cloud1.arc.nasa.gov/solvell/outreach/spanishlink2.pdf>

NASA. (2013). What is Ozone? Recuperado el 23 de Mayo de 2017, de https://www.nasa.gov/pdf/752034main_Ozone_Hole_Poster.pdf

Nuevatribuna.es. (2015). Agricultores usan el ozono para salvar sus cultivos despues de las inundaciones. Recuperado el 9 de Mayo de 2017, de <http://www.nuevatribuna.es/articulo/medio-ambiente/agricultores-usan-ozono-salvar-cultivos-despues-inundaciones/20150924175154120517.html>

Ontaneda, I. (2015). Retos y objetivos de Anecacao 2015. Sabor Arriba, 7.

Pérez Calvo, M. D. (2006). Tratamiento con ozono. Recuperado el 27 de Junio de 2017, de El ozono en la agricultura.: https://www.cosemarozono.es/pdf/servicios_59.pdf

Phillips Mora, W. (2006). La moniliasis del cacao: Un enemigo que podemos y debemos vencer. En ACCESO, Taller regional Andino de aplicacion tecnológica en el cultivo de cacao (págs. 21-25). Quevedo, Los Ríos, Ecuador: Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura (IICA).

Phillips- Mora, W., y Wilkinson, M. (Enero de 2007). Cacao diseases: Importants threats to chocolate production worlwide. Recuperado el 5 de Mayo de 2017, de Frosty pod of cocoa: A disease with a limited geographic range but unlimited potential for damage:

http://www.worldcocoafoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/phillipsmora2007.pdf

Phillips, M., y Cerda, B. (2013). World Cocoa Foundation. Recuperado el 2 de Mayo de 2017, de Enfermedades del Cacao en Centroamerica: http://worldcocoafoundation.org/wpcontent/files_mf/phillipsmoradiseasespestsdiseseasescentralamerica3.3mb

PROEcuador. (2013). Analisis del sector cacaotero y elaborados. Recuperado el 16 de 7 de 2017, de http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/PROEC_AS2013_CACAO.pdf

Quiminet. (2011). Las principales características del ozono. Recuperado el 8 de Mayo de 2017, de <https://www.quiminet.com/articulos/las-principales-caracteristicas-del-ozono-60662.htm>

Ramirez Gonzales , S., Lopez Baez, O., Guzman Hernandez, T., Munguia Ulloa, S., y Moreno Martinez, J. (2011). El polisulfuro de calcio en el manejo de la moniliasis *Moniliophthora roreri* (Cif y Par). Evans et al. del cacao *Theobroma cacao* L. Recuperado el 23 de Mayo de 2017, de <file:///C:/Users/User/Pictures/Dialnet-EIPolisulfuroDeCalcioEnElManejoDeLaMoniliasisMonil-4835568.pdf>

Ramírez, M. (2015). Ozono como plaguicida sustentable. Recuperado el 15 de 7 de 2017, de <http://www.tierrafertil.com.mx/usan-ozono-como-plaguicida-sustentable/>

Ramón, V., y Rodas, F. (2007). El control orgánico de plagas y enfermedades de los cultivos y la fertilización natural del suelo. Recuperado el 8 de Mayo de 2015, de Guia practica para los campesione en el bosque seco.: http://caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/guia_contol_organico_plagas.pdf

Reyes, C. (2012). Fitopatología General . Recuperado el 8 de Mayo de 2017, de Hongos Fitopatógenos: <http://www.bionica.info/biblioteca/ReyesHongosFitopatogenos.pdf>

Reyes, C. (2015). El uso del ozono en agricultura protegida incrementa la productividad. Recuperado el 6 de Mayo de 2017, de <http://panorama-agro.com/?p=7899>

Rice, R. (1999). Ozone in the United States of America of the Art. Ozone Sci Eng. Recuperado el 23 de Mayo de 2017, de <http://www.redalyc.org/html/1812/181220593001/>

Rodriguez Vidal, F. J. (2003). Influencia del Tratamiento con ozono en los procesos de potabilización del agua. Recuperado el 26 de Junio de 2017, de http://www.ozonoalbacete.es/wp-content/uploads/2011/08/Agua_FranciscoJavierRodriguezVidal_mod1.pdf

Rodriguez, E., Mujica, J., y Cubillos , G. (2005). Manejo integrado del la moniliasis en el cultivo del cacao. (A. Bello, Ed.) Bucaramanga, Colombia: CORPOICA.

Ruiz, D. (2013). Instituto nacional de salud agrícola integral. Recuperado el 6 de Mayo de 2017, de Moniliasis del cacao: <http://www.insai.gob.ve/wp-content/uploads/2016/09/Ficha-T%C3%A9cnica-Moniliasis-del-Cacao.pdf>

Sopher, C., Graham, D., Rice, R., y Strasser, J. (2002). Studies on the use of ozone in production agriculture and food processing. Recuperado el 10 de Mayo de 2017, de <https://static1.squarespace.com/static/5575fb8ce4b0e287457dfcac/t/561e902ee4b05b29ace39c86/1444843566625/Studies+on+the+Use+of+Ozone+in+Agriculture+TP.pdf>

Tecnozono. (2015). Porta medio ambiental. Recuperado el 9 de Mayo de 2017, de Ozono: <http://www.tecnozono.com/ozono>

USDA. (1998). Economic research service. Recuperado el Mayo de 2017, de Food safety: <http://www.spartanwatertreatment.com/articles/Ozone-in-Food-Safety.pdf>

Vijayan, T., y Jagadish, G. (2010). High concentration ozone generation in the laboratory for varios applications. Recuperado el 9 de Mayo de 2017, de http://www.academicjournals.org/article/article1379500511_Vijayan%20and%20Patil.pdf

Villavicencion Vasquez, M. (2010). Caracterizacion morfológica, fisiológica, patogénica de *Moniliophthora roreri* aislados de cinco provincias de la costa Ecuatoriana. Recuperado el 9 de Mayo de 2017, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90774/D-79060.pdf>

Llerena, A., Castaño, R., y Aguirre, C. (2014). Relación de la concentración y frecuencia de aplicación de ozono con el nivel de daño de la Sigatoka Negra en banano. Diseño de un protocolo de riego con agua ozonificada. Recuperado el 10 de Agosto del 2017, de <http://editorial.ucsg.edu.ec/ojs-alternativas/index.php/alternativas-ucsg/article/view/69>

ANEXOS

Anexo 1. Datos iniciales. (Antes de la aspersión)

Inicio Experimentación											
Toma de datos iniciales (antes de aplicación de agua ozonizada) (05/08/2017)											
Tratamientos	Repeticiones (cm)										
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	Promedio
T1	2.5	2.4	2.05	2.25	2.3	2.2	2.3	2.5	2.35	2.3	2.3
T2	2	2	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.3	2.4
T3	2.45	2.45	2.4	3	2.8	2.15	2.35	2.8	2.75	2.15	2.5
T4	2.1	2	2.45	2.45	2.5	2	2.45	2.2	2.2	2.35	2.3
T5	2.3	2.3	2.2	2.4	2.5	2.2	2.2	2.35	2.15	2.15	2.3
T6	2.3	2.2	2.25	2.3	2.35	2.1	2.8	2.4	2.4	2.8	2.4
T7	2.55	2.35	2.6	2.6	2.5	2.7	2.45	2.35	2.45	2.3	2.5

Elaborado por: El autor

Anexo2. Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Repeticiones	70	0.20	0.13	8.25

Elaborado por: El autor

Anexo 3. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	Sc	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.61	6	0.10	2.65	<0.0236
Tratamientos	0.61	6	0.10	2.65	<0.0236
Error	2.42	63	0.04		
Total	3.03	69			

Elaborado por: El autor

Anexo 4. Test: Duncan Alfa= 0.05 / Error: 0.0384 gl: 63

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4 2ppm	2.27	10	0.06 A
T5 3ppm	2.28	10	0.06 A
T1 Test. Abs.	2.32	10	0.06 A B
T2 Test. Asp. H ₂ O	2.37	10	0.06 A B C
T6 4ppm	2.39	10	0.06 A B C
T7 5ppm	2.49	10	0.06 B C
T3 1ppm	2.53	10	0.06 C

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

Elaborado por: El autor

Anexo 5. Toma de datos después aplicación con Andeva

Experimentación											
Toma 1er dato (después de la aplicación)(7/08/2017)											
Tratamientos	Repeticiones (cm)										Promedio
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	
T1	4	4	4	3.85	3.8	3.85	3.9	3.95	3.9	3.95	3.9
T2	4	3.85	4.3	4.3	4.3	4.3	4.25	3.7	3.75	3.4	4.0
T3	3.55	3.75	4	4.25	4.25	3.7	3.9	4	4.4	3.5	3.9
T4	3.9	3.2	4	4	3.7	3.35	3.4	3.7	3.2	3.8	3.6
T5	3.8	3.8	3.9	3.8	3.8	3.4	3.6	3.5	3.45	3.45	3.7
T6	3.7	3.75	3.8	3.2	3.55	3.2	3.8	3.8	3.9	3.9	3.7
T7	3.4	3.6	3.4	3.7	3.65	3.7	3.4	3.34	3.3	3.4	3.5

Elaborado por: El autor

Anexo 6. Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Repeticiones	70	0.37	0.31	6.62

Elaborado por: El autor

Anexo 7. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	Sc	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.33	6	0.39	6.29	<0.0001
Tratamientos	2.33	6	0.39	6.29	<0.0001
Error	3.89	63	0.06		
Total	6.23	69			

Elaborado por: El autor

Anexo 8. Test: Duncan Alfa= 0.05 / Error: 0.0618 gl: 63

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T7 5ppm	2.27	10	0.06 A
T4 2ppm	2.28	10	0.06 A
T5 3ppm	2.32	10	0.06 A
T6 4ppm	2.37	10	0.06 A
T1 Test. Abs.	2.39	10	0.06 B
T3 1ppm	2.49	10	0.06 B
T2 Test. Asp. H ₂ O	2.53	10	0.06 B

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

Elaborado por: El autor

Anexo 9. Toma de dato después de la aplicación.

Experimentación											
Toma 2do dato (después de la aplicación)(9/08/2017)											
Tratamientos	Repeticiones (cm)										
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	Promedio
T1	4.85	4.5	4.5	4.35	4.5	4.2	4.45	4.55	4.3	4.3	4.5
T2	4.45	4.6	5	4.95	5	4.9	4.75	4.6	4.5	3.8	4.7
T3	4.2	4.15	4.55	4.35	4.45	3.95	4.1	4.2	4.6	3.8	4.2
T4	4	3.4	4.15	4.4	4	3.55	3.8	3.9	3.4	4	3.9
T5	4	4	4	3.95	4	3.85	3.85	3.8	3.7	3.6	3.9
T6	3.85	3.9	3.95	3.45	3.65	3.5	3.95	4	4	4	3.8
T7	3.65	3.8	3.6	3.8	3.9	3.9	3.6	3.6	3.75	3.8	3.7

Elaborado por: El autor

Anexo 10. Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Repeticiones	70	0.67	0.64	5.97

Elaborado por: El autor

Anexo 11. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	Sc	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.62	6	1.27	21.28	<0.0001
Tratamientos	7.62	6	1.27	21.28	<0.0001
Error	3.76	63	0.06		
Total	11.37	69			

Elaborado por: El autor

Anexo 12. Test: Duncan Alfa= 0.05 / Error: 0.0597 gl: 63

Tratamientos	Medias	n	E.E.
--------------	--------	---	------

T7 5ppm	2.27	10	0.06	A
T6 4ppm	2.28	10	0.06	A
T4 2ppm	2.32	10	0.06	A
T5 3ppm	2.37	10	0.06	A
T3 1ppm	2.39	10	0.06	B
T1 Test. Abs.	2.49	10	0.06	B C
T2 Test. Asp. H₂O	2.53	10	0.06	C

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

Elaborado por: El autor

Anexo 13. Toma de dato después de aplicación.

Experimentación											
Toma 3er dato (después de la aplicación)(11/08/2017)											
Tratamientos	Repeticiones (cm)										Promedio
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	
T1	6	5.6	5.6	5.3	5.75	5.55	5.6	5.75	5.9	5.85	5.7
T2	5.85	5.8	6	6.5	6.5	6.15	6.45	5.5	5.85	5.9	6.1
T3	4.85	5	5.3	5.45	5.5	5.2	5.65	5.8	5.5	5.2	5.3
T4	5.3	4	5	5	5.35	4.2	4.5	4.8	4.2	4.9	4.7
T5	5.3	5.35	5.25	5.25	4.8	4.7	4.7	4.75	4.35	4.6	4.9
T6	4.7	4.8	4.8	4.75	4.6	4.2	4.5	4.65	4.5	4.75	4.6
T7	4.9	4.3	3.8	4.4	4.4	4.8	4.2	4.4	4.1	4	4.3

Elaborado por: El autor

Anexo 14. Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Repeticiones	70	0.78	0.75	6.38

Elaborado por: El autor

Anexo 15. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	Sc	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23.08	6	3.85	36.37	<0.0001
Tratamientos	23.08	6	3.85	36.37	<0.0001
Error	6.66	63	0.11		
Total	29.74	69			

Elaborado por: El autor

Anexo 16: Test: Duncan Alfa= 0.05 / Error: 0.1057 gl: 63

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T7 5ppm	4.33	10	0.10 A
T6 4ppm	4.63	10	0.10 B
T4 2ppm	4.73	10	0.10 B
T5 3ppm	4.91	10	0.10 B
T3 1ppm	5.35	10	0.10 C
T1 Test. Abs.	5.69	10	0.10 D
T2 Test. Asp. H₂O	6.05	10	0.10 E

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

Elaborado por: El autor

Anexo 17. Muestras de mazorcas infectadas con *Moniliophthera royeri*.



Elaborado por: El autor

Anexo 18. Conidios de *Moniliophthora roreri* observado en microscopio.



Fuente: El autor

Anexo 19. PDA utilizado para preparación de medio de cultivo.



Fuente: El autor

Anexo 20. Horno para esterilización en seco



Fuente: El autor

Anexo 21. Hongo aislado en tubos de ensayo para repiques.



Fuente: El autor

Anexo 23. Horno esterilizador (húmedo).



Fuente: El autor

Anexo 22. Cámara de flujo laminar.



Fuente: El autor

Anexo 24. Materiales para preparación de agar.



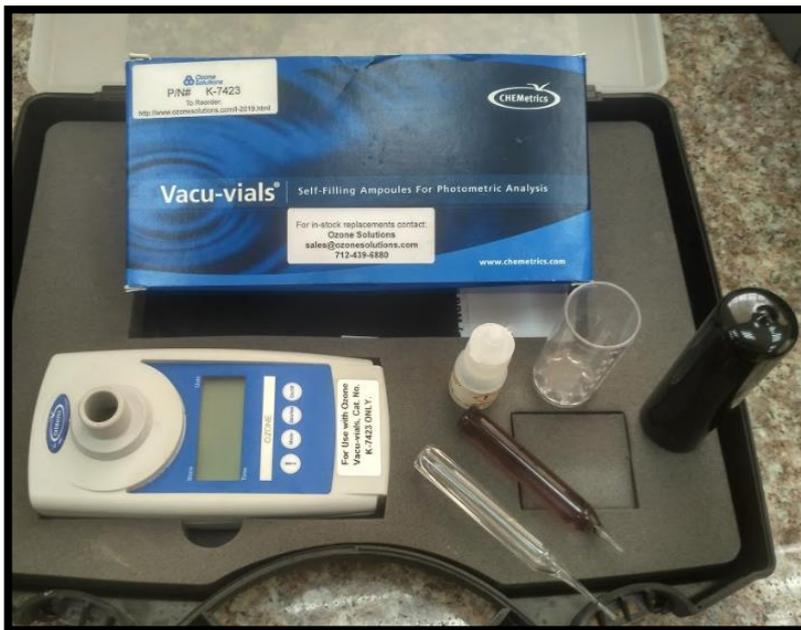
Fuente: El autor

Anexo 14. Materiales para realizar la siembra.



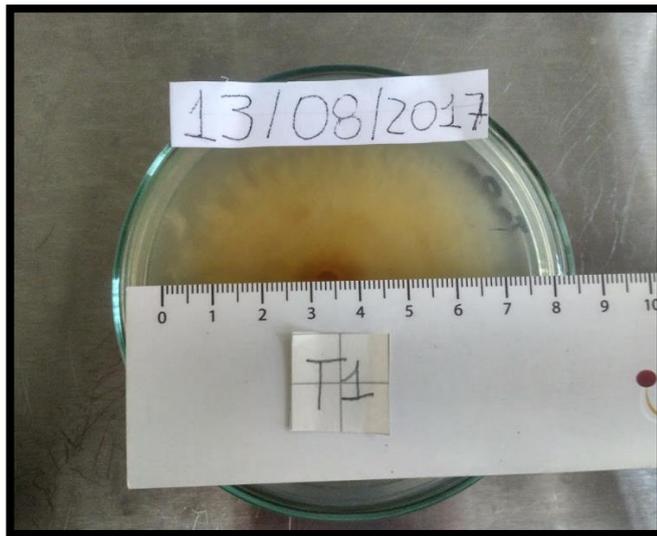
Fuente: El autor

Anexo 15. Medidor de ozono.



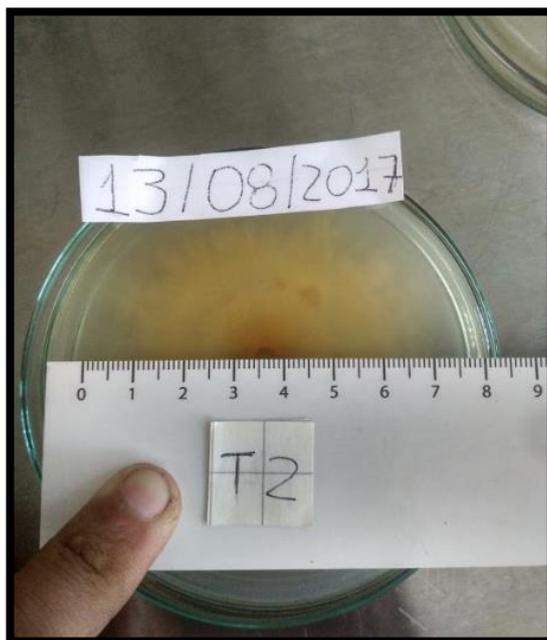
Fuente: El autor

Anexo 16. Tratamiento 1: Testigo absoluto (Última evaluación)



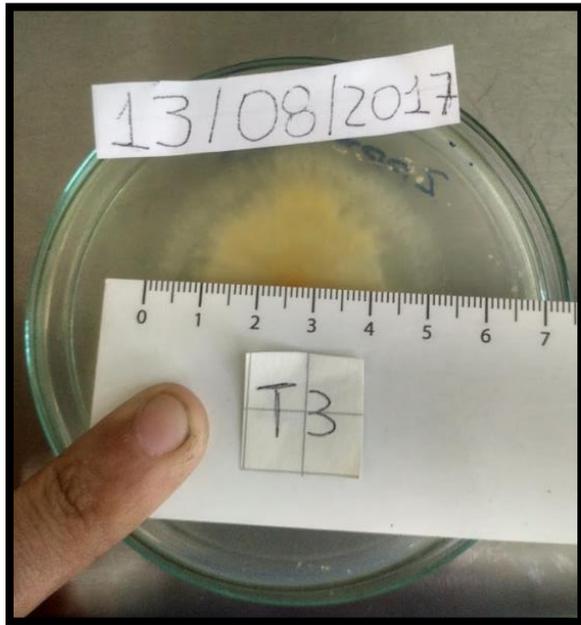
Fuente: El autor

Anexo 17. Tratamiento 2: Testigo aspersion agua (Última evaluación)



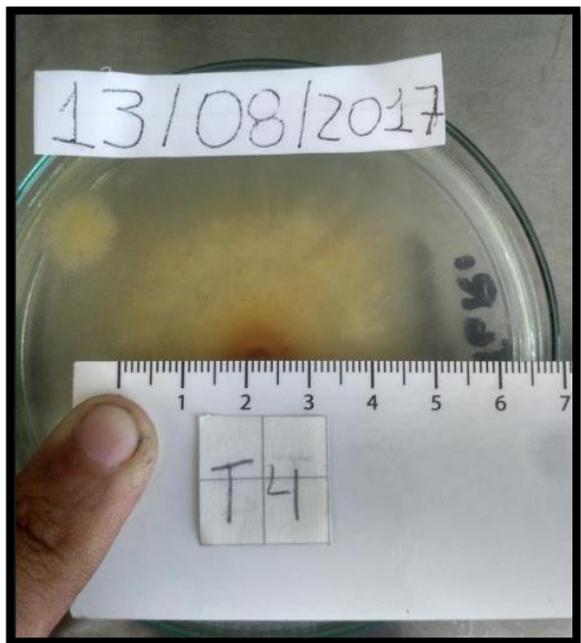
Fuente: El autor

Anexo 18. Tratamiento 3: 1ppm (Última evaluación)



Fuente: El autor

Anexo 19. Tratamiento 4: 2ppm (Última evaluación).



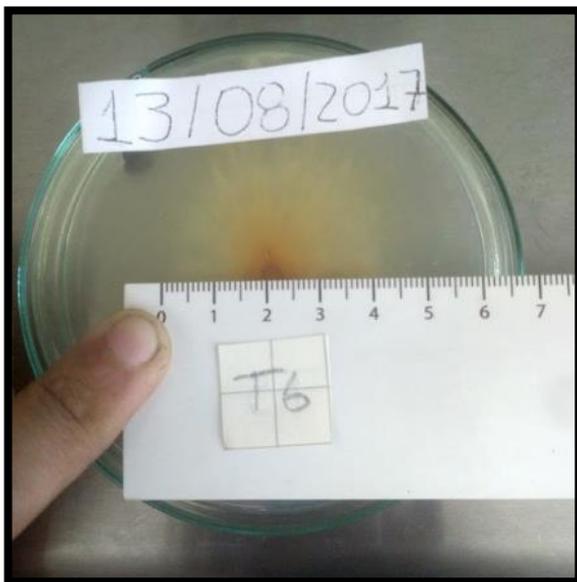
Fuente: El autor

Anexo 20. Tratamiento 5: 3ppm (Última evaluación)



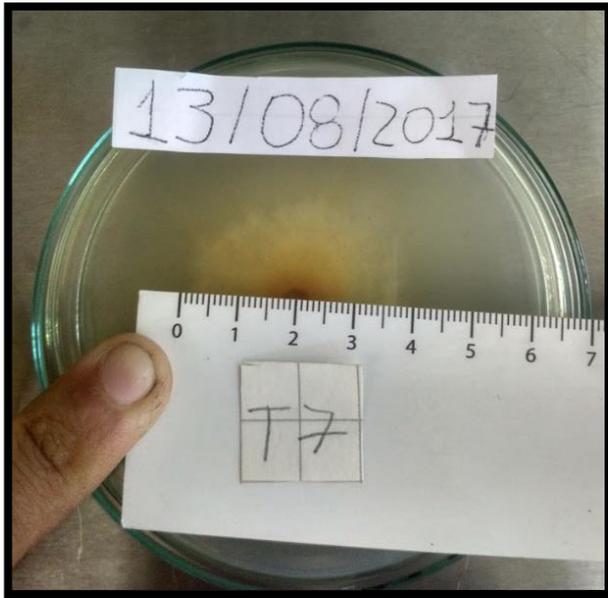
Fuente: El autor

Anexo 21. Tratamiento 6: 4ppm (Última evaluación).



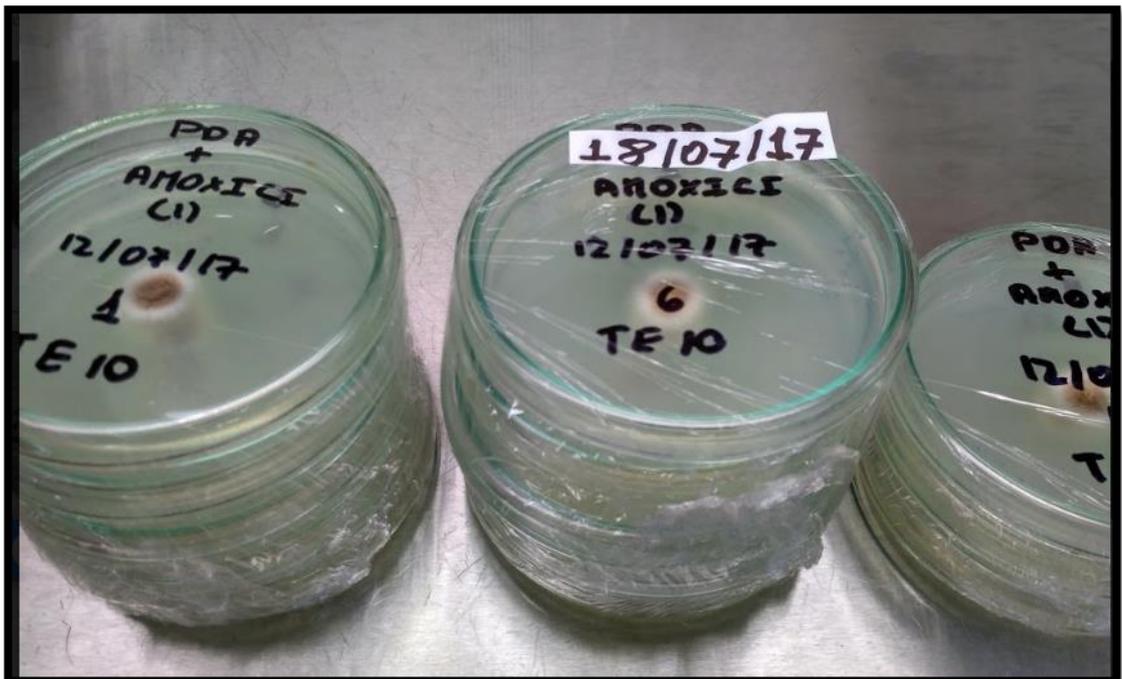
Fuente: El autor

Anexo 22. Tratamiento 7: 5ppm (Última evaluación)



Fuente: El autor

Anexo 23. Reproducción de colonias puras de *Moniliophthora roreri*



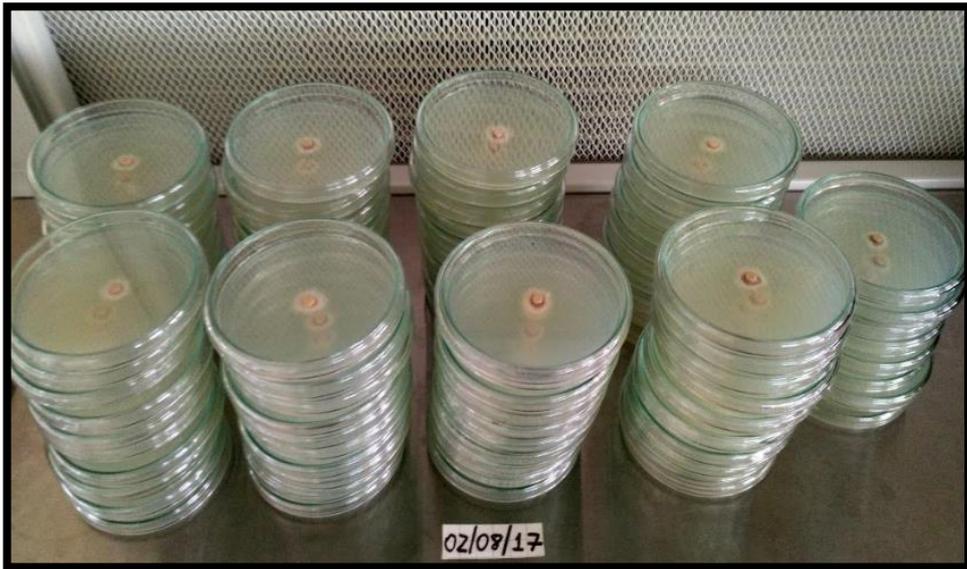
Fuente: El autor

Anexo 24. Micelio del hongo *Moniliophthora roreri*



Fuente: El autor

Anexo 25. Cepas de hongos puros, listo para el inicio de la experimentación.



Fuente: El autor

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Faytong Salazar Washington Ernesto**, con C.C: # **0916483100** autor del trabajo de titulación: **Evaluación del efecto inhibitor del ozono sobre *Moniliophthora roreri* en condiciones in vitro.** previo a la obtención del título de **INGENIERO AGROPECUARIO** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 15 septiembre del 2017

f. _____

Nombre: **Faytong Salazar Washington Ernesto**

0916483100

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Evaluación del efecto inhibitor del ozono sobre <i>Moniliophthora roreri</i> en condiciones in vitro.		
AUTOR(ES)	Faytong Salazar Washington Ernesto		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Angel Bernardo Llerena Hidalgo		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Agropecuaria		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Agropecuaria		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de septiembre del 2017	No. PÁGINAS:	83
ÁREAS TEMÁTICAS:	Control de plagas y enfermedades.		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	<i>Ozono, Monilia, Micelio, Hongo, In vitro.</i>		
RESUMEN:	<p>La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelo, Aguas y Plantas en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, donde se buscó una alternativa ecológica para el manejo de <i>Moniliophthora roreri</i>, enfermedad que causa pérdidas de hasta el 80 % de la producción cacaotera. Fue necesario recolectar muestras de mazorcas (Fino aroma) infectadas con la enfermedad. El experimento se dividió en 3 fases: aislamiento del hongo, repique y montaje del experimento. El diseño experimental utilizado fue un Diseño completo al azar y se evaluaron siete Tratamientos, de los cuales dos corresponden a Tratamiento testigos y los cinco restantes son los Tratamientos con diferentes dosis de ozono. Para determinar la concentración óptima se realizó cuatro mediciones cada dos días para evaluar el crecimiento del micelio del hongo, y, utilizando prueba de significancia Duncan, prueba T para muestras independientes y prueba T para muestras apareadas, se consideró el Tratamiento siete que corresponde 5 partes por millón el ideal para el control de <i>Moniliophthora roreri</i>. Además, se pudo evidenciar que, a medida que se incrementa la dosis de ozono, la inhibición del hongo es mayor, por lo que se recomienda realizar ensayos con dosificaciones mayores.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0985197460	E-mail: wefs_10@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc		
	Teléfono: 0987361675		
	E-mail: noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			