



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TEMA**

Efecto del agua Ozonizada, en el prolongamiento de la vida verde del banano (*Musa acuminata* AAA), en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jújan), provincia del Guayas.

**AUTOR**

**Llerena Zambrano, Angel Fernando**

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

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Con mención en Gestión Empresarial Agropecuaria**

**TUTOR**

**Ing. Donoso Bruque Manuel Enrique, M. Sc.**

**Guayaquil, Ecuador**

**Marzo de 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 **Llerena Zambrano, Angel Fernando**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**.

**TUTOR**

---

**Ing. Donoso Bruque Manuel Enrique, M. Sc.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**Ing. Franco Rodríguez John Eloy, Ph. D.**

**Guayaquil, a los 20 días de Marzo de 2017**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Llerena Zambrano Angel Fernando**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, **Efecto del agua Ozonizada, en el prolongamiento de la vida verde del banano (*Musa acuminata* AAA), en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jújan), provincia del Guayas** previo 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 20 días de Marzo de 2017**

**EL AUTOR**

---

**Llerena Zambrano, Angel Fernando**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Llerena Zambrano Angel Fernando**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Efecto del agua Ozonizada, en el prolongamiento de la vida verde del banano (*Musa acuminata* AAA), en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jújan), provincia del Guayas**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 20 días de Marzo de 2017**

**EL AUTOR**

---

**Llerena Zambrano, Angel Fernando**



**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 “Efecto del agua Ozonizada, en el prolongamiento de la vida verde del banano (*Musa acuminata* AAA), en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jújan), provincia del Guayas”, presentada por el estudiante **Llerena Zambrano Angel Fernando**, de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, obtuvo el resultado del programa URKUND el valor de 0 %, Considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	<a href="#">LLlerena Angel UTE B 2016.pdf</a> (D25275763)
Presentado	2017-01-25 18:19 (-05:00)
Presentado por	ute.fetd@gmail.com
Recibido	alfonso.kuffo.ucsg@analysis.arkund.com
Mensaje	SRTTB2016 Llerena <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>
	0% de esta aprox. 23 páginas de documentos largos 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

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente dar gracias a Dios por ser luz y guía en mi vida.

Doy gracias a mis padres y a mi familia ya que sin el apoyo de ellos no hubiera sido posible este logro, gracias al amor y comprensión a lo largo de mi vida y de seguro en mi carrera profesional.

Agradezco a mi padre porque siempre me alentó a seguir adelante y no desmayar cuando las situaciones resultaban un poco adversas, siempre me guió en la toma de decisiones y con su amor supo ayudarme en todo momento, a mi madre por siempre darme una palabra, un consejo lleno de amor y enseñarme el valor de las cosas, por tener las palabras correctas en el momento indicado, gracias a toda mi familia por siempre estar presente en cada paso nuevo que doy.

Agradezco a mi tutor de tesis, Ing. Manuel Donoso Bruque, por darme criterios que permitieron desarrollar de manera óptima el trabajo de titulación.

A mis profesores el Ingeniero Ricardo Guamán, Ingeniera Noelia Caicedo, el Ing. Velásquez, Ing. Lenin Paz por su tiempo, enseñanzas y ayuda para la culminación de mi tesis.

Y finalmente un agradecimiento especial al Ing. Cristóbal Aguirre, por brindarme todos los conocimientos relacionados con la investigación y aparte de ser un compañero de trabajo, se convirtió en un gran amigo que me ayudó a lo largo de mi formación profesional en todo momento y le agradeceré siempre.

No está de más agradecer a mis compañeros y amigos por ser parte de esta etapa de mi vida.

## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico al Ph. D. Angel Llerena Hidalgo por ser el pilar fundamental en mi vida, por ser mi guía, mi mejor amigo, mi padre y ahora compañero de profesión, por permitirme soñar y perseguir mis sueños e impulsarme para ser cada día mejor, por darme todo su apoyo para poder culminar mi carrera universitaria.

Así también se la dedico a mi madre por ser mi otro pilar en mi vida que con sus palabras de llenas de amor y consejos me he convertido en la persona que soy, con valores y siempre con una actitud positiva.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Ing. Manuel Enrique Donoso Bruque, M. Sc.**

TUTOR

---

**Ing. John Eloy Franco Rodríguez, Ph. D.**

DIRECTOR DE CARRERA

---

**Ing. Paola Estefania Pincay Figueroa, M. Sc.**

COORDINADOR DEL ÁREA





**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CALIFICACIÓN**

---

**Ing. Manuel Enrique Donoso Bruque, M. Sc.**

TUTOR

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>17</b>
1.1. Objetivos .....	18
1.1.1 Objetivo general.....	18
1.1.2 Objetivos específicos.....	18
1.2. Hipótesis.....	19
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
2.1. Cultivo de banano .....	20
2.1.1. Generalidades.....	20
2.1.2. Características del sector Ecuatoriano.....	21
2.1.3. Industria Bananera Ecuatoriana.....	22
2.2. Enfermedades del banano .....	24
2.2.1. Control de enfermedades.....	24
2.2.2. Pudrición de la corona.....	25
2.3. Ozono.....	26
2.3.1. ¿Qué es el ozono?.....	26
2.3.2. Generalidades.....	27
2.3.3. Producción de ozono.....	27
2.3.4. Ventajas del Ozono.....	28
2.3.5. Ozono en la agricultura.....	29
2.3.6. Aplicaciones de ozono en el cultivo de banano.....	30
<b>3. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>33</b>
3.1. Localización del ensayo .....	33
3.2. Características Climáticas .....	34
3.3. Equipos y materiales .....	34
3.3.1 Equipos.....	34
3.3.2 Materiales.....	35
3.4. Factores estudiados .....	35
3.4.1 Tratamientos estudiados.....	36
3.5. Diseño Experimental .....	36
3.6. Análisis de Varianza.....	37
3.7. Análisis funcional.....	37

3.8. Manejo del Experimento.....	37
3.8.1. Cosecha de racimos. ....	37
3.8.2. Generador de ozono. ....	37
3.8.3. Inmersión de clúster.....	38
3.8.4. Empaque de los clúster.....	38
3.9. Variables evaluadas .....	39
3.9.1 Prolongación de la vida verde del clúster de banano. ....	39
3.9.2 Determinación de la maduración de la fruta mediante porcentaje de grados Brix. ....	40
3.9.3 Evaluación de la pudrición de la corona en los clúster a los 20, 30 y 40 días.....	41
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>42</b>
4.1 Prolongación de la vida verde del clúster de banano a los 20 días ...	42
4.2 Prolongación de la vida verde del clúster de banano a los 30 días ...	43
4.3 Prolongación de la vida verde del clúster de banano a los 40 días ...	45
4.4 Determinación de la maduración de la fruta mediante porcentaje de grados Brix a los 20 días .....	46
4.5 Determinación de la maduración de la fruta mediante porcentaje de grados Brix a los 30 días .....	48
4.6 Determinación de la maduración de la fruta mediante porcentaje de grados Brix a los 40 días .....	49
4.7 Evaluación de la pudrición de la corona en los clúster a los 20 días .	51
4.8 Evaluación de la pudrición de corona en los clúster a los 30 días....	52
4.9 Evaluación de la pudrición de la corona en los clúster a los 40 días.	55
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>58</b>
5.1. Conclusiones.....	58
5.2. Recomendaciones.....	58

## **BIBLIOGRAFÍA.**

## **ANEXOS.**

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Ubicación geográfica de la hacienda Comargara.....	33
<b>Gráfico 2.</b> Escala de maduración de United Fruit Corporation.....	39
<b>Gráfico 3.</b> Medición mediante brixometro .....	40
<b>Gráfico 4.</b> Las evaluaciones se realizaron a los 20, 30 y 40 .....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Promedio de la maduración de los clúster de banano a los 20 días, según la escala de colores.....	42
<b>Tabla 2.</b> Análisis de varianza, en determinación de la prolongación de la vida verde del fruto mediante la escala de colores a los 20 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada.....	43
<b>Tabla 3.</b> Promedio de la maduración de los clúster de banano a los 30 días, según la escala de colores.....	44
<b>Tabla 4.</b> Análisis de varianza, en determinación de la prolongación de la vida verde del fruto mediante la escala de colores a los 30 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada.....	44
<b>Tabla 5.</b> Promedio de la maduración de los clúster de banano a los 40 días, según la escala de colores.....	45
<b>Tabla 6.</b> Análisis de varianza, en determinación de la prolongación de la vida verde del fruto mediante la escala de colores a los 40 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada.....	46
<b>Tabla 7.</b> Promedio de porcentaje de grados Brix a los 20 días. ....	47
<b>Tabla 8.</b> Análisis de varianza, en determinación de la maduración de la fruta mediante porcentaje de grados Brix a los 20 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada. ....	47
<b>Tabla 9.</b> Promedio de porcentaje de grados Brix a los 30 días. ....	48
<b>Tabla 10.</b> Análisis de varianza, en determinación de la maduración de la fruta mediante porcentaje de grados Brix a los 30 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada. ....	49
<b>Tabla 11.</b> Promedio de porcentaje de grados Brix a los 40 días. ....	50

<b>Tabla 12.</b> Análisis de varianza, en determinación de la maduración de la fruta mediante porcentaje de grados Brix a los cuarenta días comenzado el ensayo. ....	50
<b>Tabla 13.</b> Promedio de pudrición de la corona de los clúster a los 20 días, según escala de Frossard. ....	51
<b>Tabla 14.</b> Análisis de varianza, en determinación pudrición de la corona de los clúster a los 20 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada, según escala de Frossard.....	52
<b>Tabla 15.</b> Promedio de pudrición de la corona de los clúster a los 30 días, según escala de Frossard. ....	53
<b>Tabla 12.</b> Análisis de varianza, en determinación pudrición de la corona de los clúster a los 30 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada, según escala de Frossard.....	54
<b>Tabla 17.</b> Promedio de pudrición de la corona de los clúster a los 30 días, según escala de Frossard. ....	55
<b>Tabla 18.</b> Análisis de varianza, en determinación pudrición de la corona de los clúster a los 40 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada, según escala de Frossard.....	56

## RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo durante la época seca del 2016, en la hacienda Comargara, en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jújan), provincia del Guayas. La investigación se la realizó con la inmersión de clúster de banano recién cosechados en agua con ozono, para ello se consideró los factores: Prolongación de la vida verde del banano, determinación de los grados Brix en el proceso de maduración del banano y la identificación de hongos que afectan a la pudrición de la corona de los clúster. Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos estuvieron identificados por 16 clúster por cada tratamiento. Los objetivos fueron: Prolongar la vida verde del banano, determinar los grados Brix en la maduración de la fruta, evaluar la pudrición de la corona. De acuerdo a los resultados obtenidos en Prolongar la vida verde del banano se observó que hubo diferencias significativas entre el tratamiento 1 (inmersión 5 min agua ozonizada) con relación al tratamiento 4 (testigo), en la determinación de los grados Brix en la maduración de la fruta se observaron los promedios más bajos en tratamiento 1 en comparación con los demás tratamientos y en la evaluación de la pudrición de la corona el tratamiento con mayor grado de pudrición fue el tratamiento 4 (testigo) que fue tratado con un fungicida químico (Tiabendazol).

**Palabras Claves:** *Banano, Clúster, Ozono, Grados Brix, Maduración, Prolongación, Pudrición.*

## ABSTRACT

The present investigation was carried out during the dry season of 2016, at Comargara farm, in the parish of Baquerizo Moreno (Jújan), province of Guayas. The research done by the immersion of a clúster of bananas freshly harvested in water with ozone, for it the following factors were considered: Prolongation of banana green life, determination of Brix degrees in the banana ripening process and identification of Fungi that affect the rotting of the crown of the clúster. We used the completely randomized design (DCA) in factorial arrangement with 4 treatments and 4 replicates. The treatments were identified by 16 clústers for each treatment. The objectives were: To prolong the green life of the Banana, to determine the Brix degrees in the ripening of the fruit, and to evaluate the putrescence of the crown. According to the results obtained in Prolonging the green life of Banana, it was observed that there were significant differences between treatment 1 (immersion 5 min ozonized water) in relation to treatment 4 (control), in the determination of Brix degrees in maturation of The fruit was observed the lowest averages in treatment 1 compared to the other treatments and in the evaluation of the crown rot the treatment with the highest degree of decay was the treatment 4 (control) that was treated with a chemical fungicide (thiabendazole).

**Key Words:** *Banana, Clúster, Ozone, Brix Degrees, Ripening, Prolongation, Degradation.*



## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de banano (*Musa acuminata* AAA) es una de las actividades económicas más importantes en nuestro país Ecuador, debido a que involucra a un 30 % de la población rural en la producción de banano, donde anualmente se cultivan 280 000 hectáreas.

Este cultivo engloba distintas prácticas agrícolas que deben de ser llevadas a cabo satisfactoriamente para poder tener una producción con calidad de exportación. Uno de los problemas que se presentan a diario al momento de exportar la fruta es la maduración temprana de la misma, por los largos viajes que hacen las cajas de banano hasta llegar a su puerto de destino y llegar a manos del consumidor.

La Agricultura en la actualidad propende al uso de prácticas alternativas que se basan en los parámetros de sostenibilidad como son el parámetro social, económico y ambiental.

Como alternativa para reducir el uso indiscriminado de químicos en la producción de banano en el país y evitar la maduración prematura de la fruta, lo cual representa un problema para la exportación a los mercados

extranjeros, por lo cual se propone el uso de una metodología sin químicos para preservar el medio ambiente y evitar los problemas de contaminación.

Otro de los problemas que se presenta en la exportación de banano es la pudrición de la corona de los clúster, lo cual constituye un medio ideal para la proliferación de hongos en el transporte de la fruta, dificultad que puede ser superada con la aplicación de una inmersión de los clúster en una solución con agua ozonizada.

Por lo tanto esta investigación está centrada en obtener resultados positivos para alargar la vida verde del banano y controlar la aparición de hongos en las coronas de los clúster, disminuyendo considerablemente el uso de químicos en esta labor.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general.**

Establecer el efecto del uso del agua ozonizada en el prolongamiento de la vida verde del banano.

### **1.1.2 Objetivos específicos.**

- Prolongar la vida verde del banano.

- Determinar los grados Brix en la maduración de la fruta, mediante la inmersión de los clúster en agua ozonizada.
- Evaluar la pudrición de la corona.

## **1.2. Hipótesis**

El agua ozonizada crea las condiciones ideales para prolongar la vida verde del banano y evitar la pudrición de la corona.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Cultivo de banano**

#### **2.1.1. Generalidades.**

El banano (*Musa acuminata* AAA), es una planta monocotiledónea, que pertenece a la familia de las Musáceas, es un alimento con alto valor nutritivo para la alimentación, pero presenta problemas para ser comercializado en fresco, por lo cual para ser exportado es sometido a varias inspecciones de rigor (Gonzabay, 2012).

El banano es una fruta tropical muy nutritiva, posee una forma oblonga, alargada y algo curvada, su piel es de color amarillo cuando está maduro, la pulpa es de color blanca y su sabor es dulce (DOLE, 2014).

En el desarrollo fisiológico de la planta se presenta la inflorescencia, donde una parte del punto de crecimiento se transforma en una yema floral. Después cuando la inflorescencia emerge se convierte en raquis y toma un color verde y a su vez desvía su orientación apuntando hacia el suelo, entre los 90 a 120 días el racimo es cosechado después de la salida de la inflorescencia (Angulo, 2009).

### **2.1.2. Características del sector Ecuatoriano.**

El cultivo de banano en el Ecuador tuvo sus inicios por los años 1944 y 1948. La historia bananera del Ecuador, tuvo sus inicios por alrededor de los años 1944 y 1948. Esto sucedió durante el periodo que el mandatario del país era Galo Plaza Lasso, donde el promovió y expandió los cultivos de banano en el territorio nacional, lo que se convertiría en el segundo mayor rubro de exportación (Asociación Ecuatoriana de Bananeros del Ecuador, 2009).

Desde la década de los años 50, la actividad bananera se ha convertido en una de las principales fuentes generadoras de divisas y la tercera fuente de recursos para el país, después del petróleo y las remesas de los inmigrantes (Cepeda, 2011).

La actividad bananera ha mantenido una solidez y ha contribuido directamente en el crecimiento de la economía del país, a pesar del tiempo transcurrido. Donde ha mantenido una posición importante antes y durante el boom de las exportaciones petroleras (Vargas, Meneses, y Molina, 2016).

En el incremento de las exportaciones de banano han habido aspectos que han contribuido para su comercialización y consumo, como lo es el cambio de las tendencias en la alimentación, donde existe un incremento de la demanda de productos saludables (Vargas et al., 2016).

Según cifras publicadas por la Asociación Ecuatoriana de Exportadores de banano, a través de Puerto Bolívar fueron exportadas en el año 2014, más de sesenta millones de cajas de banano hacia los mercados internacionales, entre los que se destacan Rusia, Estados Unidos, Italia, Alemania, Bélgica, Chile, Turquía y Holanda (Asociación Ecuatoriana de Bananeros del Ecuador, 2009).

Si bien la mayoría de la producción bananera es destinada a la exportación y a los principales mercados internacionales, no toda la producción cumple con los estándares de calidad (Asociación Ecuatoriana de Bananeros del Ecuador, 2009).

Este cultivo se encuentra especialmente en las provincias de El Oro, Guayas y Los Ríos, que agrupan el 91 % de los productores del país (Campuzano, Cornejo, Ruiz y Peralta, 2010).

### **2.1.3. Industria Bananera Ecuatoriana.**

Ecuador actualmente es el primer exportador de banano en el mundo con un 30 % del mercado global y el cuarto productor en el planeta (PROECUADOR, 2016).

La economía alrededor del mundo se encuentra en constante evolución, especialmente este hecho se debe gracias al intercambio

comercial entre los países, la globalización desempeña un importante papel en la apertura de los mercados, pero analizando en profundidad se hace evidente que no todos los países pueden ejercer el comercio en igualdad de condiciones ya que muchas veces intervienen factores de tipo geopolítico, social y económico (Sánchez, 2015).

A este respecto muchos autores coinciden en afirmar que si bien lo que se espera es que la globalización conduzca al progreso y al bienestar mundial, en realidad eso no es así y las únicas beneficiadas son las grandes empresas transnacionales (Sánchez, 2015).

En el Ecuador, este fenómeno se hace evidente en la comercialización de la producción agrícola, el país muchas veces ve comprometida su producción en interrelaciones económicas, comerciales y tecnológicas inequitativas entre los diferentes territorios y países. A pesar de lo mencionado, el Ecuador es un gran competidor en el mercado internacional, esto se debe a la gran variedad de productos agrícolas que se produce (García, 2013).

La actividad bananera tiene un peso muy importante para la economía ecuatoriana, su tasa de participación dentro del PIB agrícola es del 24 %. Las exportaciones de banano y plátano representaron, entre enero a diciembre de 2008, aproximadamente USD 1 500 millones (BCE, 2011).

La agricultura es una de las actividades económicas más antiguas, en la actualidad es un sector económico indispensable y fundamental en lo que respecta a la alimentación mundial. El valor de la agricultura queda demostrado, debido a que casi la mitad de la población del mundo se dedica a esta actividad (Ruíz, 2015).

Es importante mencionar que el banano del Ecuador, se ha configurado desde hace muchos años como un generador de divisas para el país, y ha logrado mantenerse en primer lugar por encima de cualquier otro cultivo agrícola u otras actividades productivas, su contribución a la economía del país llega a superar los 2 000 millones de dólares al año (Exkart, 2015).

## **2.2. Enfermedades del banano**

### **2.2.1. Control de enfermedades.**

El control de enfermedades no debe estar basado únicamente en la aplicación de productos químicos, sino que estos deben ser un complemento de otras medidas posibles de utilizar. Esto es lo que se denomina manejo integrado de enfermedades, que considera el empleo de otros métodos de control como inspecciones reguladoras, control biológico, control físico y control cultural (Lehmann-Danzinger, 2004, p. 396).



### **2.2.2. Pudrición de la corona.**

En la postcosecha del cultivo del banano, una de las enfermedades más conocidas pudrición de corona. Dicha enfermedad se inicia con un reblandecimiento de los tejidos superficiales en los restos del raquis y en la corona que adquiere un color marrón oscuro o negro (Alvindhia, Kobayashi, Natsuaki y Tanda, 2004).

En el corte de la superficie de la corona se desarrolla una capa micelial de color blanquecino, grisácea o rosa. El micelio y la pudrición causan daño en la apariencia fresca y limpia de la maduración de la fruta (Duque, Torres, Oramas y Fernández, 2004).

En casos graves la pudrición penetra profundamente en los dedos del banano, causando un desprendimiento de la corona y hasta alcanzar la pulpa perdiéndose el fruto en su totalidad (Muirhead y Jones, 2000).

Los frutos del cultivo de banano tienden a ser susceptibles a enfermedades postcosecha, las cuales se incrementan en el momento del almacenamiento de los frutos debido a los cambios fisiológicos que ocurren durante este proceso, de esta forma se facilita el desarrollo de patógenos (Verum Varela, Ochoa Jimenez, Baez Sañudo y Gutierrez Martinez, 2015).

El control de la pudrición de corona debe ser tratada desde el campo con la aplicación de buenas prácticas sanitarias, que van desde la eliminación de las fuentes de inóculo hasta el manejo lo más cuidadoso posible durante la cosecha de la fruta, evitando daños por golpes, roces, entre otros. Las medidas de control incluyen también el mantener desinfectados y libre de restos de fruta las áreas de manipulación y empaquetado además de la limpieza de los equipos de trabajo (FAO, 2006).

### **2.3. Ozono**

#### **2.3.1. ¿Qué es el ozono?**

Es una forma alotrópica del oxígeno molecular ( $O_2$ ), que se origina en las capas altas de la atmósfera por la radiación ultra violeta (UV) de los rayos solares. Está presente como un constituyente gaseoso natural en las capas altas de la atmósfera. En las capas más bajas de la atmósfera se origina a partir de las descargas eléctricas (Hidalgo, Olivo, y Aguirre, 2016).

Según Rubin (2001), el gas ozono no es más que oxígeno que ha sido impactado por una descarga eléctrica y el impacto de la descarga el oxígeno sufre una reagrupación tri-atómica. Debido a su reactividad regresa al estado de oxígeno rápidamente.

### **2.3.2. Generalidades.**

El ozono ( $O_3$ ) ha encontrado muchas aplicaciones en la vida de los seres humanos. Así, por ejemplo, por su acción contra los micro-organismos, el  $O_3$  es usado para preservar los alimentos frescos (Glowacz, Colgan, y Rees, 2015).

Los beneficios de ozono ( $O_3$ ) para el tratamiento de varias enfermedades han sido revisados en varios trabajos por ejemplo (Travagli, Zanardi, Valacchi, y Bocci, 2010).

A pesar de esto, parece que aún existen estudios que indican no haber podido confirmar estadísticamente la validez de la lógica de este tratamiento (AlBedah, Khalil, Elolemy, Alrasheid, Al Mudaiheem y Elolemy, 2013)

### **2.3.3. Producción de ozono.**

El ozono es un compuesto muy inestable, siendo su vida muy corta (30 minutos) o que una vez realizada su labor de desinfección se descompone formando oxígeno, por lo cual es necesario que se genere en el sitio de consumo (Ramírez y Sainz, 2012).

#### **2.3.4. Ventajas del Ozono.**

Entre las ventajas de la ozonización, pueden destacarse las siguientes:

El ozono es un desinfectante universal que reacciona con los elementos contaminantes, oxidándolos, eliminando el color y olor a la vez que destruye hongos, bacterias, virus y algas. La acción desodorizante (sin camuflar el olor) es por efecto de la oxidación de las moléculas o compuestos químicos como las cetonas, hidrocarburos, ácidos, derivados del azufre y nitrogenados, entre otros.

El ozono oxida la pared celular, rompiéndola y atacando a los constituyentes de los ácidos nucleicos (ADN y ARN). Por ello, los microorganismos no son capaces de desarrollar inmunidad al ozono como lo hacen frente a otros compuestos (Ramírez y Sainz, 2012).

El Ozono puede bombearse en el espacio aéreo de un cuarto o contenedor frío de postcosecha. Para las aplicaciones en agua, la mejor forma es succionar el ozono hacia una corriente de agua de baja presión negativa creada por un sistema de inyección venturi (Ramírez y Sainz, 2012).

También se encuentran grandes ventajas si las necesidades que se requieran implican el lavado, sanitización y desinfección de productos, materiales, superficies, instrumentos, maquinarias, tuberías, contenedores, prácticamente cualquier área o superficie (Ricaurte Galindo, 2006).

### **2.3.5. Ozono en la agricultura.**

El ozono al ser un gas alelotropico perdime mediante un tratamiento del agua ozonizada, inyectado por medio de un venturi, puede repercutir en una asepsia tanto de las plantas en el campo, como de las frutas en el lavado antes de ser empacadas (Hidritec, 2011).

La mayoría de los microorganismos asociado con pudriciones de frutas y verduras son inocuos a los humanos. Esto incluye los géneros de bacterias *Erwinia* y *Pseudomonas* y muchos hongos como *Rhizopus*, *Geotrichum*, *Sclerotinia*, *Fusarium*, *Alternaria*, entre otros (Ramírez-Villapudua y Sáinz-Rodríguez, 2006).

La mayor parte de los productos crudos sanos tienen en cualquier parte de ellos unos cuantos miles o millones de microorganismos por gramo. La presencia de muchos de estos microorganismos es de mucha preocupación por causar pudrición del producto y el procedimiento normal de lavado puede reducir la carga microbiana nativa en la superficie por hasta un 99 % (Hidritec, 2011).

El ozono es un germicida muy eficaz; los virus, bacterias y hongos son totalmente aniquilados con una exposición adecuada (Hidritec, 2011).

Generalmente, el tratamiento de frutas y verduras con ozono se puede lograr añadiendo ozono gaseoso de forma continua o intermitente a una atmósfera de almacenamiento durante todo el período de almacenamiento y tratando con agua ozonizada mediante procedimientos de lavado o inmersión (Suslow, 1998).

#### **2.3.6. Aplicaciones de ozono en el cultivo de banano.**

La maduración de la fruta es un importante criterio postcosecha en la selección de los bananos y plátanos, ya que el estado de madurez de cualquier fruta cosechada influye enormemente sobre la vida verde o en el almacenamiento de la fruta durante largos períodos de tiempo y calidad final para el consumo. Cada fruta desarrollará plenamente su olor, sabor y color característicos durante el almacenamiento, si la misma se recoge durante un período óptimo (Dadzie y Orchard, 2013).

La maduración de la fruta es el resultado de un complejo de cambios, muchos de los cuales probablemente ocurren independientemente unos de otros (Brady, 1987).

La desaparición o pérdida del color verde en la cáscara y la intensificación correspondiente del color amarillo durante la maduración son manifestaciones obvias en los bananos, bananos de cocción y plátanos. La pérdida del color verde se debe a la degradación de la estructura de la clorofila. Los cambios externos en el color de la cáscara durante la maduración a menudo reflejan los cambios del color de la pulpa (Wainwright y Hughes, 1990).

En los últimos años, el O<sub>3</sub> se ha usado en la agricultura como fungicida y como agentes de-toxicante (Alencar, Faroni, Soares, da Silva, y Carvalho, 2012).

Recientemente, en Ecuador se ha comenzado a probar la eficacia del O<sub>3</sub> para el combate de la plaga conocida como Sigatoka Negra, causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, el cual causa maduración prematura (MAGAP-Ecuador, 2014).

Según Beltrán-García et al. (2014), pudieron determinar que las melaninas del hongo *M. fijiensis*, irradiadas a 532 nm (luz visible), producen una potente ROS O<sub>2</sub> (1D<sub>g</sub>), que causa muerte celular.

En otra investigación realizada por Swarupa, Ravishankar y Rekha (2014) han revisado los mecanismos de defensa de la bananera contra el hongo *Fusarium oxysporum* junto a las estrategias para desarrollar cultivares con genotipos tolerantes. Los autores revisan el uso de las proteínas de la familiar de fluorescencia verde, GFP, y tabulan genes candidatos para este propósito.

Estudios comparativos determinan que es necesaria una dosis de ozono residual de 0.1mg/l durante 5 segundos, frente a las 4 horas para el cloro. También se ha determinado que se necesitan 0.4 ppm de ozono durante cuatro minutos para eliminar microorganismos. El ozono también puede matar el 99 % de 60 000 coliformes/ml en aguas contaminadas en 2.8 segundos con una dosis de 0.1 ppm, con la misma dosis de cloro se necesitan 15 000 segundos (Ramírez y Sainz, 2012)

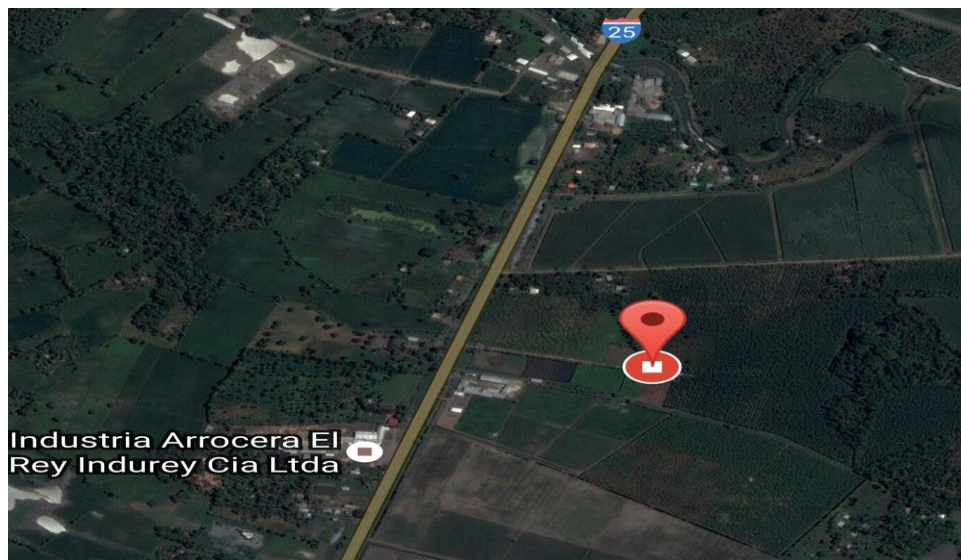


### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Localización del ensayo

El experimento se realizó en la Hacienda Comargara, ubicada en el km. 45 de la vía Guayaquil – Jujan, cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan), provincia del Guayas, entre los meses de noviembre a diciembre del año 2016.

**Gráfico 1.** Ubicación geográfica de la hacienda Comargara



**Fuente:** Google maps, 2016

<b>Longitud Oeste</b>	79° 35` 28
<b>Latitud Sur</b>	1° 57` 30S
<b>Altitud</b>	9 msnm
<b>Suelo</b>	Franco arcilloso

pH	6.2
----	-----

### **3.2. Características Climáticas**

El cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jújan) posee un clima húmedo (humedad relativa de 79.33 %), con una temperatura que oscila entre 27 °C y 32 °C y una pluviosidad de alrededor de 1369.5 mm anuales.

### **3.3. Equipos y materiales**

#### **3.3.1 Equipos.**

- Equipo de ozono
- Tanque de oxígeno
- Medidor de ozono
- Medidor de pH
- Balanza
- Cuarto frío (container)
- Laptop: para ingresar la información, fotos, gráficos, tablas, búsqueda de datos en internet.
- Cámara fotográfica: Toma de fotos para documentar todo el proceso de la realización del trabajo de titulación.
- Brixometro: para la medición del porcentaje de Grados Brix de los clúster de banano.

- Esterilizador
- Cámara de flujo laminar

### **3.3.2 Materiales.**

- Tina plástica
- Caja de banano
- Fundas plásticas (empaquete)
- Mertect (Tiabendazol)
- Fundas de transporte de muestras
- Navaja
- Cajas Petri
- Porta objeto
- Cubre objeto
- Algodón
- Papel toalla

### **3.4. Factores estudiados**

Los factores que se estudiaron fueron los siguientes: Prolongación de la vida verde del banano, determinación de los grados Brix en el proceso de maduración del banano y la identificación de hongos que afectan a la pudrición de la corona de los clúster.

### **3.4.1 Tratamientos estudiados.**

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

Cuatro tratamientos

- a. Tratamiento 1: Inmersión de los clúster en agua ozonizada por un intervalo de tiempo de 5 min.
- b. Tratamiento 2: Inmersión de los clúster en agua ozonizada por un intervalo de tiempo de 10 min.
- c. Tratamiento 3: Inmersión de los clúster en agua ozonizada por un intervalo de tiempo de 15 min.
- d. Tratamiento 4: Testigo químico con aplicación de un fungicida comercial, Mertect (Tiabendazol).

### **3.5. Diseño Experimental**

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos estuvieron identificados por 16 clúster por cada tratamiento

### 3.6. Análisis de Varianza

#### ANDEVA

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos (t – 1)	3
Repetición (r– 1)	3
Error (r – 1) (t – 1)	9
Total (rt –1)	14

### 3.7. Análisis funcional

Para las comparaciones de las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

### 3.8. Manejo del Experimento

#### 3.8.1. Cosecha de racimos.

Se cosecharon 16 racimos para obtener 16 cajas de 43 libras para ser procesados en la empacadora. A su vez se realizó el trabajo de desmane del racimo en clúster para su posterior inmersión en agua ozonizada.

#### 3.8.2. Generador de ozono.

El ozono se produjo por un equipo generador de ozono de 10 gr/h alimentado con oxígeno al 95 % de pureza. El ozono será inyectado mediante un ventury de PDF al agua de la tina de tratamiento.

### **3.8.3. Inmersión de clúster.**

Se realizó la inmersión de los clúster seleccionados en el agua previamente ozonizada por una cantidad de tiempo de 5 min, 10 min, 15 min a 2 ppm de concentración. A su vez el testigo fue fumigado con el fungicida químico Mertect (Tiabendazol).

### **3.8.4. Empaque de los clúster.**

Transcurrido el tiempo de inmersión de los clúster en agua ozonizada, fueron empacados al vacío y dispuestos en cajas de 43 libras (22xu) para exportación.

### **3.8.5. Simulador de container.**

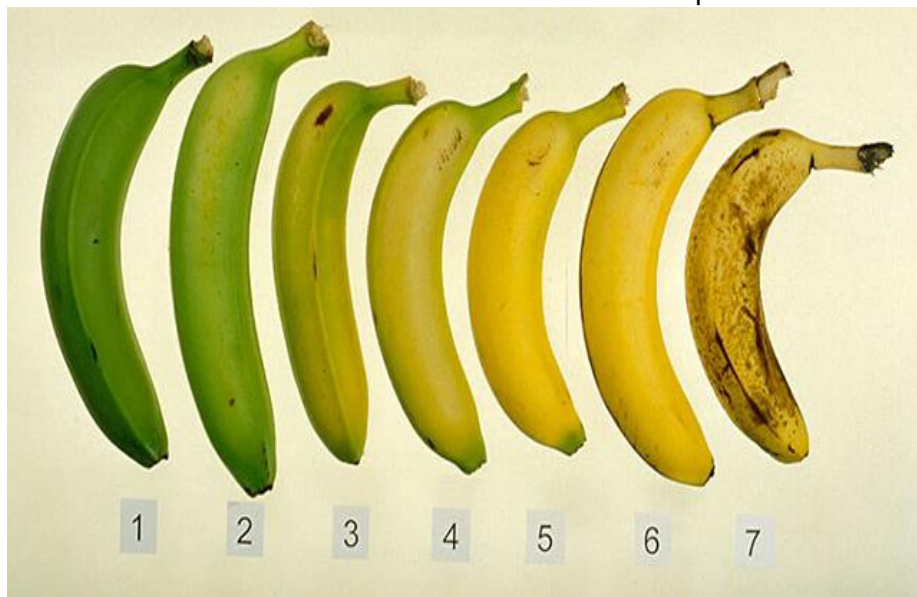
Las cajas de banano que fueron sometidas a los diferentes tratamientos fueron colocadas al azar en un simulador de container refrigerado a 14 grados centígrados (temperatura establecida en el transporte del container), donde permanecieron durante 40 días.

### 3.9. Variables evaluadas

#### 3.9.1 Prolongación de la vida verde del clúster de banano.

Para medir esta variable se utilizó la escala de colores de maduración de United Fruit Corporation, donde se determinó el porcentaje de vida verde de la fruta, de acuerdo a la coloración que presentaba al momento de la medición, las evaluaciones se realizaron a los 20, 30 y 40 días de permanecer en la cámara de refrigeración.

**Gráfico 2.** Escala de maduración de United Fruit Corporation

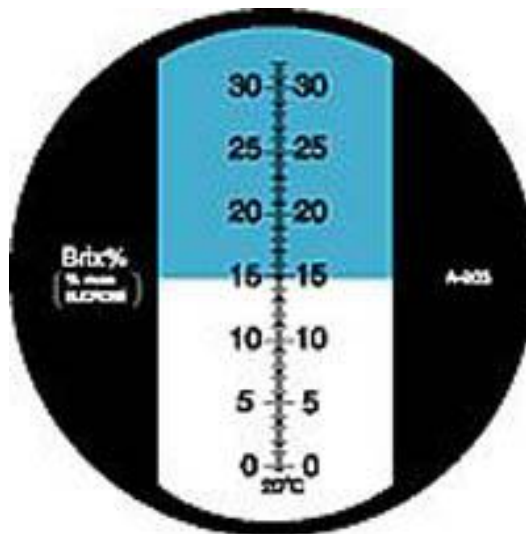


**Fuente:** United Fruit Corporation

### 3.9.2 Determinación de la maduración de la fruta mediante porcentaje de grados Brix.

Para determinar esta variable se escogieron los clúster de cada tratamiento, se los identificó y se los colocó al azar, para posteriormente, con una navaja, realizar un corte y obtener la muestra, finalmente evaluarla a través del Brixómetro determinando el porcentaje de glucosa en la muestra, las evaluaciones se realizaron a los 20, 30 y 40 días de permanecer en la cámara de refrigeración.

**Gráfico 3.** Medición mediante brixómetro



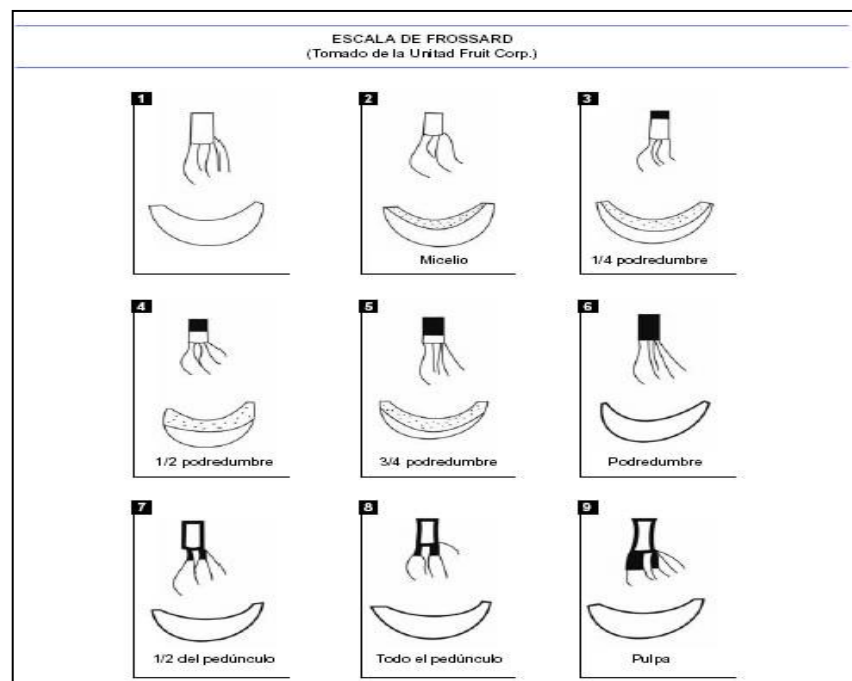
**Fuente:** United Fruit Corporation



### 3.9.3 Evaluación de la pudrición de la corona en los clúster a los 20, 30 y 40 días.

Para evaluar el daño de la corona se identificó si existía presencia de hongos sobre la superficie de la corona, comparando con la Escala de Frossard (United Fruit Corporation), las evaluaciones se realizaron a los 20, 30 y 40 días de permanecer en la cámara de refrigeración.

**Gráfico 4.** Las evaluaciones se realizaron a los 20, 30 y 40 días de permanecer en la cámara de refrigeración.



Fuente: United Fruit Corporation

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Prolongación de la vida verde del clúster de banano a los 20 días

En la Tabla 1 se presentan los valores promedio obtenidos, de acuerdo a la escala de colores de maduración de United Fruit Corporation (E1:7) registrados a los 20 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada.

Se observa el Tratamiento 4 (T4) con un valor de 1.28, fue el que presentó el mayor promedio, seguido del Tratamiento 3 (T3) con 1.18. El tratamiento que presentó el menor porcentaje fue el Tratamiento 1 (T1) con 1.00.

**Tabla 1.** Promedio de la maduración de los clúster de banano a los 20 días, según la escala de colores.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
No.	1	2	3	4	$\bar{x}$
T1	1	1	1	1	1.00 c
T2	1	1	1	1	1.00 b
T3	1.2	1.2	1.1	1.2	1.18 a
T4	1.3	1.3	1.2	1.3	1.28 a
					$\bar{x}=$ 1.11
					CV= 3.18 %
Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad					

Utilizando la escala de Colores United Fruit Corporation  
Elaborado por: El Autor

Al realizar el análisis de la Varianza (Tabla 2) se observó que hubo diferencias significativas, que al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades se determinaron tres rangos de significancia. El promedio general fue 1.11 y el CV 3.18 %.

**Tabla 2.** Análisis de varianza, en determinación de la prolongación de la vida verde del fruto mediante la escala de colores a los 20 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada.

ANDEVA				
F.V	GL	SC	CM	F cal
Tratamiento	3	0.22	0.07	59.33**
Error	12	0.02	0	
Total	15	0.24		

\*\*= Altamente significativo/  
Elaborado por: El Autor

#### 4.2 Prolongación de la vida verde del clúster de banano a los 30 días

En la Tabla 3, se presenta los valores obtenidos en promedio de acuerdo a la escala de colores de maduración de United Fruit Corporation (E1:7) registrados a los 30 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada. Se observa el Tratamiento 4 (T4) con un valor de 2.68, fue el que presentó el mayor promedio, seguido del Tratamiento 3 (T3) con 2.25. El tratamiento que presentó el menor porcentaje fue el Tratamiento 1 (T1) con 2.28.

**Tabla 3.** Promedio de la maduración de los clúster de banano a los 30 días, según la escala de colores.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
No.	1	2	3	4	$\bar{x}$
T1	2.3	2.3	2.3	2.2	2.28 c
T2	2.1	2.1	2.2	2.2	2.15 b
T3	2.2	2.3	2.2	2.3	2.25 ab
T4	2.5	2.5	2.6	2.7	2.68 a
$\bar{x} =$					<b>2.31</b>
CV =					<b>2.93 %</b>
Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad					

Utilizando la escala de Colores United Fruit Corporation  
Elaborado por: El Autor

**Tabla 4.** Análisis de varianza, en determinación de la prolongación de la vida verde del fruto mediante la escala de colores a los 30 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada.

ANDEVA				
F.V	GL	SC	CM	F cal
Tratamiento	3	0.4	0.13	29.27**
Error	12	0.06	0	
Total	15	0.46		

\*\*= Altamente significativo/

Elaborado por: El Autor

Al realizar el análisis de la Varianza (Tabla 4) se observó que hubo diferencias altamente significativas, que al realizar la prueba de Duncan al

5 % de probabilidades se determinaron tres rangos de significancia. El promedio general fue 2.31 y el CV 2.93 %.

### 4.3 Prolongación de la vida verde del clúster de banano a los 40 días

En la Tabla 5 se presenta los valores obtenidos en promedio de acuerdo a la escala de colores de maduración de United Fruit Corporation (E1:7) registrados a los 40 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada. Se observa el Tratamiento 4 (T4) con un valor de 3.65, fue el que presentó el mayor promedio, seguido del Tratamiento 3 (T3) con 3.25. El tratamiento que presentó el menor porcentaje fue el Tratamiento 1 (T1) con 2.43.

**Tabla 5.** Promedio de la maduración de los clúster de banano a los 40 días, según la escala de colores.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
No.	1	2	3	4	$\bar{x}$
T1	2.3	2.5	2.5	2.4	2.43
T2	2.9	2.8	2.7	2.6	2.75 c
T3	3.1	3.3	3.3	3.3	3.25 b
T4	3.7	3.6	3.6	3.7	3.65 a
$\bar{x} =$					<b>3.02</b>
CV =					<b>3.28 %</b>
Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad					

Utilizando la escala de Colores United Fruit Corporation  
Elaborado por: El Autor

**Tabla 6.** Análisis de varianza, en determinación de la prolongación de la vida verde del fruto mediante la escala de colores a los 40 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada.

ANDEVA				
F.V	GL	SC	CM	F cal
Tratamiento	3	3.51	1.17	119.38
Error	12	0.12	0.01	
Total	15	3.62		

\*\*= Altamente significativo

Elaborado por: El Autor

Al realizar el análisis de la Varianza (Tabla 6) se observó que hubo diferencias altamente significativas, que al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades se determinaron tres rangos de significancia. El promedio general fue 3.02 y el CV 3.28 %.

#### **4.4 Determinación de la maduración de la fruta mediante porcentaje de grados Brix a los 20 días**

En la Tabla 7 se presenta los valores obtenidos en porcentaje de grados Brix registrados a los 20 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada. Se observa el Tratamiento 4 (T4) con un valor de 5.25 %, fue el que presentó el mayor promedio, seguido del Tratamiento 2 (T2) con 4.83 %. El tratamiento que presentó el menor porcentaje fue el Tratamiento 1 (T1) con 2.60 %.

**Tabla 7.** Promedio de porcentaje de grados Brix a los 20 días.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
No.	1	2	3	4	$\bar{x}$
T1	2.6	2.6	2.6	2.6	2.60 d
T2	4.5	5.3	5.0	4.5	4.83 c
T3	4.3	4.5	4.1	4.3	4.30 b
T4	5.1	5.2	5.6	5.1	5.25 a
$\bar{x} =$					<b>4.24</b>
CV =					<b>5.76 %</b>
Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad					

Utilizando Escala de Brixometro 0 - 30

Elaborado por: El Autor

**Tabla 8.** Análisis de varianza, en determinación de la maduración de la fruta mediante porcentaje de grados Brix a los 20 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada.

ANDEVA				
F.V	GL	SC	CM	F cal
Tratamiento	3	25.99	8.66	90.44**
Error	12	3.56	0.30	
Total	15	29.54		

\*\*= Altamente significativo

Elaborado por: El Autor

Al realizar el análisis de la Varianza (Tabla 8) se observó que hubo diferencias altamente significativas, que al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades se determinaron cuatro rangos de significancia. El promedio general fue 4.24 % y el CV 5.76 %.

#### 4.5 Determinación de la maduración de la fruta mediante porcentaje de grados Brix a los 30 días

En la Tabla 9 se presenta los valores obtenidos en porcentaje de grados Brix registrados a los 30 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada. Se observa el Tratamiento 4 (T4) con un valor de 15.43 %, fue el que presentó el mayor promedio, seguido del Tratamiento 3 (T3) con 15.35 %. El tratamiento que presentó el menor porcentaje fue el Tratamiento 1 (T1) con 14.10 %.

**Tabla 9.** Promedio de porcentaje de grados Brix a los 30 días.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
No.	1	2	3	4	$\bar{x}$
T1	13.6	14.1	14.3	14.4	14.10 c
T2	14.3	15.4	14.8	14.9	14.85 c
T3	15.4	15.4	15.2	15.4	15.35 b
T4	15.5	15.7	15.4	15.1	15.43 a
$\bar{x} =$					<b>14.93</b>
CV =					<b>2.12 %</b>

Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad

Utilizando Escala de Brixometro 0 - 30

Elaborado por: El Autor



**Tabla 10.** Análisis de varianza, en determinación de la maduración de la fruta mediante porcentaje de grados Brix a los 30 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada.

ANDEVA				
F.V	GL	SC	CM	F cal
Tratamiento	3	4.47	1.49	14.8**
Error	12	1.21	0.1	
Total	15	5.67		

\*\*= Altamente significativo/

Elaborado por: El Autor

Al realizar el análisis de la Varianza (Tabla 10) se observó que hubo diferencias altamente significativas, que al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades se determinaron tres rangos de significancia. El promedio general fue 14.93 % y el CV 2.12 %.

#### **4.6 Determinación de la maduración de la fruta mediante porcentaje de grados Brix a los 40 días**

En la Tabla 15 se presenta los valores obtenidos en porcentaje de grados Brix registrados a los 40 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada. Se observa el Tratamiento 4 (T4) con un valor de 25.15 %, fue el que presentó el mayor promedio, seguido del Tratamiento 3 (T3) con 23.25 %. El tratamiento que presentó el menor porcentaje fue el Tratamiento 1 (T1) con 21.73 %.

**Tabla 11.** Promedio de porcentaje de grados Brix a los 40 días.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
No.	1	2	3	4	$\bar{x}$
T1	21.5	21.5	22.1	21.8	21.73 c
T2	22.7	22	22.6	22.6	22.48 b
T3	22.1	23.4	24.1	23.4	23.25 b
T4	24.5	25.7	25.5	24.9	25.15 a
$\bar{x} =$					<b>23.15</b>
CV =					<b>2.35 %</b>
Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad					

Utilizando Escala de Brixometro 0 - 30

Elaborado por: El Autor

**Tabla 12.** Análisis de varianza, en determinación de la maduración de la fruta mediante porcentaje de grados Brix a los cuarenta días comenzado el ensayo.

ANDEVA				
F.V	GL	SC	CM	F cal
Tratamiento	3	25.99	8.66	29.24**
Error	12	3.56	0.3	
Total	15	29.54		

\*\*= Altamente significativo

Elaborado por: El Autor

Al realizar el análisis de la Varianza (Tabla 12) se observó que hubo diferencias altamente significativas, que al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades se determinaron tres rangos de significancia. El promedio general fue 23.15 % y el CV 2.35 %.

#### 4.7 Evaluación de la pudrición de la corona en los clúster a los 20 días

En la Tabla 13 se presenta los valores obtenidos en promedio de acuerdo a la escala de pudrición de la corona (Frossard) (E 1:9) registrados a los 20 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada.

Se observa el Tratamiento 4 (T4) con un valor de 1.35 %, fue el que presentó el mayor promedio, seguido del Tratamiento 3 (T3) con 1.18 %. El tratamiento que presentó el menor porcentaje fue el Tratamiento 1 (T1) con 1.00 %.

**Tabla 13.** Promedio de pudrición de la corona de los clúster a los 20 días, según escala de Frossard.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
No.	1	2	3	4	$\bar{x}$
T1	1	1	1	1	1.00 c
T2	1.1	1	1.1	1.1	1.08 b
T3	1.1	1.3	1.1	1.2	1.18 a
T4	1.3	1.3	1.4	1.4	1.35 a
$\bar{x} =$					<b>1.15</b>
CV =					<b>5.32 %</b>
Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad					

Utilizando Escala Frossard 1 - 9  
Elaborado por: El Autor

Al realizar el análisis de la Varianza (Tabla 14) se observó que hubo diferencias altamente significativas, que al realizar la prueba de Duncan al

5 % de probabilidades se determinaron cuatro rangos de significancia. El promedio general fue 1.15 % y el CV 5.32 %.

**Tabla 14.** Análisis de varianza, en determinación pudrición de la corona de los clúster a los 20 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada, según escala de Frossard.

ANDEVA				
F.V	GL	SC	CM	F cal
Tratamiento	3	0.28	0.09	24.44**
Error	12	0.05	0	
Total	15	0.32		

\*\*= Altamente significativo/  
Elaborado por: El Autor

En la investigación realizada por Cartaya (2011) se detalla que a los 15 días, el tratamiento con imazalil no superó el nivel 2 (presencia de micelio) de los 9 establecidos en la escala de podredumbre de corona según Frossard. El resto de tratamientos alcanzaron el nivel 5 (3/4 de podredumbre) sin diferencias importantes entre los porcentajes alcanzados para cada uno de los niveles de la escala. Que a su vez concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación, sin el uso de un fungicida químico.

#### **4.8 Evaluación de la pudrición de corona en los clúster a los 30 días**

En la Tabla 15 se presenta los valores obtenidos en promedio de acuerdo a la escala de pudrición de la corona (Frossard) (E 1:9) registrados

a los 30 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada. Se observa el Tratamiento 4 (T4) con un valor de 1.75 %, fue el que presentó el mayor promedio, seguido del Tratamiento 3 (T3) con 1.58 %. El tratamiento que presentó el menor porcentaje fue el Tratamiento 1 (T1) con 1.25 %.

Al realizar el análisis de la Varianza (Tabla 16) se observó que hubo diferencias altamente significativas, que al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades se determinaron cuatro rangos de significancia. El promedio general fue 1.51 % y el CV 3.71 %.

**Tabla 15.** Promedio de pudrición de la corona de los clúster a los 30 días, según escala de Frossard.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
No.	1	2	3	4	$\bar{x}$
T1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.25
T2	1.5	1.4	1.4	1.5	1.45 c
T3	1.6	1.6	1.5	1.6	1.58 b
T4	1.8	1.7	1.7	1.8	1.75 a
$\bar{x} =$					<b>1.51</b>
CV =					<b>3.71 %</b>
Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad					

Utilizando Escala Frossard 1 - 9  
Elaborado por: El Autor

**Tabla 16.** Análisis de varianza, en determinación pudrición de la corona de los clúster a los 30 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada, según escala de Frossard.

ANDEVA				
F.V	GL	SC	CM	F cal
Tratamiento	3	0.53	0.18	56.73**
Error	12	0.04	0	
Total	15	0.57		

\*\*= Altamente significativo/

Elaborado por: El Autor

En la investigación realizada por Lehmann-Danzinger (1994), certifica que la utilización del ozono para la eliminación de hongos e insectos posee limitantes debidas a la acción superficial del gas y a la relación costo de aplicación/valor del producto. En tal sentido, como método alternativo para el control de insectos, las atmósferas modificadas parecen tener mayores ventajas. Su uso desodorizante y esterilizante (única tecnología que lo consigue realizar a gran escala), sumado a una carga cero de residuos, son atractivos que permiten su uso en granos industriales y orgánicos, donde las exigencias de calidad son normalmente más altas, las escalas suelen ser menores y el precio del producto almacenado mayor.

Otra investigación para el control de patógenos es la realizada por Bataller (2014) en el cultivo de tomate dando como resultado la inactivación de *E. coli*, con la aplicación de agua ozonizada presentaron valores más altos y fueron significativamente diferentes con respecto a los

tomates sin lavar y los lavados con agua del grifo.

#### 4.9 Evaluación de la pudrición de la corona en los clúster a los 40 días.

En la Tabla 17 se presenta los valores obtenidos en promedio de acuerdo a la escala de pudrición de la corona (Frossard) (E 1:9) registrados a los 40 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada. Se observa el Tratamiento 4 (T4) con un valor de 3.70 %, fue el que presentó el mayor promedio, seguido del Tratamiento 3 (T3) con 2.95 %. El tratamiento que presentó el menor porcentaje fue el Tratamiento 1 (T1) con 2.00 %.

**Tabla 17.** Promedio de pudrición de la corona de los clúster a los 40 días, según escala de Frossard.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
No.	1	2	3	4	$\bar{x}$
T1	2	2	2	2	2.00 d
T2	2.1	2.4	2.5	2.5	2.38 c
T3	2.8	2.8	3	3.2	2.95 b
T4	3.7	3.7	3.6	3.8	3.70 a
$\bar{x} =$					<b>2.76</b>
CV =					<b>5.10</b>

Promedios señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí de acuerdo a la prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad

Utilizando Escala Frossard 1 - 9

Elaborado por: El Autor

Al realizar el análisis de la Varianza (Tabla 18) se observó que hubo diferencias altamente significativas, que al realizar la prueba de Duncan al

5 % de probabilidades se determinaron cuatro rangos de significancia. El promedio general fue 2.76 % y el CV 5.10 %.

**Tabla 18.** Análisis de varianza, en determinación pudrición de la corona de los clúster a los 40 días de la inmersión de los clúster en agua ozonizada, según escala de Frossard.

ANDEVA				
F.V	GL	SC	CM	F cal
Tratamiento	3	6.58	2.19	110.85**
Error	12	0.24	0.02	
Total	15	6.82		

\*\*= Altamente significativo  
Elaborado por: El Autor

La investigación realizada concuerda con Vijayanandraj *et al.* (2006) que informaron que el ozono produjo la formación de micelio estéril en *Aspergillus niger*, que falló para producir esporas. Otros autores describen un efecto similar sobre otras cepas de *Aspergillus* (Antony-Babu y Singleton, 2009). Estos resultados concuerdan con lo encontrado en nuestros ensayos. Por otro lado, se ha informado la acción del ozono sobre distintas bacterias en el agua (Hidritec, 2011).

Otro de las investigaciones realizadas para el control de hongos postcosecha se obtiene de la canela (*Cinnamomun zeylanicum*). En trabajos realizados por Ranasinghe *et al* (2003) se aislaron los hongos patógenos de la podredumbre de corona del plátano de la variedad Émbul (*C. musae*, *F.*



*proliferatum* y *L. theobromae*) y se trataron *in vitro* con el extracto de aceite de la corteza de canela, observándose un efecto fungistático y fungicida en el rango de concentraciones de 0.64-1.00 mg/ml.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

De acuerdo a los análisis realizados para determinar la prolongación de la vida verde del banano, se pudo concluir que el Tratamiento 1, (inmersión 5 minutos en agua ozonizada) fue el que presentó los mejores resultados prolongando la vida verde por un espacio de 40 días con un promedio de 2.43 (color de piel), de acuerdo a la escala de United Fruit Corporation.

El tratamiento que presentó los menores promedios de porcentaje de grados Brix en la maduración de la fruta, fue el tratamiento 1 (inmersión 5 minutos en agua ozonizada) con 21.73 de porcentaje de glucosa.

Los promedios obtenidos demuestran al evaluar la pudrición de la corona, que el tratamiento 1 tuvo el mejor comportamiento en el control de la pudrición de la corona, con un promedio de 2, de acuerdo a la escala de Frossard que indica que la presencia de hongos en la corona solo llegaron hasta formar el micelio.

### **5.2. Recomendaciones**

Según los objetivos y la problemática del trabajo experimental de titulación, los resultados y conclusiones, se recomienda lo siguiente:

- Utilizar la metodología de la inmersión por 5 minutos de agua ozonizada de los clúster de banano para prolongar la vida verde del fruto.
- Para determinar la menor cantidad de glucosa se recomienda la inmersión por 5 minutos de agua ozonizada de los clúster de banano, para evaluar el porcentaje de grados Brix.
- Para evitar la pudrición de corona se recomienda la inmersión por 5 minutos de agua ozonizada de los clúster de banano, por ser el tratamiento que mejores resultados presentó en esta investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

AlBedah, A. M. N., Khalil, M. K. M., Elolemy, A. T., Alrasheid, M. H. S., Al Mudaiheem, A., y Elolemy, T. M. B. (2013). *Ozone therapy in postgraduate theses in Egypt: systematic review*. The Journal of the Egyptian Public Health Association, 88(2), 57-66. <https://doi.org/10.1097/01.EPX.0000431630.91853.ce>

Alencar, E. R., Faroni, L. R. D., Soares, N. de F. F., da Silva, W. A., y Carvalho, M. C. da S. (2012). *Efficacy of ozone as a fungicidal and detoxifying agent of aflatoxins in peanuts*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 92(4), 899-905. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4668>

Alvindia, D. G., Kobayashi, T., Natsuaki, K.T. y Tanda, D. (2004). *Inhibitory influence of inorganic salts on banana postharvest pathogens and preliminary application to control crown rot*. Journal of General Plant Pathology 70 (1): 61-65.

Angulo, C. (2009). *Análisis de producción y comercialización de banano, Cavendish saphientum en la empresa dineagro*. Loja. Recuperado el Noviembre de 2016, de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5599/1/Angulo%20Cortez%20Carlos.pdf>

Antony-Babu S y Singleton I. (2009). *Effect of ozone on spore germination, spore production and biomass production in two Aspergillus species*. Antonie Van Leeuwenhoek 96:413-22.

Asociación Ecuatoriana de Bananeros del Ecuador. (2009). *La Industria Bananera Ecuatoriana*. Quito: AEBE.

Bataller Venta , Sandra Santa Cruz Broche , Irán Fernández Torres , Mario García Pérez , Eliet Veliz Lorenzo , Yalexmi Ramos Rodriguez y Silvia Menéndez Cepero (2010) *Ozone Application for Postharvest Disinfection of Tomatoes*, *Ozone: Science y Engineering: The Journal of the International Ozone Association*, 32:5, 361-371, DOI:

Beltrán-García, M. J., Prado, F. M., Oliveira, M. S., Ortiz-Mendoza, D., Scalfo, A. C., Jr, A. P., Mascio, P. D. (2014). *Singlet Molecular Oxygen Generation by Light-Activated DHN-Melanin of the Fungal Pathogen Mycosphaerella fijiensis in Black Sigatoka Disease of Bananas*. PLOS ONE, 9(3), e91616. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091616>

Brady, C. (1987). *Fruit Ripening*. *Annual Review of Plant Physiology*, 38, 155-178. Recuperado el 24 de Noviembre de 2016, de <http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.pp.38.060187.001103>

Campuzano, A., Cornejo, F., Ruiz, O., y Peralta, R. (2010). *Efecto del Tipo de Producción de banano Cavendish en su Comportamiento poscosecha*. Revista Tecnológica ESPOL, 23(2), 41-48. Recuperado el 14 de Noviembre de 2016, de [https://www.researchgate.net/profile/Omar\\_Ruiz/publication/268008311\\_Efecto\\_del\\_Tipo\\_de\\_Produccion\\_de\\_Banano\\_Cavendish\\_en\\_su\\_Comportamiento\\_Poscosecha/links/548b33d50cf214269f1dd258.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Omar_Ruiz/publication/268008311_Efecto_del_Tipo_de_Produccion_de_Banano_Cavendish_en_su_Comportamiento_Poscosecha/links/548b33d50cf214269f1dd258.pdf)

Cartaya, (2011). *Evaluación de eficacia de productos naturales para el control de pudrición de corona (crown rot) en platano*. Recuperado de [http://www.agrocabildo.org/publica/publicaciones/subt\\_393\\_ensayo\\_postcosecha\\_platano.pdf](http://www.agrocabildo.org/publica/publicaciones/subt_393_ensayo_postcosecha_platano.pdf)

Cepeda, D. (2011). *Cuando las manos hacen el racimo: condiciones de producción y trabajo del banano en Ecuador*. Quito: SIPAE. Recuperado el Noviembre de 2016, de <http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38040432/Agroindustria-y-SoberaniaAlimentaria.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEAyExpires=1478610185&Signature=9j%2BfbfpVAuhfWoiVA61EcL0%2F3I0%3Dyresponse&content-disposition=inline%3B%20filename%3Dagroindustria-y-SoberaniaAlimentaria.pdf>

Dadzie, B., y Orchard, J. (2013). *Evaluación rutinaria postcosecha de híbridos de bananos y plátanos: criterios y métodos*. Guías técnicas Inibap. Recuperado el 23 de Noviembre de 2016, de [http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx\\_news/Routine\\_post-harvest\\_screening\\_of\\_banana\\_plantain\\_hybrids\\_\\_Criteria\\_and\\_methods\\_235\\_ES.pdf](http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/Routine_post-harvest_screening_of_banana_plantain_hybrids__Criteria_and_methods_235_ES.pdf)

DOLE. (2014). *Bananos*. Dole. Recuperado el Noviembre de 2016, de <http://www.dole.com.ec/productos.php?item=bananos>

Duque, M., Torres, J.M., Oramas, J.J. y Fernández, J. (2004) *Pudrición de corona en el plátano canario*. pp. 41. Ed. Coplaca, Tenerife.

Exkart, K. (2015). *Análisis de mercado. Ecuador destino exportable*.  
Obtenido de Banana Export:  
<http://www.bananaexport.com/llinois/index.htm>

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2006).  
*Banano. Banano Estadística 2005*. Obtenido de [www.fao.org](http://www.fao.org)

García, F. (2013). *El sector agrario del Ecuador: incertidumbres (riesgos) ante la globalización*. Íconos-Revista de Ciencias Sociales, 71-88.

Obtenido de

<http://revistas.flacsoandes.edu.ec/iconos/article/view/143/141>

Glowacz, M., Colgan, R., y Rees, D. (2015). *The use of ozone to extend the shelf-life and maintain quality of fresh produce*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(4), 662-671.  
<https://doi.org/10.1002/jsfa.6776>

Gonzabay, R. (2012). *Cultivo de banano en el Ecuador*. *Revistas Afese*, 113-142. Obtenido de  
<http://www.afese.com/img/revistas/revista58/cultivobanano.pdf>

Hidalgo, Á. L., Olivo, R. C., y Aguirre, C. J. (2016). *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*. *Alternativas*, 16(2), 66-75.  
<https://doi.org/10.23878/alternativas.v16i2.69>

Hidritec. (2011). *El ozono en la agricultura*. Recuperado de  
<http://www.hidritec.com/hidritec/el-ozono-en-la-agricultura>



Lehmann-danzinger, h. (2004). *Introduction to integrated pest management of plant diseases and pests in the tropics/subtropics*. Germany.University of Göttingen. 396 p.

Lezcano I, Pérez Rey R, Baluja Ch, Sánchez E. (1999). Ozone Inactivation of *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Shigella sonnei* and *Salmonella typhimurium* in Water. *Ozone Sci. Eng.* 21: 293-300.

Muirhead, I.F. y Jones, D.R. (2000). *Diseases of banana, abaca and enset*. En "*Postharvest disease*" (D.R. Jones, ed.), pp. 190-206. CABI Publishing, U.K.

PROECUADOR. (2016). *Análisis sectorial Banano*. Quito. Recuperado el Noviembre de 2016, de [http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2016/09/PROEC\\_AS2016\\_BANANO.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2016/09/PROEC_AS2016_BANANO.pdf)

Ramírez, J. Sáinz R. (2012). *El ozono en la agricultura y el bienestar*. Universidad Autónoma de Sinaloa, México DF.

Ranasinghe, L.S., Bimali, J. y Krishanthi, A. (2003) *Use of waste generated from cinnamon bark oil (*Cinnamomun zeylanicum*) extraction as a post Harvest treatment for Embul banana*. *Journl of Food, Agriculture and Environment* 1 (2): 340-344.

Ricaurte Galindo SL. (2006). *Ozonoterapia una opción para el sector agropecuario*. REDVET 7:1-16. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617167005>

Rubin MB. (2001). *The History of ozone*. The Schönbein period, 1839-1868. Bull. Hist. Chem. 26: 40-56. Recuperado de: <http://www.scs.illinois.edu/~mainzv/HIST/awards/OPA%20Papers/2001-Rubin.pdf>

Ruíz, S. (2015). *De la agricultura arcaica al agronegocio y los modelos asociativos. Su impacto social*. Journal of Agriculture and Environmental Sciences, 137-145. Doi:10.15640/jaes.v4n2a16

Sánchez, J. M. A. (2015). *Lo nuevo del movimiento social internacional por otra globalización*. CIENCIA ergo-sum, 12(2), 133-143.

Suslow, T.V. (1998). "*Basics of Ozone Applications for Postharvest Treatment of Fruits and Vegetables*", Perishables Handling Quart., 94:9–11

Swarupa, V., Ravishankar, K. V., y Rekha, A. (2014). *Plant defense response against Fusarium oxysporum and strategies to develop tolerant*

*genotypes in banana.* Planta, 239(4), 735-751.  
<https://doi.org/10.1007/s00425-013-2024-8>

Travagli, V., Zanardi, I., Valacchi, G., y Bocci, V. (2010). *Ozone and Ozonated Oils in Skin Diseases: A Review.* Mediators of Inflammation, 2010, e610418. <https://doi.org/10.1155/2010/610418>

Vargas, J. H. L., Meneses, S. M. O., y Molina, D. A. R. (2016). *Caracterización fisicoquímica y funcionalidad tecnológica de la fibra de banano íntegro verde (Cavendish valery).* Revista Lasallista de Investigación, 13(1). Recuperado a partir de <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/rldi/article/view/980>

Verum Varela, G., Ochoa Jimenez, V. A., Baez Sañudo, R., y Gutierrez Martinez, P. (2015). *Efecto del ácido salicílico en la inducción de resistencia a Colletotrichum sp. en frutos de plátano durante postcosecha.* Tepic Nayarit.

Vijayanandraj VR, Nagendra Prasad D, Mohan N, Gunasekaran M. (2006). *Effect of ozone on Aspergillus niger causing black rot disease in onion.* Ozone Sci. Eng. 28: 347-350.

Wainwright, H., y Hughes, P. (1990). *Changes in banana pulp colour during ripening*. *Fruits*, 1(45), 25-28. Recuperado el 24 de Noviembre de 2016

# **ANEXOS**

### **Anexo 1. Clúster de Banano escogidos para ser tratados**



**Fuente:** El Autor

### **Anexo 2. Equipo generador de ozono**



**Fuente:** El Autor

### Anexo 3. Medición de ozono (2ppm)



Fuente: El Autor

### Anexo 4. Inmersión de clúster en agua ozonizada



Fuente: El Autor

**Anexo 5.** Simulador de container (temperatura 14 grados centígrados)



**Fuente:** El Autor

**Anexo 6.** Ubicación de cajas al azar en simulador de container



**Fuente:** El Autor



**Anexo 7.** Clúster seleccionados al azar para evaluación a los 20 días de comenzado el ensayo.



**Fuente:** El Autor

**Anexo 8.** Medición de porcentaje de Grados Brix.



**Fuente:** El Autor

### Anexo 9. Recolección de muestra (clúster) para evaluación



Fuente: El Autor

### Anexo 10. Evaluación de corona de los clúster



Fuente: El Autor

**Anexo 11.** Costo de producción mediante uso de ozono y producto normal

<b>OZONO</b>		
	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
<b>Costo generador de Ozono</b>	<b>\$ 15 000.00</b>	Dólares
<b>Accesorios e instalación</b>	<b>\$ 1 200.00</b>	Dólares
<b>Bomba Hidráulica</b>	<b>\$ 1 000.00</b>	Dólares
<b>Total costo tecnología Ozono</b>	<b>\$ 17 200.00</b>	Dólares
Depreciación anual del equipo generador de ozono	3 440.00	Dólares
Depreciación mensual	286.66	Dólares
Depreciación por corte	57.33	Dólares
Energía eléctrica por 10 horas de equipo encendido	0.05	Dólares
Gasto de energía por caja de Banano	0.000024	Dólares
Depreciación por caja ( 2000 cajas por corte )	0.03	Dólares
<b>Total costo de uso de ozono por caja de banano</b>	<b>0.03</b>	Dólares

<b>TIABENDAZOL (MERTECT)</b>		
	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Cantidad de agua en fumigación	120	lt (H <sub>2</sub> O)
Dosis de Tiabendazol en 1000 cajas de banano	96	ml
Costo de ml de Tiabendazol por caja de banano	0.05	Dólares
Jornal de operación	0.02	Dólares
<b>Costo total de aplicación</b>	<b>0.07</b>	Dólares

<b>Porcentaje de ahorro entre el ozono y el tiabendazol</b>	<b>40.99 %</b>
---	----------------

Dosis utilizada para 1 000 cajas, a USD 5.00 ctvs. por cada ml de Tiabendazol

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Llerena Zambrano Angel Fernando**, con C.C: # **0917205270** autor del trabajo de titulación: **Efecto del agua Ozonizada en el prolongamiento de la vida verde del banano (*Musa acuminata* AAA), en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jújan), Provincia del Guayas** 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, 20 de Marzo de 2017

---

Nombre: **Llerena Zambrano Angel Fernando**

C.C: **0917205270**



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Efecto del agua Ozonizada en el prolongamiento de la vida verde del banano ( <i>Musa acuminata</i> AAA), en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jújan), provincia del Guayas		
<b>AUTOR(ES)</b>	Angel Fernando Llerena Zambrano		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Manuel Enrique Donoso Bruque		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Agropecuaria		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Agropecuario		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	20 de marzo de 2017	<b>No. PÁGINAS:</b>	75
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Manejo de procesos agroalimentarios		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	<i>Banano, Clúster, Ozono, Grados Brix, Maduración, Prolongación, Pudrición</i>		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>			
<p>La presente investigación se llevó a cabo durante la época seca del 2016, en la hacienda Comargara, en el cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Jújan), provincia del Guayas. La investigación se la realizo con la inmersión de clúster de banano recién cosechados en agua con ozono, para ello se consideró los factores: Prolongación de la vida verde del banano, determinación de los grados Brix en el proceso de maduración del banano y la identificación de hongos que afectan a la pudrición de la corona de los clúster. Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos estuvieron identificados por 16 clúster por cada tratamiento. Los objetivos fueron: Prolongar la vida verde del banano, determinar los grados Brix en la maduración de la fruta, evaluar la pudrición de la corona. De acuerdo a los resultados obtenidos en Prolongar la vida verde del banano se observó que hubo diferencias significativas entre el tratamiento 1 (inmersión 5 min agua ozonizada) con relación al tratamiento 4 (testigo), en la determinación de los grados Brix en la maduración de la fruta se observaron los promedios más bajos en tratamiento 1 en comparación con los demás tratamientos y en la evaluación de la pudrición de la corona el tratamiento con mayor grado de pudrición fue el tratamiento 4 (testigo) que fue tratado con un fungicida químico (Tiabendazol).</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-9-80862489	<b>E-mail:</b> af.llerena93@gmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre:</b> Ing. Donoso Bruque, Manuel Enrique M. Sc		
	<b>Teléfono:</b> +593-9- 91070554		
	<b>E-mail:</b> manuel.donoso@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			