



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EFFECTOS DEL OZONO EN LA CONSERVACIÓN
POSTCOSECHA DE LA NARANJA (*Citrus sinensis*), LA
TRONCAL, CAÑAR**

TRABAJO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR

MENDEZ CAJAMARCA WILLIAM STEVEN

TUTOR

MORÁN SÁNCHEZ NUVIA LUCRECIA

MILAGRO – ECUADOR

2020



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, SANCHEZ MORÁN NUVIA LUCRECIA, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EFFECTOS DEL OZONO EN LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA DE LA NARANJA (*Citrus sinensis*), LA TRONCAL, CAÑAR**, realizado por el estudiante MENDEZ CAJAMARCA WILLIAM STEVEN; con cédula de identidad N° 0302278478 de la carrera INGENIERÍA AGRONÓMICA, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing.Nuvia Morán

Milagro, 18 de Agosto del 2020



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“EFECTOS DEL OZONO EN LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA DE LA NARANJA (*Citrus sinensis*), LA TRONCAL, CAÑAR”**, realizado por el estudiante MENDEZ CAJAMARCA WILLIAM STEVEN, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. MARTILLO JUAN JAVIER MSc.
PRESIDENTE

PhD. GAVILÁNEZ LUNA FREDDY PhD.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. MORÁN SÁNCHEZ NUVIA MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 18 de Agosto del 2020

Dedicatoria

Esta meta anhelada se la dedico a toda mi familia en especial a mis abuelos Ramón Mendez y María León, quienes me dedicaron todo el tiempo y paciencia de preparación tanto ética como moral para formarme como un profesional.

A mis padres William Mendez y Mariana Cajamarca que fueron los que me dieron la vida, me ayudaron en mi etapa educativa y de manera muy especial a mi tía Carmen Mendez que siempre me apoyo en cada instante para poder cumplir cada una de mis metas propuestas.

Agradecimiento

Siempre agradecido con Dios por brindarme fuerzas, Fe y esperanza, el que me ofrece paciencia, salud y fortaleza en cada paso de mi vida.

A mis abuelos y padres que me inculcaron valores y principios desde muy pequeño, agradezco a mis tías Estrella, Lady, Rosa, Johana que me brindaron apoyo incondicional, también a Gabriela Gualpa que fue quien me apoyo en cada momento de mi carrera universitaria.

Agradezco a mis tíos Patricio, Danny, Walther, Wilson, Amílcar, que fueron las personas que estuvieron a mi lado aconsejándome en todo momento.

Gratifico a mis primos, hermanos y amistades que siempre estuvieron manifestándome cariño y brindándome ánimo para formar así parte de mi vida que me llena de satisfacción.

A mi tutora Ing. Nuvia Morán que fue quien estuvo a mi lado desde el comienzo ofreciéndome dedicación y brindándome conocimientos para culminar cada uno de los procesos universitarios.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo MENDEZ CAJAMARCA WILLIAM STEVEN, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “EFECTOS DEL OZONO EN LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA DE LA NARANJA (*Citrus sinensis*), LA TRONCAL, CAÑAR”, para optar el título de INGENIERO AGRÓNOMO, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, Agosto 18 del 2020

MENDEZ CAJAMARCA WILLIAM STEVEN
C.I. 030227847

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de Tablas	10
Índice de Figuras.....	12
1. Introducción.....	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema	16
1.2.1 Planteamiento del problema.....	16
1.2.2 Formulación del problema.....	16
1.3 Justificación de la investigación	17
1.4 Delimitación de la investigación	17
1.5 Objetivo general	18
1.6 Objetivos específicos.....	18
1.7 Hipótesis	18
2. Marco teórico.....	19
2.1 Estado del arte.....	19
2.2 Bases teóricas	22
2.2.1 Origen del cultivo.....	22

2.2.2 Taxonomía.....	22
2.2.3 Morfología	22
2.2.4 Densidad de siembra.....	23
2.2.5 Poda.....	24
2.2.6 Enfermedades en post cosecha de naranjas.	24
2.2.6.1 <i>Penicillium spp</i>	24
2.2.6.2 <i>Alternaria spp</i>	24
2.2.6.3 <i>Phytophthora</i>	25
2.2.6.4 <i>Rhizopus</i>	25
2.2.6.5 <i>Fusarium spp</i>	26
2.2.7 Producción en Ecuador.....	26
2.2.8 Cosecha.....	26
2.2.8.1 <i>Manejo de la post cosecha</i>	27
2.2.9 Descripción del Ozono	27
2.2.9.1 <i>Uso del ozono en post cosecha</i>	28
2.3 Marco legal.....	29
3. Materiales y métodos	30
3.1. Enfoque de la investigación	30
3.1.1 Tipo de investigación	30
3.1.2 Diseño de investigación.....	30
3.2 Metodología	30
3.2.1 Variables	30

3.2.1.2. <i>Variables independientes</i>	30
3.2.1.3. <i>Variables dependientes</i>	30
3.2.2 Tratamientos	31
3.2.3 Diseño experimental.....	32
3.2.4 Recolección de datos	32
3.2.4.1 <i>Recursos</i>	32
3.2.4.2.1 <i>Unidad experimental</i>	34
3.2.4.2.2 Variables de estudio	35
3.2.5 Análisis estadístico	37
4. Resultados	38
4.1 Desarrollo de la investigación según los tratamientos de estudio.....	38
4.1.1 Evaluación de pH.....	38
4.1.2 Evaluación de Grados Brix	40
4.1.3 Evaluación de incidencia	42
4.1.4 Evaluación de severidad	44
6. Conclusiones.....	49
7. Recomendaciones.....	50
8. Bibliografía.....	51
9. Anexos	60

Índice de Tablas

Tabla 1. Tratamientos de evaluación.	31
Tabla 2. Equipos a utilizar	32
Tabla 3. Materiales a utilizar.....	33
Tabla 4. Modelo de análisis de varianza	37
Tabla 5. Andeva de la variable pH	38
Tabla 6. Test Tukey: tratamientos y medidas de pH.	39
Tabla 7. Andeva de la variable de Grados Brix	40
Tabla 8. Test Tukey: tratamientos y medidas de grados brix.	41
Tabla 9. Andeva de la variable de Incidencia.....	42
Tabla 10. Test Tukey: tratamientos y medidas de incidencia (%).	43
Tabla 11. Andeva de la variable de Severidad.	44
Tabla 12. Test Tukey: tratamientos y medidas de severidad (%).....	45
Tabla 13. Datos de pH a los 7 días de almacenamiento	60
Tabla 14. Datos de pH a los 14 días de almacenamiento	60
Tabla 15. Datos de pH a los 21 días de almacenamiento	60
Tabla 16. Datos de pH a los 28 días de almacenamiento	61
Tabla 17. Análisis estadístico de pH	61
Tabla 18. Datos de Grados Brix a los 7 días de almacenamiento.....	62
Tabla 19. Datos de Grados Brix a los 14 días de almacenamiento.....	62
Tabla 20. Datos de Grados Brix a los 21 días de almacenamiento.....	62
Tabla 21. Datos de Grados Brix a los 28 días de almacenamiento.....	63
Tabla 22. Análisis estadístico de Grados Brix	63
Tabla 23. Datos de incidencia a los 7 días de almacenamiento.....	64
Tabla 24. Datos de incidencia a los 14 días de almacenamiento.....	64

Tabla 25. Datos de incidencia a los 21 días de almacenamiento.....	64
Tabla 26. Datos de incidencia a los 28 días de almacenamiento.....	65
Tabla 27. Análisis estadístico de incidencia	65
Tabla 28. Datos de severidad a los 7 días de almacenamiento	66
Tabla 29. Datos de severidad a los 14 días de almacenamiento	66
Tabla 30. Datos de severidad a los 21 días de almacenamiento	66
Tabla 31. Datos de severidad a los 28 días de almacenamiento	67
Tabla 32. Análisis estadístico de severidad.....	67

Índice de Figuras

Figura 1. pH.....	40
Figura 2. Grados Brix	42
Figura 3. Incidencia	44
Figura 4. Severidad	46
Figura 5. Ubicación de las Naranjas en cada unidad experimental	68
Figura 6. Equipo para emisión de ozono de 1ppm, 2ppm, 3 ppm	68
Figura 7. Aplicación de ozono a 1ppm en un periodo de 10 min.....	69
Figura 8. Examinación de grados Brix a los 7 días de aplicación.....	69
Figura 9. Examinación de pH a los 14 días de aplicación	70
Figura 10. Evaluación de la incidencia de hongos presentes a los 14 días de la aplicación	70
Figura 11. Identificación de hongos Fito patógenos dentro del testigo absoluto a los 21 días de aplicación	71
Figura 12. Observación del hongo <i>penicillium italicum</i> a los 21 días de la aplicación	71
Figura 13. Calculo de severidad del hongo <i>penicillium spp</i> 21 días de la aplicación	72
Figura 14. Evaluación de incidencia a los 28 días de evaluación.....	72
Figura 15. Tabulación de datos de severidad a los 28 días de almacenamiento	73
Figura 16. Identificación de agentes Fito patógenos a los 28 días de aplicación	73
Figura 17. Observación del hongo <i>penicillium digitatum</i> a los 28 días de la aplicación	74
Figura 18. Visita del docente Guía Ing. Nuvia Morán	74

Resumen

El presente estudio se desarrolló en el cantón La Troncal en la provincia del cañar. Tuvo como objetivo aumentar la vida anaquel de la naranja, reduciendo el ataque de hongos fitopatógenos en postcosecha que se hacen presente en el almacenamiento. Para su desarrollo se utilizó un diseño completamente al azar, en el cual se evaluaron ocho tratamientos; seis de ellos fueron combinaciones de dos factores y dos tratamientos testigo. Como factor A se consideraron tres dosis de ozono líquido (1,2 y 3 ppm) y como factor B se consideró el tiempo de contacto de la fruta (10 y 20 minutos). Entre los testigos, se tuvo un convencional (hipoclorito de sodio) y un absoluto. Las variables evaluadas fueron el pH, grados Brix, incidencia y la severidad. Los datos se valoraron estadísticamente mediante el análisis de la varianza de test de Tukey ($p < 0.05$). Como resultado importante se pudo evidenciar efectos significativos en la severidad, lográndose promedios de 11,3 a 17,7 % en los tratamientos factoriales, 23,2% en el testigo absoluto y 10,9 % en el tratamiento convencional.

Palabras clave: Almacenamiento de frutas, efectos antipatógeno del ozono, vida anaquel de frutos.

Abstract

The present study was carried out in the canton of La Troncal in the province of El Cañar. The objective was to increase the shelf life of the orange, reducing the attack of post-harvest phytopathogenic fungi that are present in storage. For its development, a completely randomized design was used, in which eight treatments were evaluated; six of them were combinations of two factors and two control treatments. Three doses of liquid ozone (1, 2 and 3 ppm) were considered as factor A and the fruit contact time (10 and 20 minutes) was considered as factor B. Among the controls, we had a conventional (sodium hypochlorite) and an absolute. The variables evaluated were pH, Brix degrees, incidence and severity. Data were statistically evaluated by analysis of Tukey's test variance ($p < 0.05$). As an important result, significant effects on severity could be seen, achieving averages of 11.3 to 17.7 % in factorial treatments, 23.2 % in the absolute control and 10.9 % in the conventional treatment.

Keywords: Fruit storage, antipathogenic effects of ozone, fruit shelf life.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

Citrus sinensis es una fruta de gran importancia debido a su gran valor nutricional lo cual es bueno para la salud de la comunidad y apropiado en climas subtropicales obteniendo características físicas como: color, tamaño, sabor y forma de la fruta (Plúa, 2016).

Las pérdidas económicas en la postcosecha de la naranja son causadas por enfermedades fungosas lo cual reduce su vida anaquel y afecta de forma negativa el valor comercial de la fruta (Guédeza *et al.*, 2014).

Citrus sinensis presentan diversos tipos de enfermedades fungosas en post cosecha como: *penicillium digitatum*, *penicillium italicum*, *alternaria alternata*, *phytophthora*, *fusarium*, *tirchoderma* etc. Estos hongos siendo uno de los más frecuentes en *Citrus sinensis*, se encuentran dependiendo las condiciones ambientales como la temperatura propicia para la incidencia y severidad del hongo (Campos, 2015).

Rubio (2015) refiere que la utilización de productos químicos en la post cosecha para controlar podredumbre fúngica está afectando a los consumidores debido a la cantidad de residuo del producto. Los métodos de controles más amigables con el ambiente son el control biológico (microorganismos - antagonistas) y productos químicos (Tiabendazole) a diferencia que tienen mejor eficiencia reduciendo la severidad del 0,5% al 1,75%.

Desde 1982 la administración de alimentos y medicamentos de los EE.UU. Food and Drogas Administration (FDA) registró que el ozono es una sustancia generalmente reconocida como segura por lo que favorece a la utilización del ozono debido al contacto directo con alimentos, aunque también hubo

intervención de otros factores: económicos, culturales, sociales los cuales abrió puertas con gran facilidad en la industria alimentaria (Bataller, Cruz y García 2010).

Cosemar (s.f) afirma que el ozono actúa como un antiséptico inhibiendo los agentes microbiológicos presentes en post cosecha ya que tiene un efecto de biocida el cual impide la multiplicación de microorganismos responsables de la putrefacción ya que también es considerado por reducir la carga microbiana y alargar la vida anaquel del fruto preservando sus características organolépticas.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La presencia de enfermedades en el almacenamiento de las naranjas reduce la vida anaquel lo cual afecta a la cantidad consumible de la cosecha en época de acumulación y consumo hacia el productor, aunque se debe considerar la zona de producción, condiciones climáticas, la reproducción de mohos y levaduras ya que son los principales causantes de podredumbre de las frutas en post cosecha (Vásquez ,2017).

En la postcosecha de naranjas existen ciertos casos en la que se proliferan microorganismos patógenos que devalúan la eficacia de alimentos, la cual reducirá la rentabilidad de la producción agrícola y nos lleva a un periodo crítico de pérdidas económicas dirigidas a los grandes, medianos y pequeños agricultores dedicados al cultivo de cítricos (DECCO, 2018).

1.2.2 Formulación del problema

¿Es posible ampliar el tiempo de conservación de las frutas de la naranja en la zona del cantón La Troncal en la provincia del Cañar?

1.3 Justificación de la investigación

Los cítricos son comercializados en todo el mundo con el fin de consumo directo de fruto fresco. En el caso de la naranja los principales países productores son: Brasil, Estados Unidos, México, China, Sud África, España y países del Mediterráneo. Ecuador tiene producción de cítricos un aproximado de 18 Tm/ha el cual tiene una estimación del 58% en la producción, aunque tuvo complicaciones por la presencia de enfermedades en la cosecha, el cual obtenía resultados a rendimientos menores a los establecidos por lo cual se obtuvo un devalúo del precio debido al efecto que emitían en el fruto (Heredia, 2008).

Según el INEC (2016) afirma que Ecuador cultiva en la provincia de Bolívar es la mayor productora de naranja con el 60.3% de producción dentro de la provincia con 5 114 ha sembradas y con 4 685 en un total de ha cosechadas ya que en resultado se tiene una producción anual total de 21 047 por lo que el cantón Caluma es uno de los mayores productores dentro de la provincia con un promedio de 2 650 Has en que corresponde al 25 % de producción de naranjas en el país.

1.4 Delimitación de la investigación

Se realizará en la provincia del Cañar, cantón La Troncal, quinta San Miguel y tomará un tiempo de diez meses por lo que se evaluará 384 naranjas para determinar el problema de enfermedades en el almacenamiento, se realizará esta investigación en beneficio a los pequeños, medianos y grandes productores citrícolas.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de la concentración y tiempo de exposición del ozono en la Naranja (*Citrus sinensis*).

1.6 Objetivos específicos

- Especificar la incidencia y severidad del Moho y levaduras: que afectan a las frutas durante el almacenamiento de la temperatura ambiente.
- Identificar los microorganismos presentes de forma directa o mediante un medio de cultivo.
- Determinar el pH, grados Brix, e índice de madurez de las frutas durante el tiempo de estudio con el fin de establecer la vida anaquel.

1.7 Hipótesis

La aplicación de ozono permitirá reducir la incidencia y severidad de hongos y levaduras en el almacenamiento de la *Citrus sinensis*.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Frissón, Vissani, Ocampo, Ponisio y Basílico (2013) en la Universidad Nacional del Litoral en Santa Fe, Argentina se realizó una investigación de los efectos del agua ozonizada sobre microorganismos patógenos alterantes de frutas y hortalizas.

Se utilizó cepas de hongos como: *Aspergillus*, *Penicillium digitatum*, *Alternaria alternata* y *Cladosporium cladosporioides* y luego procedieron a realizar el ensayo con lechuga que se lavó con agua estéril de cultivo bacteriano de cada especie y con naranjas con suspensión de conidios para luego sumergirla en agua ozonizada, como resultado de estudio se dio a conocer que el método más eficaz para inhibir hongos es la dosis de ozono que tiene 1,2 ppm y el tiempo de concentración de 30 minutos, también determinaron que solo lograron reducir el 63,2% de la presencia de hongos y el más resistente al ozono fue la *Alternaria sp*, se toma en consideración que debe tener un tiempo mínimo de 10 minutos en contacto con ozono para obtener buenos resultados para la descontaminación de las frutas y alimentos ya que también se debe tener en cuenta las condiciones ambientales.

Valdés *et al.* (2012) realizaron una investigación en el laboratorio de la Universidad Central "Marta Abreu" en villa clara, Cuba, para determinar el efecto del ozono sobre el vigor de semillas de garbanzo (*Cicer arietinum L.*) se tomaron 70 placas Petri y 35 kg de semilla de garbanzo y luego se colocó en una campana de cristal de 18 Litros y se ubicó un generador de ozono constante de 2L/min con una concentración de 150 ppm que se mantuvo 56 h con una temperatura de 30°C y los resultados se midieron con pruebas de Duncan y Kruskal, como

resultado se observó que las semillas tienen un poder germinativo del 100% con todos los tratamientos pero el tratamiento con ocho horas de presencia de ozono demuestra tener mejor eficacia por lo que se determina que el ozono no afecta a las semillas o frutos que se encuentren en contacto directo.

Cruz *et al.* (2007) realizaron un empleo de agua ozonizada en el manejo post cosecha de tomates cosechados en las mismas características particularmente en el estado de rompimiento, se manejó con cepas *Escherichia coli* y cinco colonias de caldo *Mueller Hinton* para lo que se utilizó una variable independiente de cantidad de (0,5 y 1 mg/L) de ozono en el agua con un tiempo de contacto de (15 y 30 minutos) lo que determina que la utilización de agua ozonizada tiene una respuesta significativa observando que la dosis más adecuada de 1 mg/L con una duración de 30 minutos para inhibir los hongos ya estabilizados en los tratamientos, se observó que la variable que más diferencia significativa, tiene con el tiempo de contacto de agua ozonizada.

Rodríguez, Juárez y Rivera (2016) acatan que en el departamento de alimentos en la universidad de Guanajuato se realizó una investigación acerca de la eliminación de microorganismos mediante la aplicación de ozono por lo que utilizaron 15 frutas de jitomate, sometiendo a una aplicación de ozono de 1.17 g/h (0.0195 g/min) lo cual se mantuvo en una solución de cuatro litros de agua con agitación y sin agitación durante un periodo de 20 minutos y se obtuvo como resultado que el ozono es un desinfectante bactericida eficaz, también observaron que la agitación del agua ozonizada no tiene ningún efecto para la inhibición de los microorganismos, por lo que se visualiza que el ozono tiene un poder germicida efectivo que dependiendo la dosis puede ser una variable importante para la desinfección de frutos

Bataller, González, Veliz ,Nápoles y Alvares (2015) consideran que en el Centro de Investigaciones del Ozono del Centro Nacional de Investigaciones Científicas, La Habana, Cuba, Realizaron una investigación referida a el empleo del ozono en la post cosecha de *Carica papaya* utilizando las especies más comunes como: *Phoma* spp., *Gliocladium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Curvularia* spp. y *Penicillium* spp por lo que se ubicó los tratamientos a las 24 h y 48 h después de la cosecha, el cual fue manejado con tratamientos de ozono gaseoso y acuoso de 300 a 1000 mg m⁻³, se denota como resultado que la fase gaseosa es mejor que la fase acuosa debido a que la concentración de ozono se encuentra en contacto con la fruta y esta acción reduce la incidencia, aunque se considera que las frutas deben encontrarse en un estado de verde brillante para la aplicación de ozono y con un tiempo de 24 h máximo después de la cosecha.

Se desempeñó una investigación en la Universidad Nacional de Trujillo, Perú, se observó el efecto del ozono gaseoso sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y apariencia general de *Punica Granatum* L, un método de dosificación de ozono gaseoso el cual constaba en la utilización de 20 frutos por tratamiento que mantenían una temperatura controlado por 60 días para determinar ciertas variables, por lo que obtuvo como observación la pérdida de peso por el contacto de ozono que inhibe un daño en la membrana para una mejor firmeza del fruto se indica que la dosis de ozono gaseoso de 20 a 25 ppm durante un periodo de almacenamiento de 40 a 58 días, aunque la más óptima es hasta el día 26 en el almacenamiento mientras que las muestras fueron consideradas como rechazo, lo cual se puede revelar es que el efecto de ozono

interfiere en la pérdida de peso en la fruta e interviene en la firmeza, color, características de calidad y conservación (Vásquez, Márquez y Siche 2016).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen del cultivo

Los cultivos de *Citrus sinensis* es uno de los cultivos más comunes a nivel mundial, su origen es proveniente del sur de China y el nordeste de la India este cultivo es reconocido por ser de un tamaño pequeño, mediano y grande el cual también se caracteriza por tener una pulpa dulce con un porcentaje de semillas que se distinguen según su variedad, su consumo es más frecuente en forma directa con diferencia a un pequeño porcentaje dedicado a la extracción en zumos (Ancillo y Medina, 2014).

2.2.2 Taxonomía

Taxonomía y morfología

Familia: Rutaceae.

Subfamilia: Aurantioideae

Género: Citrus.

Especie: *Citrus sinensis* (L.) Osb. (Padrón y Rocha, 2007).

2.2.3 Morfología

Según Ancillo y Medina (2014) acatan que la morfología específica:

Tamaño: Tiene un tamaño que oscila de 3 a 15 m de altura, sus ramas y tallos son con espinas y poco vigorosas según su variedad.

Raíz: Las raíces se encuentran distribuidas en forma vertical y horizontal ofreciendo anclaje a la planta por lo que las raíces secundarias dan soporte a los pelos radicales el cual sirve para la absorción de agua y nutrientes.

Según Muñís (2018) dice que el tallo de la naranja es de color pardo en la etapa adulta y sus ramificaciones dependen de la variedad que puede medir de 6 – 8 metros de alto, el tallo crece de forma longitudinal y determinando su grosor, es ligeramente espinoso y sus ramas son poco vigorosas.

Las hojas tienen un limbo de color verde oscuro y un envés verde claro, son importantes para determinar los procesos fisiológicos de la planta, la duración tiene un periodo promedio de 13 a 14 meses en la cual se desarrollan dependiendo las épocas secas o lluviosas que ubican en disposición para sostener la floración, emisión de follaje y el fructificación Reyes, Villegas, Colinas, Calderón (2000).

Las flores son hermafroditas, contiene ácidos jasmónico y abscísico, estas se encuentran agrupadas con las hojas y dependen de los factores ambientales para los brotes y desarrollo de frutos. Pérez y Jiménez (2009).

La naranja es una baya llamada hesperidio la cual puede ser oval, achatadas la cual depende la especie la cual tiene una estructura anatómica controvertida la cual está compuesta de mesocarpio, endocarpio, exocarpio Laskowski, García y Torres (2006).

2.2.4 Densidad de siembra

Cagua y Orduz (2015) Acatan que la siembra de cítricos es variable debido a que existen variedades de *citrus sinensis* con características fisiológicas distintas y de aquello dependerá la densidad ya que las distancias más frecuentes son de seis a ocho metros entre filas y de cuatro a cinco metros entre plantas.

2.2.5 Poda

La poda se realiza alrededor de los tres y cuatro años de edad conservando las ramas principales más vigorosas, esta poda se debe realizar antes de la floración debido a que este cultivo necesita suficiente luminosidad para poder obtener buena producción agrícola (Gutiérrez, 2017).

2.2.6 Enfermedades en post cosecha de naranjas.

Las enfermedades más frecuentes en la post cosecha de las naranjas *Citrus sinensis* están destacadas como: *Penicillium* spp, *Alternaria*, *Phytophthora Rhizopus*, *Fusarium* spp (Técnico Agrícola, 2012).

2.2.6.1 *Penicillium* spp

Es un moho de la familia de trichomaceae que se considera por formar conidios, que se presentan en forma de un pincel y se determina por poseer metulas que se desarrollan sobre los conidoforos León (2019).

La enfermedad denominada *P. digitatum* y *P. italicum* se encuentra presente en la post cosecha de cítricos ya que esta enfermedad ataca en la época de maduración especialmente si la fruta tiene algún rose o golpe debido a la propagación de las esporas (Genome Biol Evo, 2016).

2.2.6.2 *Alternaria* spp

La *alternaria* pertenece a la familia fungí, este hongo está compuesto por hifas la cual es considerada por encontrarse en cadenas alargadas, son de color gris o marrón negro, la cual se encuentra en los cítricos produciendo micro toxinas especialmente en temperaturas de 15°C a 30°C (Fabrega, Aght, Calvo, 2002).

La *alternaria* es un patógeno que tiene estructuras en forma de conidios y son aquellos que enferman plantas o frutos, las esporas germinan e infectan heridas de frutos reproduciéndose y obteniendo un método de propagación alto Bosquez (2018).

2.2.6.3 *Phytophthora*

Castro, Fernández, Ávila (2012) dicen que el género *phytophthora* son desbastadores que provocan la pudrición de la raíz y afecto en los frutos de cítricos, estos aspectos genómicos de estos *Oomycetes* incrementan su información fenotípica y genotípica.

Según Acosta *et al.* (2012) acatan que esta enfermedad se presenta en el fruto mostrándose como manchas marrones ocasionando la pudrición del fruto incluso si se encuentra con temperaturas optimas de 20 °C a 28 °C y la humedad alta la propagación de estos esporangios se realiza con mayor rapidez afectando así en la post cosecha de las naranjas.

2.2.6.4 *Rhizopus*

Es un hongo que se coloniza rápidamente en las superficies de frutas y hortalizas en la excreción de sustancias enzimáticas en la cual segregan pectinas en la membrana celular Reinoso (2017).

Esta enfermedad es considerada por que afecta a las frutas agrias especialmente en frutas golpeadas, aplastadas o con cortes, aunque esta enfermedad se propaga en temperaturas propicias de 10°C ya que la presencia de esta enfermedad se identifica por tener vellosidades blanquecinas con puntitos negros ocasionando daños severos en los frutos (Técnico Agrícola, 2011).

2.2.6.5 *Fusarium spp*

Fusarium spp es un género que tiene un micelio bien desarrollado y conidios característicos de las especies unicelulares, los daños que provocan son irreversibles, originando bajas producciones Martínez *et al.* (2015).

Este hongo se presenta en la post cosecha de la mayoría de variedades de naranjas y mandarinas el cual se presenta en ambientes húmedos o por golpes o rozaduras en los transcurso de transporte y almacenamiento este hongo se produce como un micelio blanco grisáceo (Técnico Agrícola, 2011).

2.2.7 Producción en Ecuador

La producción de naranjas en el Ecuador tiene una cosecha mínima de 50 qq/ha y un máximo de 880 qq/ha teniendo un promedio de 465 qq/ha (INEC, 2017).

2.2.8 Cosecha

La cosecha de la naranja no tiene un tiempo determinado debido a que hay frutas de diferentes estados de desarrollo por lo que los productores citrícolas tienen diferentes técnicas y métodos de cosecha debido a que en el país los cítricos tienen producción en toda la época del año, se determina que el peso de una fruta debe pesar 150gr promedio con un 45 % de jugo ya que después de los 13 meses la fruta empieza a descender su nivel de acidez (Montalvo, 2018).

El estado de madurez de la naranja se determina en la calidad final cuando el fruto es recolectado en su estado fisiológico final ya que se consideran completas la etapa de senescencia, ya que esta etapa solo puede realizarse si el fruto se encuentra en la planta Passaro (2014).

2.2.8.1 Manejo de la post cosecha

Su mayor producción se encuentra entre el 85 y 95% dentro de lo que se vende como producto fresco o recién cosechado, sin embargo, se delimita problemas en el proceso de la post cosecha específicamente en los cambios climáticos y el nivel de carga microbiana que ha estado presente en el almacenamiento, por lo cual la severidad del aumento de los agentes fitopatógenos es el descenso de acidez en el fruto. Aunque las bajas temperatura tiende a descender la calidad de la naranja debido a los tres factores: temperatura, humedad relativa y composición de la atmosfera (Cervantes, 2017).

La naranja no es tolerante a una amplia gama de microorganismos en la fase de post cosecha, debido al efecto que causan los agentes patógenos que se desarrollan y dañan al fruto ocasionando la depreciación de la producción Guédez, Castillo, Olivar, Maffei (2010).

2.2.9 Descripción del Ozono

Según Ricaurte (2006) indica que el ozono está presente en la estratosfera el cual está compuesto por tres moléculas de oxígeno (O_3), protegiendo los rayos ultravioletas que poseen un poder oxigenante que sobrepasa al del oxígeno, por lo que se observa que es un desinfectante que reduce la carga microbiana y reduce los metales disueltos y la separación de materia orgánica ya que también su tiempo de contacto es corto con una mayor efectividad de su inhibición de hongos, bacterias y virus.

Por lo que el ozono es un oxidante fuerte, muy fácil de producir, pero a la vez muy frágil y fácil de destruir. Muy pronto se descubrió que el ozono era un componente natural del aire Massuh (2018).

La eficacia de ozono es utilizada para varios factores agrícolas como, frutas, hortalizas y en otros alimentos utilizando en su mayor parte en el almacenamiento debido a sus efectos de inactivación de enzimas y ayuda disminuir el proceso de maduración Valdiviezo, Pretell y Marquez (2016).

2.2.9.1 Uso del ozono en post cosecha

El ozono es considerado como un germicida efectivo para el proceso de desinfección de frutas y hortalizas por lo que permite la conservación de alimentos y alargar la vida útil sin contaminar con ningún tipo de bioquímico ya que el lavado de frutas con ozono se realiza en tanques o canales de lavado para poner inmersas las frutas, el ozono es seguro puesto que se descompone como oxígeno y por lo tanto se recomienda utilizarlo en el almacenamiento ya que permite preservar las características organolépticas del fruto (Bataller, Cruz y García 2010).

2.3 Marco legal

Para la producción de alimentos inocuos la Ley Orgánica Del Régimen De La Soberanía Alimentaria (2010) afirma que esta ley debe beneficiar a las comunidades en su alimentación ya que deben obtener alimentos sanos y nutritivos por lo que se han implementado políticas públicas para que la producción pueda ser sustentable protegiendo al medio ambiente con principios de solidaridad y equidad.

TÍTULO I: Principios Generales

Artículo 1. Finalidad. - Esta Ley tiene por objeto establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente.

El régimen de la soberanía alimentaria se constituye por el conjunto de normas conexas, destinadas a establecer en forma soberana las políticas públicas agroalimentarias para fomentar la producción suficiente y la adecuada conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos sanos, nutritivos, preferentemente provenientes de la pequeña, la micro, pequeña y mediana producción campesina, de las organizaciones económicas populares y de la pesca artesanal así como microempresa y artesanía; respetando y protegiendo la agro biodiversidad, los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental.

El Estado a través de los niveles de gobierno nacional y subnacionales implementará las políticas públicas referentes al régimen de soberanía alimentaria en función del Sistema Nacional de Competencias establecidas en la Constitución de la República y la Ley.

TÍTULO III: Producción y Comercialización Agroalimentaria

CAPÍTULO I.- Fomento a la producción

Artículo 12. Principios generales del fomento.- Los incentivos estatales estarán dirigidos a los pequeños y medianos productores, responderán a los principios de inclusión económica, social y territorial, solidaridad, equidad, interculturalidad, protección de los saberes ancestrales, imparcialidad, rendición de cuentas, equidad de género, no discriminación, sustentabilidad, temporalidad, justificación técnica, razonabilidad, definición de metas, evaluación periódica de sus resultados y viabilidad social, técnica y económica.

3. Materiales y métodos

3.1. Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Se realizó una investigación de tipo experimental en el cual se aplicó ozono de forma líquida en la etapa de post cosecha específicamente en el almacenamiento de las naranjas para evaluar diferentes concentraciones de acuerdo a los tratamientos cumpliéndose los objetivos establecidos, ya que se busca lograr rentabilidad a los productores del cantón La Troncal y posteriormente a los comercializadores de naranjas de otros cantones que trasladan la fruta a la Troncal. Cabe indicar que este estudio tiene característica exploratoria debido a que existe poca información de fundamento que podrían no cumplirse en cuanto a la metodología propuesta.

3.1.2 Diseño de investigación

Se efectuó un diseño experimental (DCA) debido a que se demostró como resultado un producto nuevo respaldando la fuente investigativa del trabajo elaborado.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.2. Variables independientes

Ozono

Tiempo de inmersión

3.2.1.3. Variables dependientes

En el caso de las variables dependientes (de respuesta), se tienen:

Incidencia

Severidad

Grados brix

PH

3.2.2 Tratamientos

Según lo planteado en el estudio se valoraron dos factores, un factor A representado por ozono y un factor B, representado por el tiempo de inmersión. Dentro del factor A se evaluó tres concentraciones, mientras que en el factor B se evaluaron dos tiempos de inmersión. Las combinaciones factoriales que se valoraron son las que se encuentran ubicadas en la tabla 1, generándose junto con la muestra testigo convencional y un testigo normal, un total de ocho tratamientos.

Tabla 1. Tratamientos de evaluación.

Nº	Factor A (Dosis de ozono)	Factor B Tiempo de contacto	Combinaciones de Factor A X B
1	a1: 1ppm	b1:10 min	a1b1
2	a1: 1ppm	b2:20 min	a1b2
3	a2: 2ppm	b1:10 min	a2b1
4	a2: 2ppm	b2:20 min	a2b2
5	a3: 3ppm	b1:10 min	a3b1
6	a3: 3ppm	b2:20 min	a3b2
7	Testigo (sin ozono)	(Solución Hipoclorito de sodio)	
8	Testigo convencional		

3.2.3 Diseño experimental

De acuerdo al planteamiento de este experimento, en el cual se evaluaron los ocho tratamientos indicados en la tabla 1, se utilizó un diseño completamente al azar dado el ambiente controlado. Cada unidad experimental está compuesta de 12 naranjas, sobre las cuales se hicieron las evaluaciones secuenciales de las variables dependientes.

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1 Recursos

Los recursos que se utilizaron son los equipos que se encuentran en la tabla 2 y los materiales se encuentran en la tabla 3, el trabajo de investigación se realizó desde el campo a su respectiva oficina especialmente de laboratorio.

Tabla 2. Equipos a utilizar

Equipos	Descripción de los equipos
Equipos de laboratorio	Refractómetro
	Microscopio
Equipos de oficina	Computadora
	Impresora
	Celular

Mendez, 2020

Tabla 3. Materiales a utilizar

Materiales	Descripción de los materiales
Materiales de campo	Naranjas Valencia
	Gavetas de plástico
	Recipientes de plástico
	Agua
	Libreta de apuntes
	Esferos
	Lupa
Material de laboratorio	Cubre objeto
	Azul de metileno
	Porta objeto
	Mandil
	Aguja de inserción
	Mechero
	Porta objeto
	Cubre objeto
	Azul de metileno
	Mascarilla
Material de oficina	Cofia
	Guantes
	Caja Petri
	Resma de papel A4
	Herramientas de investigación
	Internet

Localización geográfica

El experimento se realizó en la provincia de Cañar, cantón La Troncal que está georreferenciada con una latitud y longitud 2°25'28.8" - 79°20'29.6" y en Universal Transversal de Meccator (UTM) está ubicado en la zona 17M con coordenada este:684405.06 y norte:9731886.94 en la que puede verificar en el anexo 1 (Google Earth pro, 2019).

Tiempo de duración de la investigación

La investigación obtuvo un tiempo de duración de once meses que comprende del mes de febrero del año 2019 hasta enero del 2020.

Condiciones edafoclimáticas

Los datos edafoclimáticos son referentes de la estación meteorológica del ingenio La Troncal que se consideró con la temperatura del año 2018 en los meses de la elaboración del proyecto de investigación, el cual se realizó en el mes de febrero y marzo una temperatura mínima de 20.9°C y una temperatura máxima de 28.6°C por lo tanto con una temperatura promedio de 24.75°C (Coazucar, 2018).

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1 Unidad experimental

Se recolecto 384 naranjas del cantón Caluma y se transportó al cantón La Troncal para luego ser almacenadas en una bodega formada de hormigón que tiene una dimensión de 6m x 5m, se colocaron 32 unidades experimentales y fueron almacenadas con su respectivo tratamiento el día de la iniciación del experimento, cada unidad experimental fue ubicada en cajas plásticas de color azul y negras , cuyas medidas son de 60cm x 40cm x 20cm y se ubicaron doce naranjas en cada gaveta, las cuales tienen similares características como: un

mismo estado fisiológico, diámetro parcialmente igual y un tono de color verde amarillento.

Las evaluaciones secuenciales se realizaron cada siete días tomando dos naranjas al azar para el muestreo y se efectuó durante cuatro evaluaciones completando el cierre del experimento en veintiocho días.

3.2.4.2.2 Variables de estudio

Se evaluó las variables incidencia (%), severidad (%), grados brix y Ph, las mismas determinaron el tiempo de vida útil de las naranjas después de la aplicación de tres dosis de ozono en tres dos tiempos de concentración, se examinó cuatro evaluaciones frecuentes cada siete días consecutivos hasta llegar al día veintiocho con las ultimas frutas en buen estado fisiológico.

Se verificó los diferentes tipos de enfermedades presentes en el experimento y se examinó los mohos como: (*Penicillium Digitatum*, *Penicillium italicum*,) de los diferentes tratamientos en el laboratorio de la Universidad Agraria del Ecuador, las muestras examinadas y verificadas con la ing. Nuvia Morán Sánchez docente de la materia de fitopatología de la Universidad Agraria del Ecuador.

Incidencia (%)

Se realizó una medición obteniendo el % de frutos contaminados del hongo (*Penicillium Digitatum*, *Penicillium italicum*,) ya que se evaluó cada seis días obteniendo el total de frutas infectadas por cada unidad experimental en el cual se evaluó el porcentaje de los hongos. Esta incidencia se estableció con la siguiente expresión:

$$Incidencia (\%) = \frac{FS}{FT} \times 100$$

Donde FS es el número de frutos enfermos y FT el número total de frutos examinados por unidad experimental.

Severidad (%)

Se sustrajo al azar dos naranjas que estaban dentro de la incidencia, y en los casos que no se obtuvo frutos con síntomas enfermos se utilizó al azar dos naranjas del total de cada unidad experimental. Se realizó dos cortes verticales que atravesaron la extremidad del pedúnculo en la cual se obtuvo cuatro partes de la naranja y se le retiró el pericarpio o corteza del fruto, luego se procedió a pesarlo y obtener un peso total en gramos y consecuentemente se recortó los pedazos infectados y se los peso para determinar el % de severidad mediante la siguiente fórmula.

$$S = \left(\frac{CI(1) + CI(2)}{CT(1 + 2)} \right) \times 100$$

Méndez, 2020

Donde S es la severidad (%), CI (1) es la corteza infectada del fruto 1 (g), CI (2) es la corteza infectada del fruto 2 (g) y CT (1+2) es la corteza total(g) de los frutos 1 y 2.

Grados Brix

Se extrajo el zumo de dos muestras por cada unidad experimental y se mezcló para obtener 0.10 ml de cada muestra. Para evaluar los grados Brix se utilizó un refractómetro, con el cual se obtuvo un total de 32 medidas por cada evaluación consiguiéndose un total de 128 muestras.

pH

El zumo obtenido de las dos naranjas se lo mezcló para ubicarlas en tubos de ensayo de 16 x 100mm y se introdujo en el pH metro de la Universidad Agraria del Ecuador obteniendo valores de 3.5 a 4.9.

3.2.5 Análisis estadístico

Los datos que se obtuvieron de este ensayo se sometieron a un análisis de varianza, (ANOVA) con el fin de detectar diferencias significativas entre los distintos tratamientos indicados en la tabla 1. El modelo de ANOVA a emplearse consideró el arreglo factorial $3 \times 2 + 2$, bajo la consideración de un diseño completamente al azar, el cual se describe en la tabla 4.

Para la comparación de medias se utilizó el test de Tukey, todos estos análisis se realizaron con el 5% de probabilidad de error tipo 1 utilizando el software infostat en versión libre.

Tabla 4. Modelo de análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	31
Factor A (ozono)	2
Factor B (Tiempo de contacto)	1
Interacción AB	2
Testigos vs Factorial	1
Testigo 1 vs testigo 2	1
Error experimental	24

Mendez, 2020

4. Resultados

4.1 Desarrollo de la investigación según los tratamientos de estudio

4.1.1 Evaluación de pH

En la tabla número cinco se puede observar los resultados comparativos de pH de los tratamientos establecidos, los factores como ozono y el tiempo de contacto, se realizaron seis tratamientos, un testigo absoluto y un convencional en el que se verificó la interacción AB, testigos vs factorial, testigo 1 vs testigo 2.

Tabla 5. Andeva de la variable pH

pH					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P
Total	127	11,440	0,090		
Factor A (ozono)	2	0,510	0,255	13,9	0,000
Factor B (Tiempo de contacto)	1	0,004	0,004	0,2	0,649
Interacción AB	2	0,120	0,060	3,3	0,041
Testigos vs Factorial	1	0,150	0,150	8,2	0,005
Testigo 1 vs Testigo 2	1	0,106	0,106	5,8	0,018
Fechas	3	8,410	2,803	153,3	0,000
Error experimental	117	2,140	0,018		

Mendez, 2020

La presente tabla representa el análisis de varianza en la cual el factor A (ozono), testigos vs factorial, testigo 1 vs testigo 2 y la interacción AB tienen efectos sobre la aplicación, reportando diferencias significativas, el factor B (tiempo de contacto) no obtuvo diferencias significativas reflejando que no tiene ningún efecto de aplicación dentro de la variable de pH.

Tabla 6. Test Tukey: tratamientos y medidas de pH.

N	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Promedio
1	a1: 1ppm	b1:10 min	3,55 c
2	a1: 1ppm	b2:20 min	3,66 bc
3	a2: 2ppm	b1:10 min	3,80 ab
4	a2: 2ppm	b2:20 min	3,73 ab
5	a3: 3ppm	b1:10 min	3,75 ab
6	a3: 3ppm	b2:20 min	3,75 ab
7	Testigo (sin ozono)		3,84 a
8	Testigo convencional		3,73 ab
	CV		3,63%

Mendez, 2020

En la tabla número 6 del Test de Tukey se verificó los promedios y se interpretó que el T1 tiene una diferencia significativa obteniendo el nivel más bajo de acidez representando un menor grado de madurez, T2 presenta una igualdad a T1, y los tratamientos T3, T4, T5, T6, T8, son considerados estadísticamente iguales mientras que el T7 tiene un alto grado de pH que se encuentra con mayor grado de madurez.

Asimismo, en la figura 1 podemos observar el comportamiento del pH en el tiempo. Es notorio que todos los tratamientos experimentaron un crecimiento en cuanto al pH durante los días que duró el ensayo, con valores menores a 3.5 al inicio y valores entre 3.8 a 4.3.

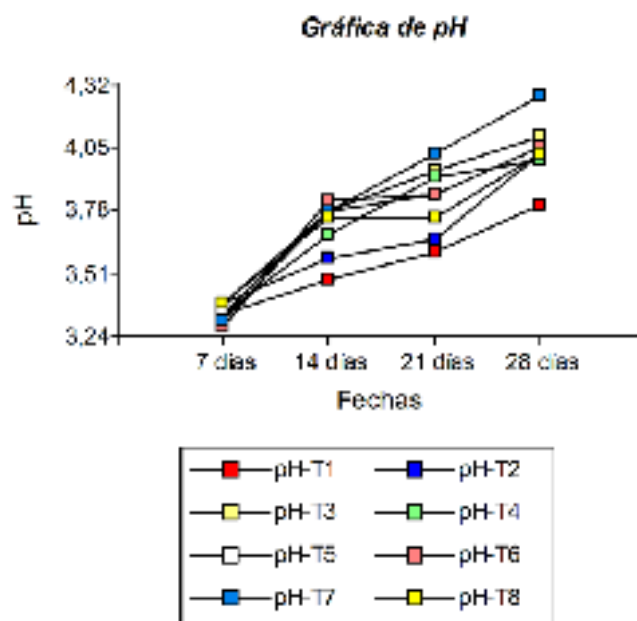


Figura 1. pH
Mendez, 2020

4.1.2 Evaluación de Grados Brix

En la tabla número siete se puede observar los efectos comparativos de Grados Brix, se ejecutó ocho tratamientos los cuales son; 6 con ozono y diferentes tiempos de contacto, un testigo absoluto y un convencional el que se verificó la interacción AB, testigos vs factorial, testigo 1 vs testigo 2.

Tabla 7. Andeva de la variable de Grados Brix

Grados Brix					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P
Total	127	194,34	1,530		
Factor A (ozono)	2	0,63	0,315	1,5	0,226
Factor B (Tiempo de contacto)	1	1,68	1,680	8,0	0,005
Interacción AB	2	2,22	1,110	5,3	0,006
Testigos vs Factorial	1	0,63	0,630	3,0	0,085
Testigo 1 vs Testigo 2	1	2,71	2,710	13,0	0,000
Fechas	3	161,99	53,997	258,1	0,000
Error experimental	117	24,48	0,209		

Mendez, 2020

En la presente tabla se visualizó el factor A (ozono) y los testigos vs factorial no tienen diferencias significativas, se verificó que el factor B (tiempo de concentración), testigo 1 vs el testigo 2, tienen diferencias significativas y que sí existe interacción entre el factor A y factor B.

Tabla 8. Test Tukey: tratamientos y medidas de grados brix.

N	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Promedio	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	7,44	c
2	a1: 1ppm	b2:20 min	8,13	ab
3	a2: 2ppm	b1:10 min	7,96	ab
4	a2: 2ppm	b2:20 min	7,99	ab
5	a3: 3ppm	b1:10 min	7,90	abc
6	a3: 3ppm	b2:20 min	7,97	ab
7	Testigo (sin ozono)		8,35	a
8	Testigo convencional		7,77	bc
CV			5,76 %	

Mendez, 2020

En la tabla número 8 se puede observar que T1 tiene los grados brix en menos proporción demostrando diferencias significativas, los tratamientos T2, T3, T4, T6 contienen el mismo nivel de madurez mientras que T5 contiene diferentes niveles de madurez entre sus tratamientos, T8 se encuentra en nivel promedio y T7 está representado como el índice más alto en la tabla 8.

De esta manera, en la figura 2 se puede observar el comportamiento de grados Brix en el tiempo. Es notorio que todos los tratamientos distinguieron un crecimiento en cuanto a los grados Brix durante los días que se desarrolló el ensayo, con valores menores a 6.3 al inicio y valores entre 8.9 a 9.8.

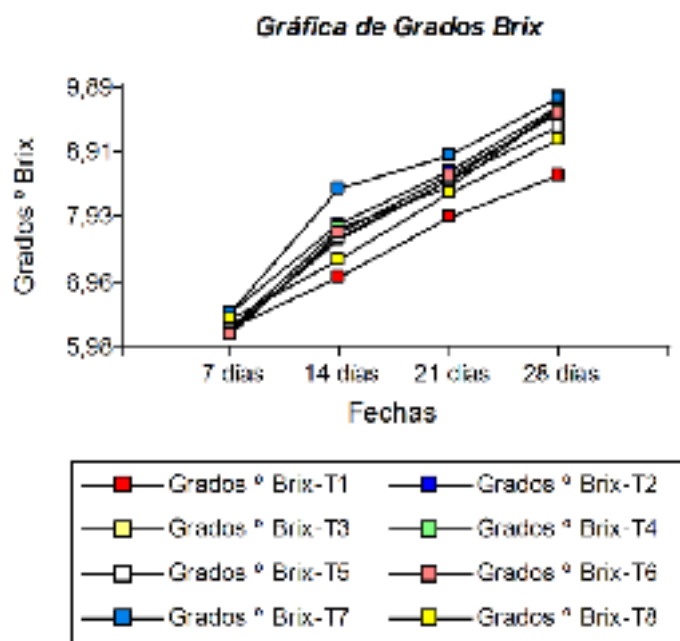


Figura 2. Grados Brix
Mendez,2020

4.1.3 Evaluación de incidencia

En la tabla número nueve se puede observar los efectos comparativos de Incidencia, se estableció ocho tratamientos los cuales son: 6 con ozono y dos tiempos de contacto, un testigo absoluto y un convencional en el que se identificó la interacción AB, testigos vs factorial, testigo 1 vs testigo 2.

Tabla 9. Andeva de la variable de Incidencia

Incidencia					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P
Total	127	70585,87	555,794		
Factor A (ozono)	2	571,74	285,870	1,2	0,307
Factor B (Tiempo de contacto)	1	678,41	678,410	2,8	0,095
Interacción AB	2	449,06	224,530	0,9	0,395
Testigos vs Factorial	1	0,45	0,450	0,0	0,966
Testigo 1 vs Testigo 2	1	1109,21	1109,210	4,6	0,034
Fechas	3	39733,14	13244,380	55,3	0,000
Error experimental	117	28043,86	239,691		

Mendez, 2020

La tabla nueve del análisis de varianza demuestra que el factor A (ozono), el factor B (tiempo de contacto), la interacción AB, testigos vs factorial, no tienen efectos sobre la aplicación demostrando que no tienen diferencias significativas y que el testigo 1 vs el testigo 2 lograron diferencias significativas reflejando el efecto de aplicación dentro de la variable de incidencia.

Tabla 10. Test Tukey: tratamientos y medidas de incidencia (%).

N	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Promedio
1	a1: 1ppm	b1:10 min	7,44 c
2	a1: 1ppm	b2:20 min	8,13 ab
3	a2: 2ppm	b1:10 min	7,96 ab
4	a2: 2ppm	b2:20 min	7,99 ab
5	a3: 3ppm	b1:10 min	7,90abc
6	a3: 3ppm	b2:20 min	7,97 ab
7	Testigo (sin ozono)		8,35 a
8	Testigo convencional		7,77 bc
CV			5,76 %

Mendez, 2020

En la presente tabla se puede observar que T1 tiene menor incidencia considerado que es muy similar al T8 que es un testigo convencional, el T2, T3, T4, T6, tienen el mismo nivel e incidencia por lo que se determina el mismo efecto por aplicación, el T5 tiene un nivel promedio de los mencionados tratamientos y T7 tiene mayor incidencia.

De esta forma, en la figura 3 se puede observar el comportamiento de incidencia en el tiempo. Es evidente que todos los tratamientos señalaron un crecimiento en cuanto a la incidencia durante los días que se desarrolló el ensayo, con valores menores a 3.0 al inicio y valores entre 29.6 a 58.9

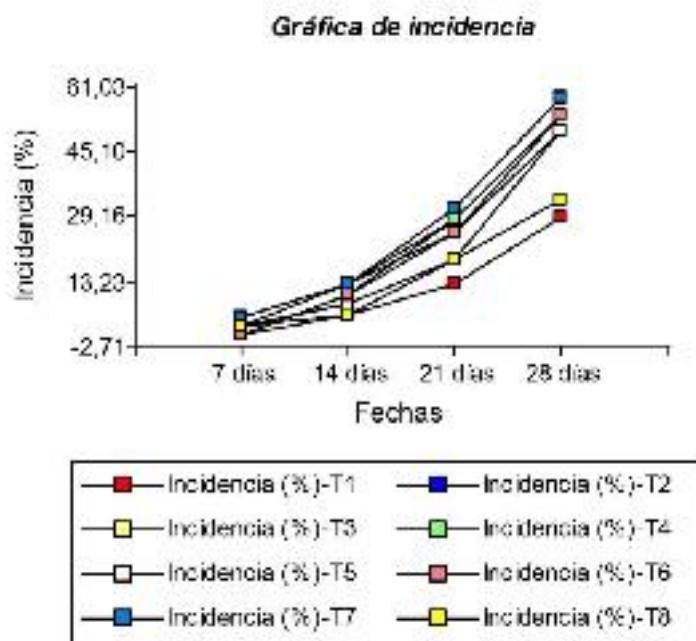


Figura 3. Incidencia
Mendez, 2020

4.1.4 Evaluación de severidad

En la tabla número once se puede visualizar los efectos comparativos de severidad, en la cual se indica ocho tratamientos que son; 6 con distintas concentraciones de ozono y dos tiempos de contacto, un testigo absoluto y un convencional en el que se verificó la interacción AB, testigos vs factorial, testigo 1 vs testigo 2.

Tabla 11. Andeva de la variable de Severidad.

Severidad					
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P
Total	127	35971,02	283,236		
Factor A (ozono)	2	13,07	6,535	0,1	0,936
Factor B (Tiempo de contacto)	1	90,09	90,090	0,9	0,342
Interacción AB	2	256,23	128,115	1,3	0,278
Testigos vs Factorial	1	110,51	110,510	1,1	0,293
Testigo 1 vs Testigo 2	1	1200,5	1200,500	12,1	0,001
Fechas	3	22718,44	7572,813	76,5	0,000
Error experimental	117	11582,18	98,993		

Mendez, 2020

En la tabla anterior se demuestra que el testigo 1 vs el testigo 2 tienen efecto significativo sobre el tratamiento y factor A (ozono), factor B (tiempo de contacto), interacción AB y los testigos vs la factorial no tienen diferencias significativas.

Tabla 12. Test Tukey: tratamientos y medidas de severidad (%)

N	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Promedio
1	a1: 1ppm	b1:10 min	11,26 b
2	a1: 1ppm	b2:20 min	17,74 ab
3	a2: 2ppm	b1:10 min	14,59 ab
4	a2: 2ppm	b2:20 min	14,98 ab
5	a3: 3ppm	b1:10 min	15,92 ab
6	a3: 3ppm	b2:20 min	14,86 ab
7	Testigo (sin ozono)		23,16 a
8	Testigo convencional		10,91 b
CV			64,49%

Mendez, 2020

En el test de Tukey de la tabla de anterior se observa que el T1 y T8 tienen menor dispersión de partículas reflejando menor severidad, T2, T3, T4, T5, T6, tienen un nivel medio de severidad y el T7 es el tratamiento más afectado con referencias a los demás tratamientos.

De este modo en la figura 4 se puede observar el comportamiento de la severidad en el tiempo, es por ello que todos los tratamientos señalaron un crecimiento en cuanto a la severidad durante los días que se efectuó en el ensayo, con valores menores a 2.5 al inicio y valores entre 25,8 a 60.0.

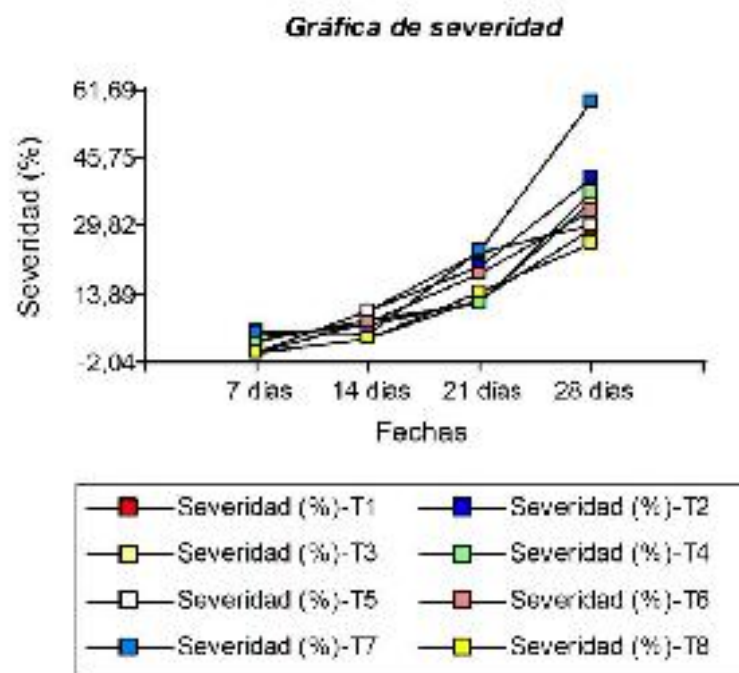


Figura 4. Severidad
Mendez, 2020.

5. Discusión

Este ensayo se realizó con fines investigativos debido a que el ozono es un componente físico que no es toxico para las personas que consuman este tipo de producto, actúa como un germicida inoculando agentes fitopatógenos en la cual se verificó las concentraciones en baja proporción y tiempos de inmersión para lo que se puede identificar en las siguientes variables:

Cruz, García y Pérez (2010) evaluaron el ozono una alternativa sustentable en el tratamiento post cosecha de frutas y hortalizas con el objetivo de relevar aspectos importantes como la rentabilidad, usaron ozono gaseoso y acuoso en concentraciones bajas y en tiempos cortos de contacto en el cual utilizaron 1,0 mg/l y 3,0 mg/l 5mg/l de ozono en dos tiempos de contacto de 3 min, 5 min, 10min y 15 min, por lo que determinaron que el tiempo de concentración que obtuvo mejor efecto de inactivación de mohos y levaduras es el que tuvo una concentración de 5mg/l en un tiempo de contacto de 15 min realizando observaciones sobre investigaciones con más variables de estudio para lograr un mayor impacto y perspectiva.

Arnal, Salvador, Martínez y Jávega (2005) Examinaron el efecto del ozono en el mantenimiento de la calidad de caqui 'rojo brillante' en el cual el Rojo brillante fue examinado en concentraciones de ozono y sin ozono el cual ejecuto de 15° C en un periodo de 16 días y una concentración de 15° C en un periodo de 35 días, los tratamientos con ozono obtuvieron un efecto positivo en cuanto a las alteraciones en el interior y exterior, se determinó como el mejor ionizante de hongos a la concentración de 15°C en el cual la fruta obtuvo una duración de 35 días.

González, J. Veliz, L. González, D. Álvarez, C. (2010) Estudiaron el empleo del ozono en la post cosecha de fruta bomba var Maradol-roja. En la cual realizaron tratamientos en fases gaseosa y líquidas en la que se utilizaron concentraciones de 1mg L en la que se visualizó a los 10 días de la aplicación un resultado fisiológico de madurez en la que se reflejó un verde amarillento, se recomienda aplicar ozono 24 h antes de la cosecha, aunque el mejor tratamiento que obtuvo mejores resultados es el de agua ozonizada ya que redujo en un 23% el porcentaje de crecimiento de hongos Fito patógenos.

Vaca (2019) describe el efecto del Ozono (O₃) en el control del gorgojo en granos almacenados, utilizó (11 ppm durante 10 minutos), (11 ppm durante 20 minutos) y (11 ppm durante 30 minutos), en la cual la aplicación de Ozono causó la mortalidad en los insectos además dejando sin residuos tóxicos en los granos de maíz y no dejó impacto en el medio ambiente, concluyendo una excelente metodología.

Castro, N. Quispe, A. (2010) Desarrollaron el efecto del ozono en los sistemas de higienización de frutas y hortalizas de los laboratorios especializados de la FIIAUNASAM en la cual utilizaron frutas y hortalizas para la utilización de agua ozonizada en la que se utilizaron concentraciones de 1,5 ppm en tiempos de inmersión de 4 min y 8 min, determinaron eliminar gérmenes con la de más tiempo de inmersión ocasionando que la vida útil de la fruta se alargue como productos higienizados con mejor apariencia y aceptable estado fisiológico.

6. Conclusiones

En base a los resultados de este proyecto se concluye lo siguiente:

Las alternativas factoriales si bien lograron hacer un control relativamente importante de la incidencia y severidad, estas fueron diferentes al control realizado con hipoclorito de sodio.

Los microorganismos presentes en las muestras de naranja fue (*Penicillium digitatum* y *Aspergillus*).

Los parámetros de pH y grados Brix no fueron afectados significativamente por los tratamientos.

7. Recomendaciones

Recomendación una vez culminado el proyecto de investigación:

Las aplicaciones de ozono deben ser probadas en diferentes concentraciones para verificar el efecto en las diferentes etapas fenológicas de varios cultivos y observar el comportamiento que tiene como un inoculador de hongos, bacterias y virus.

Impulso a que utilicen productos no nocivos que perjudiquen el medio ambiente motivando a la conservación y sustentabilidad del ecosistema logrando así un aporte de conocimientos de nuevos productos y su efectividad dentro del campo agrícola preservando así la flora y fauna de nuestro País.

8. Bibliografía

- Acosta, J., Ortiz, C., Zaldívar, J., Rodríguez, M., Bautista, C., Castillo, C. (2012). Identificación del agente causal e importancia de la gomosis en la zona citrícola de Huimanguillo, Tabasco, México. *Universidad y ciencia*, 28 (3), 245-258 . Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v28n3/v28n3a4.pdf>
- Ancilla, G. y Medina, A. (2014). Monografía botánica. En Universitat de València E.(Ed), *Los cítricos* (pp, 69 – 71). Valencia, España: Jardín Botánico de la Universitat de València.
- Arnal, L. Salvador, A. Martínez, L. Jávega, J. (2005). Efecto del ozono en el mantenimiento de la calidad de caqui 'rojo brillante'. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 6(2), 99-106. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/813/81360206.pdf>.
- Bataller, M. Cruz, S. y García, M. (2010). El ozono: una alternativa sustentable en el tratamiento postcosecha de frutas y hortalizas. *Revista CENIC*. 41(3), 155 - 154. Recuperado de <file:///C:/Users/Johanna%20Mendez/Documents/anteproyecto%20%20steven/informacion/bases%20teorica/181220593001.pdf>.
- Bataller, M. González, J. Veliz, E. Lorenzo, E. González, D. Álvarez, C. (2015). Empleo del ozono en la poscosecha de fruta bomba var Maradol-roja. *Redalyc.org*. 6(2) Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/1812/181220509046/>.
- Bosquez, C. (2018). *Caracterización morfológica y molecular de Alternaria alternata hongo fitopatógeno causante del secamiento descendente del cáliz, en frutos de Physalis peruviana en la Sierra centro-norte del Ecuador*. (Tesis de

pregrado). Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14682/Carolina%20Bosquez%20disertaci%c3%b3n%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Cagua, D.M., Orduz, J.O.(2015). Efecto de distancias de plantación sobre el rendimiento y crecimiento vegetativo de la naranja 'Valencia' (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) en el trópico bajo húmedo de Colombia. *Scielo*, 20 (1), 20-21. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v20n1/v20n1a02.pdf>.

Campos, F. (2015). *Métodos de control de postcosecha de la infección por el genero penicillium en cítricos, peras y manzanas* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4324/CAMPOS%20MAN%20ZANEDO%20FIORELLA%20KATHERINE.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

Castro, A. Fernández, P. Ávila, P. (2012). Mecanismos de Defensa del Chile en el Patosistema *Capsicum annum-Phytophthora capsici*. *Scielo* 30 (1), 6-7. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092012000100005.

Castro, N. Quispe, A. (2010) Efecto del ozono en los sistemas de higienización de frutas y hortalizas de los laboratorios especializados de la FIIAUNASAM. *Rev. Aporte Santiaguino*. 3(1) 47-49. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/as/v3n1/a07v3n1>.

Cervantes, C. (2017). *Compuestos volátiles y propiedades mecánicas como indicadores del proceso de senescencia de la naranja (Citrus sinensis Osbeck) cv Valencia* (Tesis de maestría). Recuperado de [http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI 19141.pdf](http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI%2019141.pdf).

Coazucar. (2018). *Informe corporativo meteorológico*. <http://lpdp.centro.com.pe> o <http://leydeprotecciondedatospersonales.centro.com.pe>.

Cosemar. (s.f.) El ozono en post cosecha incremento en la vida útil de fresas.

Recuperado de <https://www.cosemarozono.com/descargas/informe-aumentar-vida-util-de-fresas-v2017.pdf>.

Creemos protección inteligente. (2018). *Enfermedades de los cítricos en el periodo de postcosecha*. Recuperado de <https://www.deccoiberica.es/enfermedades-de-los-citricos-postcosecha>.

Cruz, S. García, B. Pérez, M. (2010) El ozono: una alternativa sustentable en el tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 41 (3). 155-164. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181220593001.pdf>.

Cruz, S. Fernadez, I. Bataller, M. Veliz, E. Garcia, M. Diaz, R (2010). Empleo de agua ozonizada en el manejo postcosecha de tomates. *Ciencia y Tecnología de alimentos*, 20 (3) , 2-5. Recuperado de <http://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/368/337>.

DECCO,(2 de febrero del 2018).Naturally Phostharvest. *Enfermedades de los cítricos durante el periodo postcosecha*. Recuperado de <https://www.deccoiberica.es/enfermedades-de-los-citricos-postcosecha/>.

Fabrega, A., Aght, M. y Calvo, M. (2002). *Anales de la Real Academia de Doctores*, (6), 357-367. Recuperado de <https://www.radoctores.es/doc/1V6N2-calvo-generoalternaria.pdf>.

Frissón, L. Vissani, M. Ocampo, H. PonisioD. y Basílico, J. (2013) Efectos del agua ozonizada sobre microorganismos patógenos alterantes de frutas y hortalizas. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 4 (1), 119-13. Recuperado de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/41304876/Frison_Laura_et_al._RVCTA_V4N1.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53U L3A&Expires=1549771956&Signature=HThtv5iNgjyV%2F5u9ZObBj80 ueiE % 3D& response-content disposition=inline%3B%20filename% 3DEfectos_ del_ a g ua_ ozon izada_ so bre_ microor.pdf.

Genome Biol Evo (2016). *La diversidad genómica contrastante en dos patógenos poscosecha muy relacionados: Penicillium digitatum y Penicillium expansum*. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4758248/>.

González, J. Veliz, L. González, D. Álvarez, C .(2010). Empleo del ozono en la poscosecha de fruta bomba var Maradol-roja. 1 Centro de Investigaciones del Ozono del *Centro Nacional de Investigaciones Científicas*. 64 (12) 4-7. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/049d/b3239ae8010d7af5aeb6d4b9bc0c4075508f.pdf>.

Guédez, C. Castillo, L. Olivar, R. Maffei, M. (2010). Alternativas para el control de hongos poscosecha en naranjas valencia (*Citrus sinensis*). *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 30 (1), 43-47. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1994/199416355009.pdf>

Guédeza, C. Cañizaleza, L. Avendaño, L. Scorzab, J. Castilloa, C . Olivarc, R.,... Sánchez, L. (2014) Actividad antifúngica del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis* L.) sobre hongos poscosecha en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.).

Revista de la sociedad venezolana de microbiología. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562014000200007.

Gutierrez, V.R. (2017). Cosecha, postcosecha y comercialización de la de la naranja. Recuperado de <https://www.formaciontecnicabolivia.org/webdocs/publicaciones/2017/GUIA%20COSECHA%20POSTCOSECHA%20Y%20TRANSFORMACION%20DE%20LA%20NARANJA.pdf>.

Heredia, A. (2008). Estudio agroindustrial en el Ecuador: Competitividad de la cadena de valor y perspectivas de mercado. Quito. Ecuador: Econestad.

Herrera, R. Pozo, E. Cárdenas, M. Jiménez, L. Pérez, C. Rodríguez, R. (2012). Efecto del ozono sobre el vigor de semillas de Garbanzo (*Cicer arietinum* L.). *Roberto Valdes*, 59 (11), 2-3. Recuperado de http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V39-Numero_4/cag054121878.pdf.

INEC. (2016). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua*. Recuperado de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Presentacion%20ESPAC%202016.pdf.

INEC. (2017). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua*. Recuperado de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/cuestionario%20ESPAC%2001_2017.pdf.

- Laskowski, L. Garcia, L. Torres, J. (2006). DESARROLLO DEL FRUTO DE Citrus sinensis cv. Salustiana. *Bioagro*, 18(1), 15 – 23. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/857/85718102.pdf>.
- León, k. (2020). *Caracterización analítica de exopolisacáridos sintetizados por tres tipos de Penicillium spp. aislados del suelo antártico*. (Tesis de pregrado) Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/44838/1/Tesis%20%20final%20KLEBER%2025-08-2019.pdf>.
- Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria. (2010). *Informe sobre Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria*. Recuperado de <https://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/pacha/wp-content/uploads/2011/04/LORSA.pdf>.
- Martínez, A. Pérez, L. Morales, M. Armando H. Basurto, M. Parra, M. Martínez, E. (2015). Situación actual en el control de Fusarium spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. *Acta Agronómica*, 64 (2), 194 – 205. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1699/169933767011.pdf>.
- Montalvo, A. (2018). *“Diagnóstico de la tecnología local de la producción de la naranja (citrus sinensis l) en caluma provincia de bolívar”*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29043/1/Montalvo%20Pinela%20Wilfrido%20Alexander.pdf>.
- Muñis, G. (2018) *Evaluación del comportamiento agro morfológico en cultivo establecido de Citrus sinensis (naranja) a la aplicación de fertilización edáfica y foliar* (Tesis de pre grado). UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ UNESUM. Manabí.
- Massuh, R. (2018). *Evaluación del efecto del ozono sobre la incidencia de la enfermedad de la mancha anillada (Papaya ringspot virus-P, PRSV-P) en*

- papaya (Carica papaya L.) en condiciones de invernadero.* (tesis de pre grado). Recuperado de <http://192.188.52.94:8080/bitstream/3317/10331/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-137.pdf>.
- Passaro, C. (2014). Poscosecha. (Tesis pregrado) Recuperado de file:///C:/Users/elreg/Downloads/CAPITULO%209.pdf.
- Pérez, C. Jiménez, A. (2009). Crecimiento y abscisión del fruto de naranja ¿valencia¿ (*Citrus sinensis* L. Osbeck) en un huerto del estado Portuguesa, Venezuela. *Bioagro*, 21 (2) 133-138. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/857/85714162008.pdf>.
- Padrón, J.E. y Rocha, M.A. (2007). Variedades comerciales de cítricos. En *INIFAP*. (Ed), *Variedades comerciales de cítricos para Nuevo León y Tamaulipas*. (pp, 5-6). Terán, México: INIFAP. CIRNE.
- Pássaro, C. P. y Nunes, C.L. (2012). Control de enfermedad de poscosecha. En L. F. Garcés (Ed), *Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización* (pp 285 – 286). Caldas, Colombia: Corporación Universitaria lessallista.
- Plúa, L. (2016) *Análisis prospectivo de la naranja Citrus síntesis y su incidencia económica en el sector cafetalero de Jipijapa* (tesis de pregrado) Recuperado de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/905/1/tesis%20DE%20TITULACION%20LEONARDO%20PLUA%20Julio-10-17.pdf>.
- Reinoso, M. (2017). *EVALUAVCION IN VITRO DE EXTRACTOS DE CASCARA DE BANANO PARA EL CONTROL DE RHIZOPUS SPP., DURANTE POSCOSECHA DE TOMATE SOLANUM LYCOPERSICUM*. (Tesis de

pregrado). Recuperado de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7935/1/UDLA-EC-TIAG-2017-29.pdf>.

Reyes, M. Villegas, A. Colinas, M. Calderón, G. (2000). Peso específico, contenido de proteína y de clorofila en hojas de naranjo y tangerino. *Agrociencia*, 34(1), 49 – 55. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/302/30234106.pdf>.

Ricaurte, S.L. (2006). Ozonoterapia, una opción para el sector agropecuario. *Revista electrónica de veterinaria*, 7 (9), 1-3. Recuperado de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006/100604.pdf>.

Rodríguez, B. Juárez, A y Rivera, D. (2016) eliminación de microorganismos mediante la aplicación de ozono. *Jóvenes de la Ciencia*, 2(1), 2-4. Recuperado de <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/1325/947>.

Rubio, F. (2015) *Métodos de control postcosecha de antracnosis en frutas* (tesis de pregrado) Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4302/RUBIO%20ARAUJO%20FABIO%20NOLBERTO.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

Técnico agrícola. (2012). *Enfermedades o patógenos más importantes en postcosecha de cítricos*. Recuperado de <http://www.tecnicoagricola.es/enfermedades-o-patogenos-mas-importantes-en-postcosecha-de-citricos/>.

Vaca, A. (2019). *Evaluación del efecto del Ozono (O₃) en el control del gorgojo (Sitophilus zeamais) en granos almacenados*. (Tesis de pregrado). Recuperado

de <http://192.188.52.94/bitstream/3317/13291/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-152.pdf>.

Valdiviezo, P. Pretell, A. y Marquez, L. (2016). Efecto de la concentración de ozono gaseoso sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y apariencia general en uva (*Vitis vinifera* L.) variedad red globe, *Agroind Sci*, 35 (45), 2-3. Recuperado de <https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/documents/112231011-pb.pdf>.

Vasquez, C. Marquez, L. Siche, R. (2016). Efecto del ozono gaseoso sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y apariencia general de *Punica Granatum* L. wonderful fresca, *SCIELO Perú*, 7 (1), 3 – 4. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172016000400003&script=sci_arttext.

Vasquez, D. (junio, 2017). Enfermedades de postcosecha en cítricos y su control. *DECCO*. 26(11), 2-4. https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/140919_c_tricos_enf_v_zquez_ok.

9. Anexos

Tabla 13. Datos de pH a los 7 días de almacenamiento

pH a los 7 días							
Nº	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Repeticiones				Promedios
			L	II	LII	Iv	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	3,3	3,5	3,3	3,2	3,3
2	a1: 1ppm	b2:20 min	3,3	3,4	3,4	3,4	3,4
3	a2: 2ppm	b1:10 min	3,3	3,5	3,4	3,3	3,4
4	a2: 2ppm	b2:20 min	3,3	3,2	3,3	3,5	3,3
5	a3: 3ppm	b1:10 min	3,3	3,2	3,4	3,4	3,3
6	a3: 3ppm	b2:20 min	3,5	3,1	3,1	3,4	3,3
7	Testigo (sin ozono)		3,2	3,3	3,4	3,3	3,3
8	Testigo convencional		3,3	3,4	3,4	3,4	3,4

Mendez, 2020

Tabla 14. Datos de pH a los 14 días de almacenamiento

pH a los 14 días							
Nº	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Repeticiones				Promedios
			I	II	LII	Iv	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	3,5	3,5	3,5	3,4	3,5
2	a1: 1ppm	b2:20 min	3,5	3,7	3,7	3,4	3,6
3	a2: 2ppm	b1:10 min	3,9	3,9	3,8	3,5	3,8
4	a2: 2ppm	b2:20 min	3,6	3,7	3,7	3,7	3,7
5	a3: 3ppm	b1:10 min	3,7	3,8	3,7	3,9	3,8
6	a3: 3ppm	b2:20 min	3,8	3,8	3,9	3,8	3,8
7	Testigo (sin ozono)		3,7	3,7	3,9	3,8	3,8
8	Testigo convencional		3,5	3,9	3,9	3,7	3,7

Mendez, 2020

Tabla 15. Datos de pH a los 21 días de almacenamiento

pH a los 21 días							
Nº	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Repeticiones				Promedios
			I	II	LII	Iv	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	3,7	3,5	3,6	3,6	3,6
2	a1: 1ppm	b2:20 min	3,7	3,5	3,8	3,6	3,6
3	a2: 2ppm	b1:10 min	4,0	3,9	3,9	4,0	3,9
4	a2: 2ppm	b2:20 min	3,9	4,0	3,8	4,0	3,9
5	a3: 3ppm	b1:10 min	3,8	3,8	3,9	3,9	3,9
6	a3: 3ppm	b2:20 min	3,6	3,9	3,9	4,0	3,8
7	Testigo (sin ozono)		4,0	3,9	4,0	4,2	4,0
8	Testigo convencional		3,6	3,7	3,9	3,8	3,7

Mendez, 2020

Tabla 16. Datos de pH a los 28 días de almacenamiento

pH a los 28 días							
Nº	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Repeticiones				Promedios
			I	II	LII	Iv	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	3,7	3,7	3,8	4,0	3,8
2	a1: 1ppm	b2:20 min	4,1	3,9	4,1	4,0	4,0
3	a2: 2ppm	b1:10 min	4,2	3,8	4,2	4,2	4,1
4	a2: 2ppm	b2:20 min	4,0	4,0	4,1	3,9	4,0
5	a3: 3ppm	b1:10 min	4,0	4,1	4,2	3,9	4,0
6	a3: 3ppm	b2:20 min	3,9	4,0	4,1	4,2	4,0
7	Testigo (sin ozono)		4,4	4,4	4,0	4,3	4,3
8	Testigo convencional		3,8	4,1	4,2	4,0	4,0

Mendez, 2020

Tabla 17. Análisis estadístico de pH

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	128	0,81	0,80	3,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,31	10	0,93	50,95	<0,0001
Tratamientos	0,90	7	0,13	7,05	<0,0001
Fechas	8,41	3	2,80	153,39	<0,0001
Error	2,14	117	0,02		
Total	11,44	127			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14749

Error: 0,0183 gl: 117

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T7	3,84	16	0,03	A	
T3	3,80	16	0,03	A	B
T5	3,75	16	0,03	A	B
T6	3,75	16	0,03	A	B
T4	3,73	16	0,03	A	B
T8	3,73	16	0,03	A	B
T2	3,66	16	0,03		B C
T1	3,55	16	0,03		C

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

Tabla 18. Datos de Grados Brix a los 7 días de almacenamiento

Grados Brix a los 7 días							
Nº	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Repeticiones				Promedios
			I	II	III	IV	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	6,2	6,8	5,9	6,1	6,3
2	a1: 1ppm	b2:20 min	5,8	6,9	7	6,2	6,5
3	a2: 2ppm	b1:10 min	5,7	5,8	6,7	6,6	6,2
4	a2: 2ppm	b2:20 min	6,3	5,7	6,8	6,2	6,3
5	a3: 3ppm	b1:10 min	5,7	6,8	6,5	5,8	6,2
6	a3: 3ppm	b2:20 min	6,4	5,7	6,6	5,9	6,0
7	Testigo (sin ozono)		7	6,1	6,4	6,4	6,5
8	Testigo convencional		6,2	6,9	6,6	5,8	6,4

Mendez, 2020

Tabla 19. Datos de Grados Brix a los 14 días de almacenamiento

Grados Brix a los 14 días							
Nº	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Repeticiones				Promedios
			I	II	III	IV	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	7,2	7,0	6,8	7,1	7,0
2	a1: 1ppm	b2:20 min	7,4	7,4	8,5	8,0	7,8
3	a2: 2ppm	b1:10 min	7,0	7,5	8,0	7,9	7,6
4	a2: 2ppm	b2:20 min	8,0	8,4	7,6	7,0	7,8
5	a3: 3ppm	b1:10 min	7,5	8,0	7,6	7,4	7,6
6	a3: 3ppm	b2:20 min	7,9	8,0	7,2	7,6	7,7
7	Testigo (sin ozono)		8,4	7,9	8,2	8,9	8,4
8	Testigo convencional		7,4	7,9	7,4	6,5	7,3

Mendez, 2020

Tabla 20. Datos de Grados Brix a los 21 días de almacenamiento

Grados ^o Brix a los 21 días							
Nº	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Repeticiones				Promedios
			I	II	III	IV	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	7,9	8,2	8	7,6	7,9
2	a1: 1ppm	b2:20 min	8,8	9	8,4	8,3	8,6
3	a2: 2ppm	b1:10 min	8	8,5	8,5	8,9	8,5
4	a2: 2ppm	b2:20 min	8,1	8,9	8,6	8	8,4
5	a3: 3ppm	b1:10 min	8	8,5	8,4	9	8,5
6	a3: 3ppm	b2:20 min	8,9	8,6	8	8,7	8,6
7	Testigo (sin ozono)		8,7	9	8,9	8,8	8,9
8	Testigo convencional		8,5	7,2	8,8	8,7	8,3

Mendez, 2020

Tabla 21. Datos de Grados Brix a los 28 días de almacenamiento

Grados ^o Brix a los 28 días							
Nº	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Repeticiones				Promedios
			I	II	III	IV	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	8,2	8	9	9	8,6
2	a1: 1ppm	b2:20 min	9,6	9	9,8	10	9,6
3	a2: 2ppm	b1:10 min	9	9,5	9,8	9,9	9,6
4	a2: 2ppm	b2:20 min	9,5	9	10	9,7	9,6
5	a3: 3ppm	b1:10 min	9,7	10	9,5	8	9,3
6	a3: 3ppm	b2:20 min	9,2	9,5	9,6	9,7	9,5
7	Testigo (sin ozono)		10	9,9	9	10	9,7
8	Testigo convencional		8	9,5	9,7	9,2	9,1

Mendez, 2020

Tabla 22. Análisis estadístico de Grados Brix

Grados ° Brix

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grados ° Brix	128	0,87	0,86	5,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	169,86	10	16,99	81,17	<0,0001
Tratamientos	7,86	7	1,12	5,37	<0,0001
Fechas	161,99	3	54,00	258,05	<0,0001
Error	24,48	117	0,21		
Total	194,34	127			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49919

Error: 0,2093 gl: 117

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T7	8,35	16	0,11	A		
T2	8,13	16	0,11	A	B	
T4	7,99	16	0,11	A	B	
T6	7,97	16	0,11	A	B	
T3	7,96	16	0,11	A	B	
T5	7,90	16	0,11	A	B	C
T8	7,77	16	0,11		B	C
T1	7,44	16	0,11			C

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

Tabla 23. Datos de incidencia a los 7 días de almacenamiento

Incidencia a los 7 días (%)							
Nº	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Repeticiones				Promedios
			I	II	LII	Iv	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	0	0	0	0	0,0
2	a1: 1ppm	b2:20 min	0	0	0	0	0,0
3	a2: 2ppm	b1:10 min	0	8,3	0	0	2,1
4	a2: 2ppm	b2:20 min	8,3	0	0	0	2,1
5	a3: 3ppm	b1:10 min	0	0	0	8,3	2,1
6	a3: 3ppm	b2:20 min	0	0	0	0	0,0
7	Testigo (sin ozono)		8,3	0	8,3	0	4,2
8	Testigo convencional		0	8,3	0	0	2,1

Mendez, 2020

Tabla 24. Datos de incidencia a los 14 días de almacenamiento

Incidencia a los 14 días (%)							
Nº	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Repeticiones				Promedios
			I	II	III	Iv	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	10	0	0	10	5,0
2	a1: 1ppm	b2:20 min	10	0	20	10	10,0
3	a2: 2ppm	b1:10 min	10	20	10	10	12,5
4	a2: 2ppm	b2:20 min	20	10	10	10	12,5
5	a3: 3ppm	b1:10 min	10	10	10	0	7,5
6	a3: 3ppm	b2:20 min	20	0	10	10	10,0
7	Testigo (sin ozono)		10	20	10	10	12,5
8	Testigo convencional		0	10	0	10	5,0

Mendez, 2020

Tabla 25. Datos de incidencia a los 21 días de almacenamiento

incidencia a los 21 días (%)							
Nº	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Repeticiones				Promedios
			I	II	LII	Iv	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
2	a1: 1ppm	b2:20 min	25	50	25	12,5	28,1
3	a2: 2ppm	b1:10 min	12,5	12,5	25	50	25,0
4	a2: 2ppm	b2:20 min	50	12,5	25	25	28,1
5	a3: 3ppm	b1:10 min	25	25	12,5	12,5	18,8
6	a3: 3ppm	b2:20 min	12,5	50	12,5	25	25,0
7	Testigo (sin ozono)		25	25	50	25	31,3
8	Testigo convencional		0	25	25	25	18,8

Mendez, 2020

Tabla 26. Datos de incidencia a los 28 días de almacenamiento

incidencia a los 28 días (%)							
Nº	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Repeticiones				Promedios
			I	II	LII	Iv	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	33,3	33,3	16,6	33,3	29,1
2	a1: 1ppm	b2:20 min	33,3	100	50	33,3	54,2
3	a2: 2ppm	b1:10 min	33,3	50	16,6	100	50,0
4	a2: 2ppm	b2:20 min	100	16,6	50	50	54,2
5	a3: 3ppm	b1:10 min	33,3	33,3	33,3	100	50,0
6	a3: 3ppm	b2:20 min	33,3	100	33,3	50	54,2
7	Testigo (sin ozono)		50	50	100	33,3	58,3
8	Testigo convencional		16,6	50	16,6	50	33,3

Mendez, 2020

Tabla 27. Análisis estadístico de incidencia**Incidencia (%)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incidencia (%)	128	0,60	0,57	75,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	42542,01	10	4254,20	17,75	<0,0001
Tratamientos	2808,87	7	401,27	1,67	0,1220
Fechas	39733,14	3	13244,38	55,26	<0,0001
Error	28043,86	117	239,69		
Total	70585,87	127			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=16,89468

Error: 239,6911 gl: 117

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T7	26,56	16	3,87	A
T4	24,21	16	3,87	A
T2	23,07	16	3,87	A
T3	22,39	16	3,87	A
T6	22,29	16	3,87	A
T5	19,58	16	3,87	A
T8	14,78	16	3,87	A
T1	11,66	16	3,87	A

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

Tabla 28. Datos de severidad a los 7 días de almacenamiento

Severidad a los 7 días (%)							
Nº	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Repeticiones				Promedios
			I	II	LII	Iv	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	0	0	0	0	0,0
2	a1: 1ppm	b2:20 min	0	0	0	0	0,0
3	a2: 2ppm	b1:10 min	0	15,8	0	0	4,0
4	a2: 2ppm	b2:20 min	12	0	0	0	3,0
5	a3: 3ppm	b1:10 min	0	0	0	0,8	0,2
6	a3: 3ppm	b2:20 min	0	0	0	0	0,0
7	Testigo (sin ozono)		0,8	0	19,4	0	5,1
8	Testigo convencional		0	0,7	0	0	0,2

Mendez, 2020

Tabla 29. Datos de severidad a los 14 días de almacenamiento

Severidad a los 14 días (%)							
Nº	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Repeticiones				Promedios
			I	II	LII	Iv	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	13	0	0	0,9	3,5
2	a1: 1ppm	b2:20 min	11,4	0	17,5	11	10,0
3	a2: 2ppm	b1:10 min	10,6	15,4	0,6	0,7	6,8
4	a2: 2ppm	b2:20 min	19,8	0,9	10,7	0,7	8,0
5	a3: 3ppm	b1:10 min	12,8	12,9	13,6	0	9,8
6	a3: 3ppm	b2:20 min	15,9	0	13	0,6	7,4
7	Testigo (sin ozono)		0,9	16,7	0,8	0,6	4,8
8	Testigo convencional		0	0,9	0	13,2	3,5

Mendez, 2020

Tabla 30. Datos de severidad a los 21 días de almacenamiento

Severidad a los 21 días (%)							
Nº	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Repeticiones				Promedios
			I	II	LII	Iv	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	0,8	21,8	13,8	13,3	12,4
2	a1: 1ppm	b2:20 min	19,9	27,5	15,8	17,4	20,2
3	a2: 2ppm	b1:10 min	0,7	0,9	22,8	24,6	12,3
4	a2: 2ppm	b2:20 min	14,3	2,1	16,7	12,4	11,4
5	a3: 3ppm	b1:10 min	18,4	31,1	29	16,2	23,7
6	a3: 3ppm	b2:20 min	18,5	17,5	25,8	12,4	18,6
7	Testigo (sin ozono)		30,5	27,1	19	18,9	23,9
8	Testigo convencional		0	23,5	16,5	17	14,3

Mendez, 2020

Tabla 31. Datos de severidad a los 28 días de almacenamiento

Severidad a los 28días (%)							
Nº	Dosis ozono (Factor A)	Tiempo contacto (Factor B)	Repeticiones				Promedios
			I	II	LII	Iv	
1	a1: 1ppm	b1:10 min	16,8	41,3	36	22,5	29,2
2	a1: 1ppm	b2:20 min	21,5	72,4	47,3	22,2	40,9
3	a2: 2ppm	b1:10 min	27,8	40,6	19,3	53,6	35,3
4	a2: 2ppm	b2:20 min	49,7	21	42,8	36,6	37,5
5	a3: 3ppm	b1:10 min	12,8	14,8	29,8	62,5	30,0
6	a3: 3ppm	b2:20 min	31,5	33	26,9	42,6	33,5
7	Testigo (sin ozono)		42,4	66,8	56,7	70	59,0
8	Testigo convencional		14,8	35,3	26,7	26,02	25,7

Mendez, 2020

Tabla 32. Análisis estadístico de severidad**Severidad (%)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Severidad (%)	128	0,68	0,65	64,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24388,84	10	2438,88	24,64	<0,0001
Tratamientos	1670,40	7	238,63	2,41	0,0243
Fechas	22718,44	3	7572,81	76,50	<0,0001
Error	11582,18	117	98,99		
Total	35971,02	127			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,85741

Error: 98,9930 gl: 117

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T7	23,16	16	2,49	A
T2	17,74	16	2,49	A B
T5	15,92	16	2,49	A B
T4	14,98	16	2,49	A B
T6	14,86	16	2,49	A B
T3	14,59	16	2,49	A B
T1	11,26	16	2,49	B
T8	10,91	16	2,49	B

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

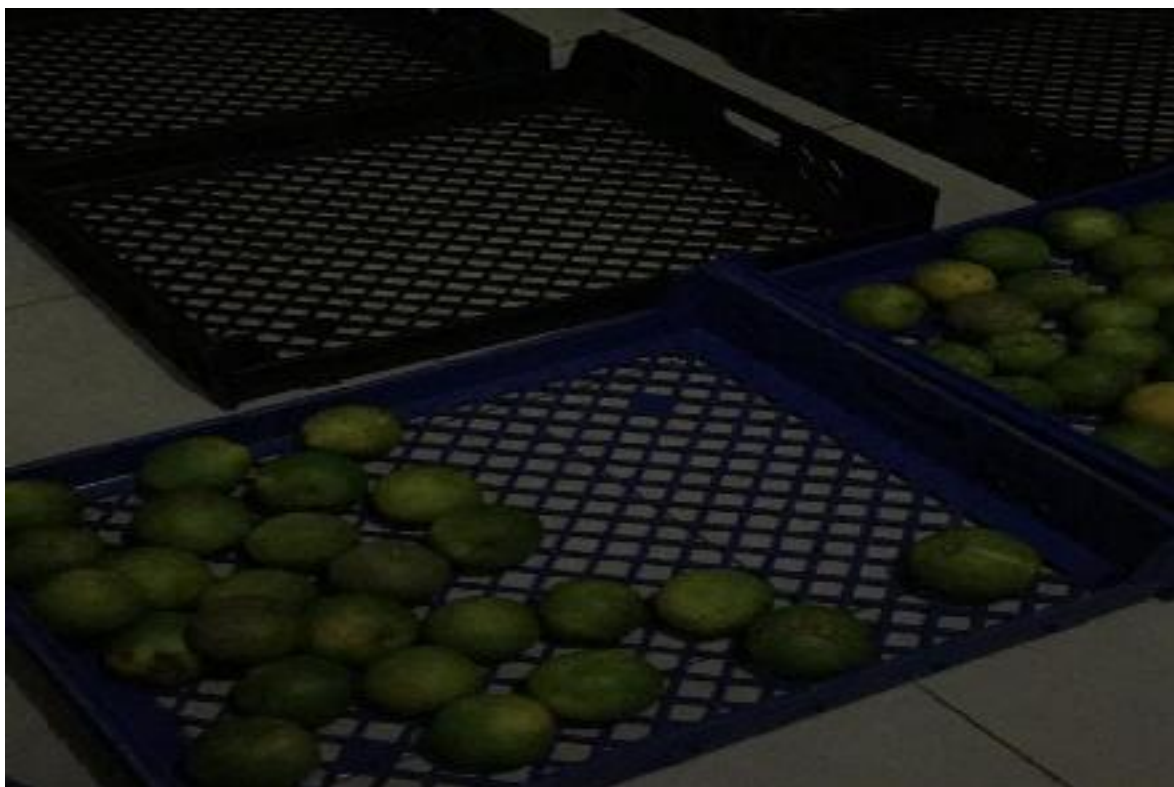


Figura 5. Ubicación de las Naranjas en cada unidad experimental
Mendez, 2020



Figura 6. Equipo para emisión de ozono de 1ppm, 2ppm, 3 ppm
Mendez, 2020



Figura 7. Aplicación de ozono a 1ppm en un periodo de 10 min
Mendez, 2020

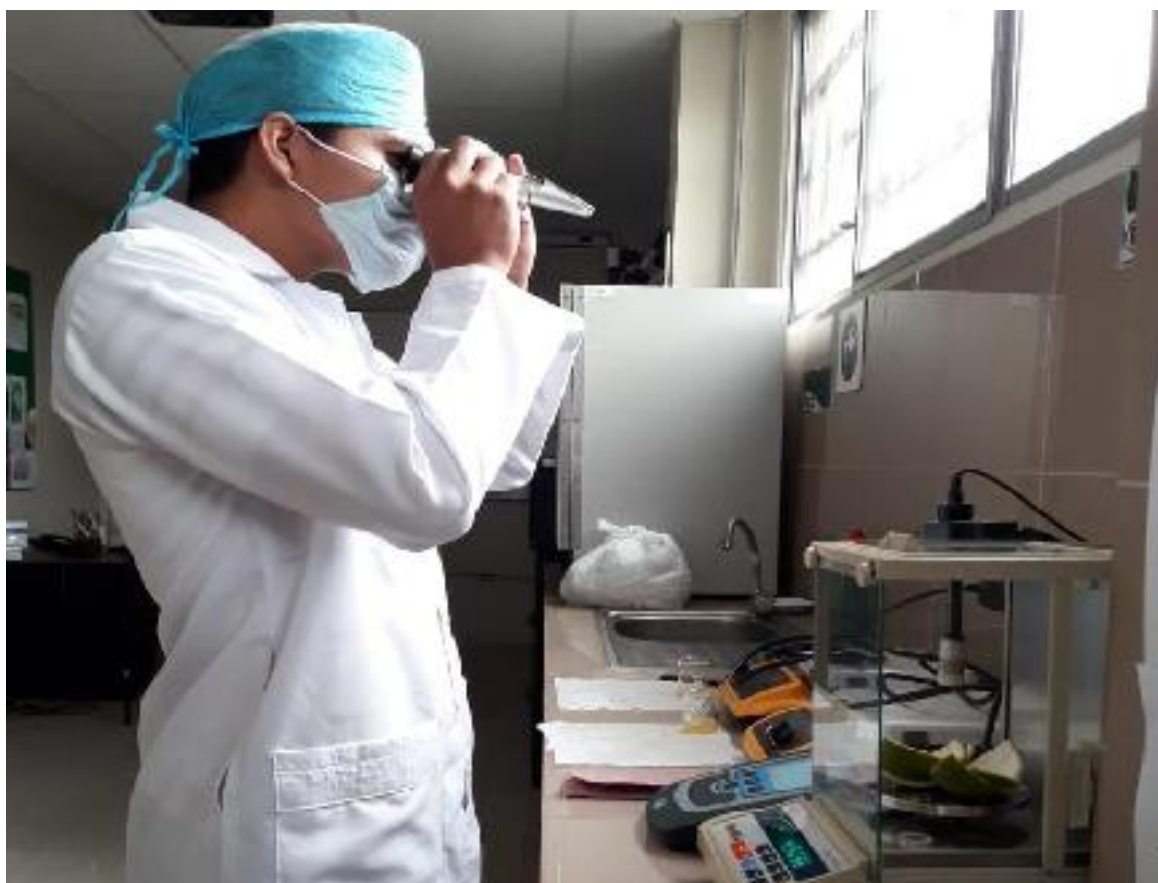


Figura 8. Examinación de grados Brix a los 7 días de aplicación
Mendez, 2020



Figura 9. Examinación de pH a los 14 días de aplicación
Mendez, 2020



Figura 10. Evaluación de la incidencia de hongos presentes a los 14 días de la aplicación
Mendez, 2020



Figura 11. Identificación de hongos Fito patógenos dentro del testigo absoluto a los 21 días de aplicación
Mendez, 2020



Figura 12. Observación del hongo *penicillium digitatum* a los 21 días de la aplicación
Mendez, 2020



Figura 13. Cálculo de severidad del hongo *penicillium* spp 21 días de la aplicación
Mendez, 2020



Figura 14. Evaluación de incidencia a los 28 días de evaluación
Mendez, 2020



Figura 15. Tabulación de datos de severidad a los 28 días de almacenamiento
Mendez, 2020



Figura 16. Identificación de agentes Fito patógenos a los 28 días de aplicación
Mendez, 2020



Figura 17. Observación del hongo *Aspergillus* a los 28 días de la aplicación
Mendez, 2020



Figura 18. Visita del docente Guía Ing. Nuvia Moran
Mendez, 2020