

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



## FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

### MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

---

**Tema:** Efecto del ozono sobre la calidad postcosecha de moras de Castilla (*Rubus glaucus* Benth)

---

Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de  
Magíster en Tecnología de Alimentos

**Autora:** Ingeniera Miryan Rocío Urbano Borja

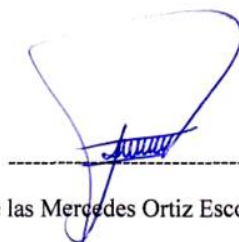
**Directora:** Ph.D. Sandra Horvitz Szoichet

Ambato – Ecuador

Junio - 2018

**A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.**

El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación, presidido por la Doctora Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar, e integrado por los señores Ingeniera Dolores del Rocio Robalino Martínez Magíster, Doctor Ignacio Angos Iturgaiz, designados por la Unidad Académica de Titulación de Posgrado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Investigación con el tema: “Efecto del ozono sobre la calidad postcosecha de moras de Castilla (*Rubus glaucus* Benth)”, elaborado y presentado por la señora Ingeniera Miryan Rocio Urbano Borja, para optar por el Grado Académico de Magíster en Tecnología de Alimentos; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar  
Presidenta del Tribunal



Ing. Dolores del Rocio Robalino Martínez, Mg.  
Miembro del Tribunal



Doctor, Ignacio Angos Iturgaiz  
Miembro del Tribunal

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: “Efecto del ozono sobre la calidad postcosecha de moras de Castilla (*Rubus glaucus* Benth)”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniera Miryan Rocío Urbano Borja, Autora bajo la Dirección de la Ph.D. Sandra Horvitz Szoichet, Directora del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

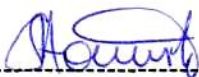


---

Ing. Miryan Rocío Urbano Borja

c.c. 1719330761

**AUTORA**



---

Ph.D. Sandra Horvitz Szoichet

c.c. 1756947642

**DIRECTORA**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigaciones, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de éste documento, dentro de las regulaciones de la Universidad.



-----  
Ingeniera, Miryan Rocío Urbano Borja

c.c.:1719330761

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA .....	i
A la Unidad Académica de Titulación .....	ii
Autoría del Trabajo de Investigación .....	iii
Derechos de Autor .....	iv
Índice de Contenidos .....	v
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Figuras .....	x
Índice de Anexos .....	xi
Agradecimiento .....	xii
Dedicatoria.....	xiii
Resumen Ejecutivo.....	xiv
Executive Summary.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	16
<b>CAPÍTULO I</b> .....	18
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	18
1.1. Tema de investigación.....	18
1.2. Planteamiento del problema .....	18
1.2.1. Contextualización .....	18
1.2.2. Análisis Crítico .....	19
1.2.3. Prognosis.....	20
1.2.4. Formulación del problema.....	20
1.2.5. Interrogantes (subproblemas) .....	21
1.2.6. Delimitación del objeto de investigación .....	21
1.3. Justificación.....	21
1.4. Objetivos .....	22
1.4.1. General.....	22
1.4.2. Específicos .....	22
<b>CAPÍTULO II</b> .....	23
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	23
2.1. Antecedentes investigativos .....	23

2.2. Fundamentación filosófica .....	24
2.3. Fundamentación legal.....	24
2.4. Categorías fundamentales.....	25
2.4.1. Marco conceptual de la variable independiente: ozono.....	25
2.4.2. Marco conceptual de la variable dependiente.....	27
2.5. Hipótesis .....	29
2.5.1. Hipótesis alterna .....	29
2.5.2. Hipótesis nula .....	29
2.6. Señalamiento de las variables.....	30
2.6.1. Variables independientes .....	30
2.6.2. Variables dependientes .....	30
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>31</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>31</b>
3.1. Enfoque Investigativo.....	31
3.2. Modalidad básica de la investigación.....	31
3.2.1. Investigación bibliográfica documental.....	31
3.2.2. Investigación de campo .....	31
3.2.3. Investigación experimental.....	31
3.3. Nivel o tipo de investigación.....	32
3.3.1. Exploratoria .....	32
3.3.2. Descriptiva.....	32
3.3.3. Explicativa .....	32
3.4. Población y muestra .....	32
3.5. Operacionalización de variables.....	32
3.5.1. Variable independiente: Ozono .....	33
3.5.2. Variable dependiente: mora de Castilla.....	34
3.6. Plan de recolección de información .....	35
3.6.1. Materiales y métodos .....	35
3.6.2. Análisis físico-químicos .....	35
3.6. Plan de procesamiento de la información.....	37

<b>CAPÍTULO IV</b> .....	38
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	38
4.1. Análisis e interpretación de resultados .....	38
4.1.1. Pérdida de peso (%) .....	38
4.1.2. Color .....	41
4.1.3. Firmeza .....	42
4.1.4. pH, sólidos solubles totales y acidez titulable .....	44
4.1.5. Análisis sensorial .....	46
4.2. Verificación de hipótesis .....	50
4.2.1. Modelo Lógico: .....	50
4.2.2. Modelo Matemático:.....	50
4.2.3. Modelo Estadístico: .....	50
4.2.4. Conclusión: .....	51
<b>CAPÍTULO V</b> .....	52
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	52
5.1. Conclusiones .....	52
5.2. Recomendaciones .....	53
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	54
<b>LA PROPUESTA</b> .....	54
6.1. Datos Informativos .....	54
6.2. Antecedentes de la propuesta .....	54
6.3. Justificación.....	56
6.4. Objetivos .....	58
6.4.1. Objetivo General.....	58
6.4.2. Objetivos Específicos .....	58
6.5. Análisis de la factibilidad .....	58
6.5.1. Técnica.....	58
6.5.2. Económica .....	58
6.5.3. Social .....	59
6.5.4. Legal .....	59

6.6. Fundamentación científico técnica .....	59
6.7. Metodología.....	61
6.8. Modelo Operativo de la propuesta .....	62
6.9. Administración de la propuesta .....	63
6.10. Previsión de la evaluación de la propuesta.....	63
BIBLIOGRAFÍA .....	64
ANEXOS .....	69



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Diferencias entre el ozono y el cloro .....	26
<b>Tabla 2.</b> Operacionalización de la variable independiente: Ozono .....	33
<b>Tabla 3.</b> Operacionalización de la variable dependiente: mora de Castilla.....	34
<b>Tabla 4.</b> Luminosidad de las moras de Castilla control y mora tratada con 0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire.....	41
<b>Tabla 5.</b> Ángulo Hue de las moras de Castilla control y mora tratada con 0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire.....	41
<b>Tabla 6.</b> Evolución del pH de moras de Castilla control y mora tratada con 0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire.....	44
<b>Tabla 7.</b> Sólidos solubles totales de moras de Castilla control y mora tratada con 0,4, 0,5, 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire.....	44
<b>Tabla 8.</b> Análisis de acidez titulable de las moras de Castilla control y mora tratada con 0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire.....	45
<b>Tabla 9.</b> Modelo operativo de la propuesta .....	62
<b>Tabla 10.</b> Previsión de la evaluación de la propuesta.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Árbol del problema .....	20
<b>Figura 2.</b> Categorías fundamentales .....	25
<b>Figura 3.</b> Moras de Castilla .....	28
<b>Figura 4.</b> Estados de madurez de la mora.....	29
<b>Figura 5.</b> Pérdida de peso (%) durante el almacenamientos refrigerado ( $6 \pm 1$ °C) de mora de Castilla control y mora tratada con 0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire .....	39
<b>Figura 6.</b> Firmeza (N) durante el almacenamientos refrigerado ( $6 \pm 1$ °C) de mora de Castilla control y mora tratada con 0,4, 0,5, 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire.....	43
<b>Figura 7.</b> Calidad visual durante el almacenamiento refrigerado ( $6 \pm 1$ °C) de mora de Castilla control y mora tratada con 0,4, 0,5, 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire. ....	46
<b>Figura 8.</b> Firmeza durante el almacenamiento refrigerado ( $6 \pm 1$ °C) de mora de Castilla control y mora tratada con 0,4, 0,5, 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire.....	48
<b>Figura 9.</b> Impresión global durante el almacenamiento refrigerado ( $6 \pm 1$ °C) de mora de Castilla control y mora tratada con 0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire. ....	49
<b>Figura 10.</b> Aplicación para el almacenamiento de frutas y verduras .....	61

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Descripción del valor monetario de los recursos empleados para el desarrollo de la investigación.....	69
<b>Anexo 2.</b> Encuesta para determinar las características sensoriales .....	70
<b>Anexo 3.</b> Fotografías del trabajo experimental de laboratorio .....	73

## **AGRADECIMIENTO**

Este proyecto es el resultado de mucho tiempo y dedicación que otorgué a investigar algo que me apasiona.

Por eso agradezco a mis padres y esposo quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades.

A mi tutora Sandrita a quién le debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza.

Finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa Universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como yo, con espíritu y vocación para lograr un futuro competitivo y también formándonos como personas de bien.

Miryan

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mi familia.

A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar;

A mis padres y esposo quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

Es por ello que soy lo que soy ahora.

Los amo con mi vida.

Miryan

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**  
**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**TEMA:**

“EFECTO DEL OZONO SOBRE LA CALIDAD POSTCOSECHA DE MORAS DE CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth)”

**AUTORA:** Ing. Miryan Rocío Urbano Borja  
**DIRECTORA:** Ph.D. Sandra Horvitz Szoichet  
**FECHA:** 27 de abril 2018

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar el efecto del ozono gaseoso sobre la calidad postcosecha de moras de Castilla (*Rubus glaucus* Benth). La metodología desarrollada fue bajo un enfoque cuantitativo, de tipo experimental, utilizando las modalidades de investigación de campo y bibliográfica. El análisis de laboratorio se realizó a través de pruebas de laboratorio tanto para las características físico-químicas como para las propiedades sensoriales de la mora expuesta a diferentes concentraciones de ozono: 0,0 (muestra control), 0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 ppm. Los resultados se registraron diariamente en hojas de registro y hojas de cata. En todas las pruebas el ozono generó efectos significativos ( $p < 0,05$ ) en la calidad postcosecha de la mora, identificando que las concentraciones más efectivas fueron las de 0,5 y 0,7 ppm de ozono en aire.

**Descriptor:** Efecto del ozono, ozono gaseoso, calidad postcosecha, mora de Castilla, propiedades sensoriales, análisis físico-químicos, concentraciones de ozono en ppm, fruta climatérica, cámaras de ozono, almacenamiento de moras.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**  
**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**THEME:**

“EFECTO DEL OZONO SOBRE LA CALIDAD POSTCOSECHA DE MORAS DE CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth)”

**AUTHOR:** Ing. Miryan Rocío Urbano Borja  
**DIRECTED BY:** Ph.D. Sandra Horvitz Szoichet  
**DATE:** 27 de abril 2018

**EXECUTIVE SUMMARY**

The aim of this research work was to study the effects of a postharvest treatment with gaseous ozone on the postharvest quality of Andean blackberries. The methodology developed was based on a quantitative, experimental approach, using the modalities of field and bibliographic research. The laboratory analyses were carried out through laboratory tests for both the physical-chemical and the sensory characteristics of the blackberries exposed to different concentrations of ozone: Control sample, 0,4; 0,5; 0,6 and 0,7 ppm. The results were recorded daily in record sheets and tasting sheets. In all the tests, the ozone generated significant effects ( $p < 0,05$ ) in the postharvest quality of the blackberries, identifying that the most effective concentrations were 0,5 and 0,7 ppm of ozone in air.

**Keywords:** Effect of ozone, gaseous ozone, post-harvest quality, Mora de Castilla, sensory properties, physical-chemical analysis, ozone concentrations in ppm, climacteric fruit, ozone chambers, blackberry storage.

## INTRODUCCIÓN

La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) es originaria de zonas tropicales y se cultiva en Ecuador, Colombia, Panamá, El Salvador, Honduras, Guatemala, México y Estados Unidos (Franco & Giraldo, 1999). En Ecuador se cultiva en las provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y Carchi. La provincia de Tungurahua aporta el 33 % de la producción nacional teniendo un rendimiento de 8 t/ha (INIAP, 2016).

La mora es considerada una fruta no climatérica que debe ser cosechada cuando alcanza su estado de madurez comercial, a fin de lograr el máximo desarrollo de sus características organolépticas. Sin embargo, en este estado es más susceptible a daños mecánicos, problema que puede deberse al desconocimiento de los productores en cuanto al manejo de la fruta, al uso de empaques inadecuados, al transporte y al almacenamiento de la misma (Ayala, Valenzuela, & Bohórquez, 2013).

Para asegurar la calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas es necesario reducir los microorganismos presentes que pueden afectar la salud de los consumidores. En la desinfección de frutas y hortalizas se utilizan principalmente agentes químicos en soluciones acuosas. Al sumergir los alimentos en estas soluciones, parte de las sustancias químicas se quedan en los productos en forma de residuos, que al ser consumidos pueden acumularse en el organismo y, con el tiempo, causan problemas en la salud del consumidor (González, Castro, Veliz, González, & Rodríguez, 2017).

Para reducir estos problemas, la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) propician el uso de métodos alternativos que no ocasionen daños en la salud del consumidor ni al medio ambiente (Bataller, Santa Cruz, & García, 2010). Uno de estos métodos es la utilización del ozono que, por su elevada capacidad oxidativa, se usa en las industrias en forma acuosa y gaseosa como agente antimicrobiano (Beuchat, 1998).



En forma acuosa se utiliza para el lavado de frutas y hortalizas, mientras que, en forma gaseosa se puede aplicar directamente como tratamiento postcosecha antes de, o durante el almacenamiento. Su poder oxidante es mayor al hipoclorito y al dióxido de cloro y al reaccionar se descompone en oxígeno sin dejar residuos. La efectividad de este tratamiento está influenciada por varios factores como la temperatura, el pH y la humedad: a mayor temperatura, el ozono es menos estable pero la velocidad de reacción se incrementa. El pH ácido incrementa la letalidad del ozono frente a los microorganismos y la humedad relativa óptima para la aplicación de ozono es de 90 a 95 % para que el ozono controle eficazmente el crecimiento de mohos en la superficie de los productos tratados y, a la vez, se evita la pérdida de peso (Rice et al., 1982).

Si bien existen numerosos estudios del efecto del ozono sobre la actividad microbiológica en frutas y hortalizas, no se han encontrado referencias bibliográficas relacionadas con el efecto del ozono sobre las características sensoriales en moras.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Tema de investigación

“Efecto del ozono sobre la calidad postcosecha de moras de Castilla (*Rubus glaucus* Benth)”.

### 1.2. Planteamiento del problema

Desconocimiento del efecto del ozono sobre la calidad postcosecha de moras de Castilla (*Rubus glaucus* Benth)”.

#### 1.2.1. Contextualización

##### 1.2.1.1. Contextualización macro

En 2011, la producción mundial de mora fue de 462.762 toneladas (FAO, 2011). Esta fruta es apreciada tanto en el mercado nacional como en mercados internacionales por su sabor ácido, su contenido en compuestos bioactivos y, antioxidantes, azúcares, vitaminas, minerales y fibra. La comercialización se realiza principalmente a través de grandes cadenas de supermercados que tienen sus propias agencias de importación. Estados Unidos es el mayor importador de mora a nivel mundial con el 25,97 %, seguido de Canadá con un 18,42 % de las importaciones de esta fruta.

##### 1.2.1.2. Contextualización meso

La mora es originaria de las zonas altas del Continente Americano principalmente de Colombia, Ecuador, Panamá, Guatemala, Honduras, México y El Salvador. Existen más de 300 especies del género *Rubus* que han sido esparcidas por todo el mundo excepto en zonas áridas o desérticas (Clark & Finn, 2014). En el año 2011 se cosechó en Colombia un área de 11.667 hectáreas, con una producción de 94.243 toneladas y con un promedio de ocho toneladas por hectárea (FAO, 2011).

### **1.2.1.3. Contextualización micro**

En Ecuador, la producción de mora de Castilla comprende unas 5.000 ha que se cultivan en las provincias de Bolívar, Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura y Pichincha que conforman el callejón interandino y el rendimiento promedio es de 5 t/ha/año (INIAP, 2016).

### **1.2.2. Análisis Crítico**

La escasa disponibilidad del uso de refrigeración en el transporte y almacenamiento postcosecha de moras produce cambios negativos en la calidad. Esta fruta se deteriora habitualmente entre los 3 y 5 días después de la cosecha y una de las principales causas de este deterioro es el crecimiento de microorganismos como *Botrytis cinerea*. Este moho es uno de los limitantes en la producción de mora ya que ocasiona pérdidas tanto durante la fase de cultivo como durante el almacenamiento.

La manipulación y el uso de recipientes inadecuados durante el almacenamiento y la distribución, así como la escasa información brindada a los agricultores acerca de los métodos de conservación, influyen en las pérdidas postcosecha de las moras.

Para reducir estas pérdidas se optó por tratar las moras con ozono; de esta manera se pretende prolongar el tiempo de vida útil y que el consumidor tenga un producto sano, inocuo y nutritivo.

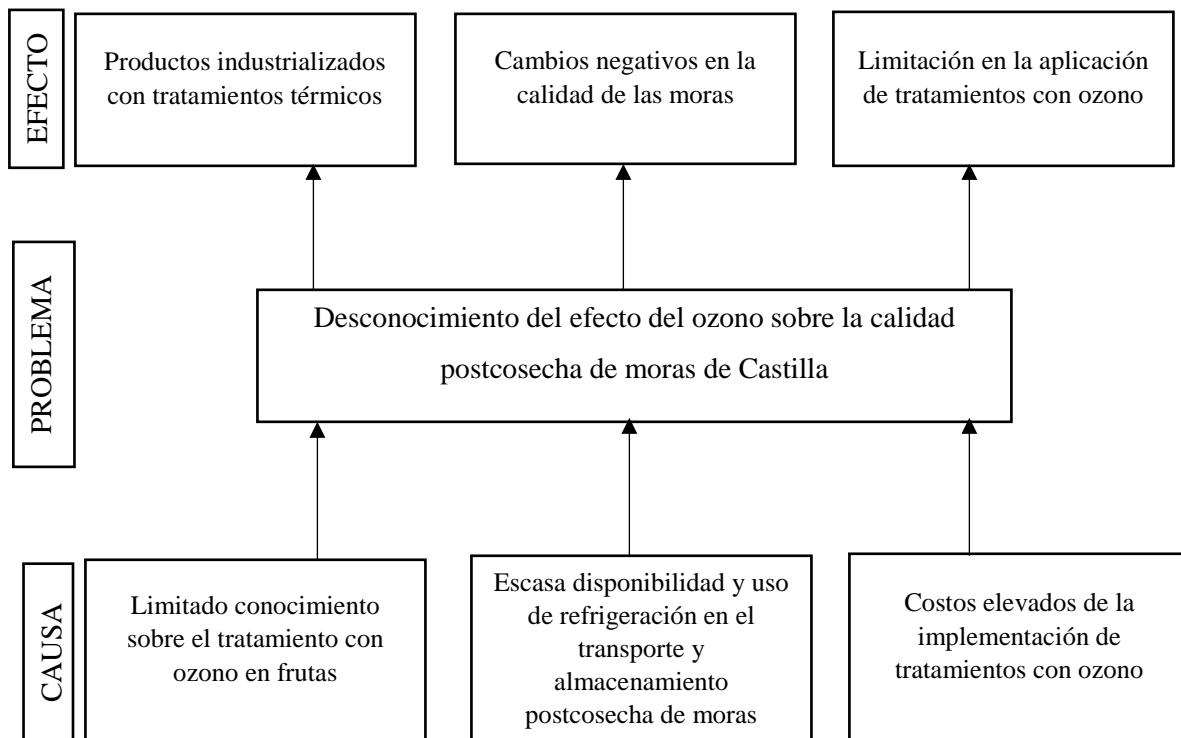


Figura 1. Árbol del problema

### 1.2.3. Prognosis

De acuerdo con el análisis crítico realizado, en el caso de no desarrollar el trabajo, no se podrá disponer de información sobre el efecto del ozono gaseoso en la calidad postcosecha de moras de Castilla para prolongar el tiempo de vida útil y no se podría expandir el uso de moras frescas a nivel nacional y desmarcarlo como un producto único.

### 1.2.4. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto del ozono gaseoso sobre la calidad postcosecha de moras de Castilla (*Rubus glaucus* Benth)?

### 1.2.5. Interrogantes (subproblemas)

- ¿Cómo se analizan las características físico-químicas de las moras en los tratamientos evaluados?
- ¿Cuál es la metodología para determinar la calidad sensorial de las moras en los tratamientos evaluados?
- ¿Cómo se determina la vida útil de las moras en función de los parámetros sensoriales?

### 1.2.6. Delimitación del objeto de investigación

- **Área:** Agroindustrial
- **Sub-área:** Alimentos
- **Sector:** Industrial
- **Delimitación Espacial:** el estudio se desarrolló en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- **Delimitación temporal:** mayo 2017 a enero 2018.

## 1.3. Justificación

Los alimentos provenientes del campo requieren de operaciones preliminares como el lavado y la desinfección para eliminar las impurezas y retardar los procesos de maduración. Para esto, deben aplicarse productos que tengan el mínimo impacto sobre la calidad de los alimentos, la salud de los consumidores y del medio ambiente.

Las frutas y hortalizas tienen a deteriorarse por daños mecánicos, ambientales, fisiológicos y biológicos que pueden causar pérdidas de 5 a 25 % en países industrializados y entre 20 y 25 % en países en desarrollo, afectando a la economía en el mercado (Bataller, Santa Cruz, & García, 2010).

La aplicación de ozono en frutas y hortalizas ha despertado un gran interés en las industrias alimenticias del país, por su efecto germicida y su capacidad para prolongar el tiempo de vida útil de las frutas, conservando las propiedades nutricionales y características organolépticas propias de las mismas.

La ozonización se ha utilizado en la industria alimentaria durante años para desinfectar el agua para consumo y actualmente se aplica también en operaciones de lavado de frutas y vegetales como una tecnología alternativa a los desinfectantes químicos. Este tratamiento es altamente efectivo al actuar como agente oxidativo, siendo su potencial de oxidación 1,5 veces más fuerte que el cloro en la eliminación de microorganismos de los alimentos (Bataller, Santa Cruz, & García, 2010).

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. General**

Determinar el efecto del ozono sobre la calidad postcosecha de moras de Castilla (*Rubus glaucus* Benth).

### **1.4.2. Específicos**

- Analizar las características físico-químicas de las moras control y tratadas con ozono gaseoso.
- Evaluar la calidad sensorial de las moras control y tratadas con ozono gaseoso.
- Determinar la vida útil de las moras de los diferentes tratamientos en función de los parámetros sensoriales de la fruta.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes investigativos**

Las frutas y hortalizas necesitan de manejos adecuados para mantener las características físico químicas, como también requieren de tratamientos que ayuden a conservar por más tiempo su frescura. Uno de estos tratamientos es la utilización del ozono. El ozono es un gas con efecto germicida que se utiliza como tratamiento para la desinfección de alimentos. Este gas ha sido propuesto como una alternativa segura al cloro en el proceso del lavado porque la toxicidad debido a los subproductos de reacción de los compuestos clorados implica un riesgo potencial para la salud y el medio ambiente. Además, existen reportes de brotes de contaminación en alimentos por microorganismos resistentes al cloro. En el 2001 la FDA (Food and Drug Administration) aprobó al ozono como sustancia GRAS (generalmente reconocida como segura) para el contacto directo con los alimentos, empleando las Buenas Prácticas de Manufactura (Bataller, Santa Cruz, & García, 2010).

El ozono es eficaz en la inactivación de patógenos ya que causa daño al material genético. Además, elimina contaminantes tóxicos y es amigable con el ambiente, también ha tenido resultados favorables en solucionar problemas de la industria alimentaria como la contaminación por micotoxinas y residuos de plaguicidas (Hakan & Velioglu, 2007). El ozono gaseoso también ha sido utilizado en cámaras de almacenamiento postcosecha de frutas como agente antimicrobiano y para eliminar el etileno, con lo cual se retarda la maduración de las frutas (Beuchat, 1998).

Según Varese et al. (2015), para mejorar la vida útil de arándanos frescos, estos deben ser expuestos al gas ozono durante 10 minutos, lo que puede ser aplicable a las moras por las características similares que tienen con los arándanos.

Barth et al. (1995) mencionaron que el tratamiento con 0,3 ppm de O<sub>3</sub> gaseoso en moras “Chester” fue eficaz para prevenir el deterioro causado por mohos, principalmente por

*B. cinerea*, y para mantener el color rojo de las moras por hasta 12 días de almacenamiento a 2 °C. Además, el contenido de antocianinas y la calidad de las moras no fueron afectados por la exposición al gas.

## **2.2. Fundamentación filosófica**

La presente investigación se sitúa en el paradigma crítico propositivo, el criterio filosófico fundamental que lo rige, está básicamente encaminado a la búsqueda del efecto del ozono sobre la calidad poscosecha de moras que permita alargar la vida útil de la misma y que preserve las características nutricionales del producto; hecho que permitirá a las empresas procesadoras de mora diversificar sus mercados y nichos de clientes, incrementando sus ventas y a la vez logrando un crecimiento en el ámbito competitivo.

## **2.3. Fundamentación legal**

La presente investigación se fundamenta en leyes ecuatorianas, a través de la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA, 2016) que establecen los parámetros de calidad para frutas frescas, mediante diversas normas técnicas de calidad:

- NTE INEN 2870. Trazabilidad en la cadena alimentaria. Frutas y hortalizas.
- NTE INEN 2427. Frutas frescas. Mora



## 2.4. Categorías fundamentales

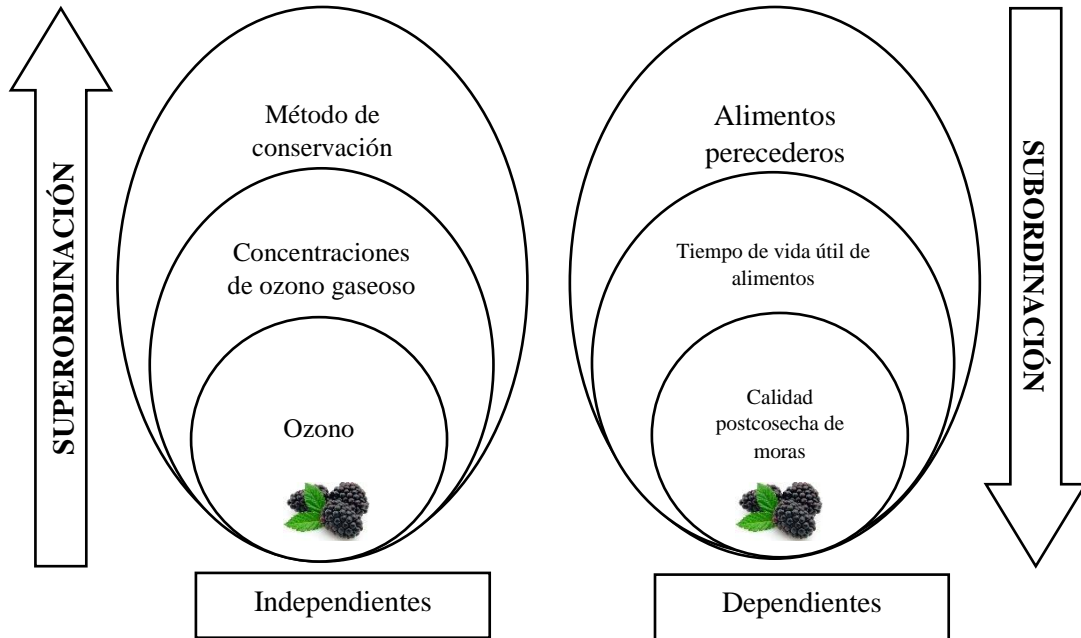


Figura 2. Categorías fundamentales

### 2.4.1. Marco conceptual de la variable independiente: ozono

Los productos agrícolas generalmente se encuentran contaminados de pesticidas, herbicidas y microorganismos, por lo que para su comercialización y posterior consumo, requieren ser lavados con agua y algún desinfectante que tenga el mínimo riesgo sobre la salud y el medio ambiente. La FAO y la Organización Mundial de la Salud recomiendan utilizar desinfectantes que no dejen residuos y que no ocasionen daños a la salud ni al medio ambiente (Bataller, Santa Cruz, & García, 2010).

El ozono se ha utilizado en cámaras frigoríficas para la conservación de alimentos con una dosis recomendada de entre 0,6 y 1,6 mg m<sup>-3</sup>, considerando la temperatura, la humedad y el producto que se va almacenar (Sopher, 2007).

- **Ozono y su aplicación**

El ozono (O<sub>3</sub>) es un compuesto triatómico que se ha utilizado por décadas como agente desinfectante seguro en plantas de tratamiento de agua. En algunos países desarrollados ha tenido diferentes aplicaciones en la industria alimentaria, como en la conservación y desinfección de frutas y hortalizas, por su alto poder oxidativo. Además es clasificado como GRAS (generalmente reconocido como seguro) para desinfectar alimentos (Pérez, Sanz, Ríos, Olías, & Olías, 1999).

El ozono se aplica tanto en fase acuosa como gaseosa para el tratamiento postcosecha de frutas y hortalizas por su capacidad de actuar como agente bactericida y fungicida. Existen estudios donde se demuestra la degradación de varios tipos de aflatoxinas empleando ozono gaseoso. La ozonización es una alternativa al cloro como método de desinfección de alimentos contaminados porque presenta diferencias que se describen en la Tabla 1 (Bataller, Santa Cruz, & García, 2010).

Tabla 1. Diferencias entre el ozono y el cloro

<b>PARÁMETRO</b>	<b>CLORO</b>	<b>OZONO</b>
Olor y Sabor	Desagradable en agua	Ninguno
Color	Amarillento	Incoloro
Poder de oxidación	1,36 V	2,07 V
Mecanismos de reacción	Oxidación indirecta	Oxidación directa
Características de los residuos	Persistentes y peligrosos	Sin residuos
Acción bacteriana	Muy variable dependiendo de las especies. Origina resistencia.	Elevada. No origina resistencia.
Acción antivírica	Prácticamente nula	Elevada
Acción antiparasitaria, Acción antifúngica y actividad sobre quistes y esporas	Leve	Elevada
Actividad estructural en microcontaminantes (hidrocarburos, detergentes fenólicos, sustancias clóricas, plaguicidas).	Ninguna o leve	Elevada

Fuente: Parzanese, (2012)

- **Tratamiento con ozono**

El ozono ha sido utilizado desde hace más de 100 años y tiene una alta reactividad por lo que con poca concentración puede inactivar varias colonias de microorganismos. Para su utilización se debe generar *in situ* a través de equipos generadores a partir de aire u oxígeno. Se puede utilizar tanto en forma gaseosa como acuosa; la forma gaseosa se puede utilizar además para controlar la aparición de malos olores y para neutralizar el etileno de los productos vegetales. En cambio la forma acuosa puede utilizarse para la desinfección de equipos y para el lavado de frutas y hortalizas. Los métodos más utilizados para generar ozono son la descarga de corona, el método electroquímico y por radiación ultravioleta (Horvitz & Cantalejo, 2014).

- **Ozono en cámaras frigoríficas**

En cámaras frigoríficas, el ozono se aplica para conservar frutas durante el almacenamiento porque es un desinfectante con baja toxicidad que no deja residuos luego de su utilización. Algunas de las ventajas de esta aplicación se describen a continuación (Parzanese, 2012):

- Mantiene la limpieza y desinfección del ambiente
- Desodoriza el ambiente, impidiendo la transmisión de olores de un alimento a otro
- Favorece la conservación de los alimentos por un periodo de tiempo mayor.

#### **2.4.2. Marco conceptual de la variable dependiente**

- **Mora de Castilla**

La mora de Castilla (*Rubus glaucus*) es una planta arbustiva, perteneciente a la familia de las Rosáceas y es de clima frío. El fruto está formado por pequeñas drupas adheridas a un receptáculo floral que al madurar es blanco y carnoso. Su color varía de rojo a negro, es de consistencia dura y sabor agridulce, su pulpa es rojiza y ahí se encuentran las semillas (Figura 3) (INEN, 2010).



Figura 3. Moras de Castilla  
Fuente: Delgado (2012)

La mora de Castilla es una fruta de alto consumo por su excelente sabor y cualidades nutritivas (Vinasco, 2010). Los sólidos solubles totales de la mora de Castilla se ven afectados por el estado de madurez de las frutas cosechadas, por la transformación de ácidos orgánicos en azúcares, así como también por las actividades de precosecha que se realizan en el cultivo como podas y fertilización y, por las condiciones agroecológicas de la zona de cultivo (Moreno & Deaquiz, 2016).

El color de la mora Castilla es una de las características importantes para la comercialización. Por esto, los frutos deben cosecharse en un estado de madurez comercial de al menos 3 (color rojo claro) de acuerdo a la carta de color de la norma INEN 2427:2010 (Figura 4), con suficiente dureza y firmeza para evitar que se deteriore antes de llegar a su destino (INEN, 2010).



Figura 4. Estados de madurez de la mora  
Fuente: Norma INEN 2427 (2010)

Mediante la carta de color se puede determinar el grado de madurez de las moras para la cosecha de tal manera que durante el almacenamiento mantenga la firmeza adecuada. El almacenamiento en frío retarda los procesos fisiológicos de las frutas y reduce la tasa respiratoria de las moras conservando sus características sensoriales y reduciendo las pérdidas postcosecha (Correa, Duarte, & De Souza, 2003).

## 2.5. Hipótesis

### 2.5.1. Hipótesis alterna

Hi: El uso de diferentes concentraciones de ozono gaseoso influye en la calidad postcosecha de moras de Castilla (*Rubus glaucus* Benth).

### 2.5.2. Hipótesis nula

Ho: El uso de diferentes concentraciones de ozono gaseoso no influye en la calidad postcosecha de moras de Castilla (*Rubus glaucus* Benth).

## **2.6. Señalamiento de las variables**

### **2.6.1. Variables independientes**

- Concentraciones de ozono gaseoso (0,0; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 ppm de ozono en aire)
- Días de evaluación (1, 4, 7, 10 días)

### **2.6.2. Variables dependientes**

- Características físico-químicas (pH, color, firmeza, acidez titulable y sólidos solubles totales).
- Características sensoriales (calidad visual, color, aroma característico, olor anómalo, firmeza e impresión global).

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. Enfoque Investigativo**

El presente estudio se desarrolló bajo un paradigma crítico propositivo y un enfoque cuantitativo ya que se recolectaron datos de las variables cuantitativas para el estudio del ozono y su efecto sobre la calidad postcosecha de las moras de Castilla (*Rubus glaucus* Benth); además se utilizó un análisis inferencial para verificar la hipótesis.

### **3.2. Modalidad básica de la investigación**

#### **3.2.1. Investigación bibliográfica documental**

Para el desarrollo del estudio se hizo una búsqueda en bases de datos de investigaciones científicas; encontrándose alrededor de 50 referencias bibliográficas, de las que se seleccionaron las más relevantes y significativas para el estudio, manteniendo criterios de inclusión de acuerdo a las variables ozono para la conservación de la fruta y características físico químicas de la mora, excluyéndose estudios sin aporte científico para la investigación.

#### **3.2.2. Investigación de campo**

El trabajo de campo se realizó en el cantón Pelileo de la provincia de Tungurahua, donde se obtuvo la materia prima (mora de Castilla).

#### **3.2.3. Investigación experimental**

La investigación de tipo experimental se realizó en el laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos UODIDE, a través de pruebas controladas y la manipularon de las variables (concentración de ozono; tiempo de exposición) para determinar su efecto sobre las variables (características físico químicas y sensoriales de la mora).

### **3.3. Nivel o tipo de investigación**

#### **3.3.1. Exploratoria**

Debido a que se generó un grado de familiaridad con respecto al efecto del ozono sobre la calidad postcosecha de las moras de Castilla (*Rubus glaucus* Benth).

#### **3.3.2. Descriptiva**

Debido a que permitió describir los resultados obtenidos a través de cuadros y figuras estadísticas.

#### **3.3.3. Explicativa**

Porque permitirá discutir los resultados obtenidos y compararlos con los de otros autores.

### **3.4. Población y muestra**

Las moras de Castilla (*Rubus glaucus*) utilizadas para la aplicación de ozono gaseoso se cosecharon en el Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua.

#### **3.4.1. Diseño experimental**

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con 5 tratamientos y 3 repeticiones/tratamiento y día de evaluación. Como unidad experimental se consideró cada envase PET conteniendo  $200 \pm 10$  g de fruta.

### **3.5. Operacionalización de variables**

A continuación, se detalla el procedimiento mediante el cual se convierten en operativas las variables. Por tanto, cada variable tiene una característica observable y medible, con lo cual se puede construir un registro de datos.



### 3.5.1. Variable independiente: Ozono

Tabla 2. Operacionalización de la variable independiente: Ozono

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems básicos	Técnica	Instrumento
El ozono es un gas con efecto germicida que se utiliza como tratamiento alternativo para la conservación de los alimentos	Concentraciones	0,0 ppm 0,4 ppm 0,5 ppm 0,6 ppm 0,7 ppm	¿Qué concentración de ozono gaseoso es más efectiva para el mantenimiento de las características fisicoquímicas y sensoriales de la mora?	Documental	Registro generador de ozono
	Tiempo de exposición	3 min	¿Cuál es el tiempo de exposición al ozono gaseoso más efectivo para el mantenimiento de las características fisicoquímicas y sensoriales de la mora?	Documental	Registro generador de ozono

### 3.5.2. Variable dependiente: mora de Castilla

Tabla 3. Operacionalización de la variable dependiente: mora de Castilla

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems básicos	Técnica	Instrumento
La mora es una fruta con una vida útil de 3 a 5 días, muy apetecida por sus aporte energético y nutritivo; esta presenta características organolépticas tanto físicas, químicas y sensoriales que con el transcurso del tiempo en contacto con el ambiente se van perdiendo hasta llegar a su deterioro total.	Análisis físico-químico:	% Ácido cítrico	¿Qué modificaciones en las características físico químicas de la mora se presentan luego de la exposición a ozono gaseoso?	Documental	Registro
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acidez titulable</li> <li>• pH</li> <li>• Pérdida de peso</li> <li>• Color</li> <li>• Firmeza</li> <li>• Sólidos solubles totales</li> </ul>	0 – 14 0 a 100 % °Hue, L Newtons °Brix			Ecuación
	Análisis sensorial:	Escala de valoración: Ponderaciones específicas para cada característica del	¿Qué modificaciones en características sensoriales de la mora se presentan luego de la exposición a ozono gaseoso?	Documental	Ficha de cata
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad visual</li> <li>• Color</li> <li>• Aroma característico Olor anómalo</li> <li>• Firmeza</li> <li>• Impresión global</li> <li>• Sabor característico</li> </ul>	1 a 7			

### 3.6. Plan de recolección de información

#### 3.6.1. Materiales y métodos

- **Materia prima.** La mora de Castilla fue cosechada en estado de madurez 4, acorde a la tabla de color de la norma INEN 2427:2010 (INEN, 2010), que establece los requisitos de calidad para esta fruta.
- **Tratamiento con ozono.** Previo al almacenamiento, se trató a las moras con cuatro concentraciones de ozono gaseoso (0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 ppm) por un periodo de tres minutos. La aplicación se realizó en una cámara hermética (PRECISION, USA) empleando un generador de ozono (ANSEROS MONITOR MP, Alemania) y la concentración del gas dentro de la cámara se midió en forma continua mediante un analizador de ozono (ANSEROS MONITOR MP, Alemania).
- **Envasado y Almacenamiento.** Para el envasado de las moras se utilizaron envases de tereftalato de polietileno (PET) en los que se colocaron  $200 \pm 10$  g de fruta. Las moras se almacenaron a una temperatura de  $6 \pm 1$  °C, sin control de humedad relativa. Los análisis se realizaron por triplicado los días 1, 4, 7 y 10 de almacenamiento.

#### 3.6.2. Análisis físico-químicos

**Pérdida de peso.** Diariamente se registró el peso de tres bandejas de moras de cada tratamiento hasta la observación de síntomas de deterioro por crecimiento microbiano o rechazo sensorial. La pérdida de peso se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Pérdida de peso} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Donde:

**P<sub>i</sub>:** Peso inicial (g)

**P<sub>f</sub>:** Peso en cada día de evaluación (g)

**Color.** Se midió el color externo de la fruta, usando un colorímetro Hunter Lab EZ. La medición se realizó en las dos caras opuestas de 10 submuestras de cada envase, totalizando 30 mediciones por tratamiento y día de evaluación. Los datos fueron expresados en términos de  $L^*$ , que es una medida de la luminosidad de la muestra y varía entre 0 (negro) y 100 (blanco) y los valores de las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$  fueron transformados al ángulo de tono  $^{\circ}\text{Hue}$ , mediante la siguiente ecuación:

$$^{\circ}\text{Hue} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

Donde:

a: coordenada rojo/verde

b: coordenada amarillo/azul

**Firmeza.** Se determinó como la fuerza máxima necesaria para romper el fruto mediante un ensayo de punción con una sonda plana de acero inoxidable de 3 mm de diámetro (Ramírez, Aristizábal, & Jorge, 2013). Las mediciones se hicieron con un texturómetro (Brookfield Engineering Labs) y los parámetros del ensayo fueron los siguientes: velocidad 2 mm/s, carga de activación 0,1 N y un valor meta de 10 mm. Las mediciones se realizaron cada 48 horas y los resultados se expresaron en N.

**Sólidos solubles totales.** Se determinó por refractometría, de acuerdo a la norma INEN-ISO 2173 (INEN-ISO, 2013).

**pH y acidez titulable.** La acidez titulable fue determinada en el jugo de la fruta por medio de un titulador (METTLER TOLEDO, T50) y siguiendo el método 942.15 de la AOAC (AOAC, 2017). Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido cítrico y se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{Ácido cítrico} = \frac{V_1 \times N}{V_2} \times K \times 100$$

Donde:

$V_1$  = Volumen de NaOH consumido (ml)

$V_2$  = Volumen de la muestra (ml)

$K$  = Peso equivalente del ácido cítrico (0,064 g/meq)

$N$  = Normalidad del NaOH (0,1 meq/ml)

**Análisis sensorial.** Se efectuó mediante un panel de 10 catadores semi-entrenados que evaluaron las siguientes características organolépticas de la fruta: calidad visual, color, aroma, firmeza e impresión global. A cada panelista se le presentaron tres muestras de cada tratamiento, codificadas con números al azar de 3 dígitos. Para el color se utilizó la carta de color de la norma INEN 2427 (INEN, 2010). Para el resto de los atributos se utilizó una escala de 1 a 7, en la que la mayor puntuación correspondió a la mejor calidad. La ficha de cata y las escalas correspondientes para la evaluación se muestran en el Anexo 2.

### **3.6. Plan de procesamiento de la información**

Los datos fueron procesados y analizados con el programa estadístico IBM SPSS Statistics Versión 21, empleando la prueba ANOVA de un solo factor para verificar la hipótesis y la comparación de medias fue realizada mediante el test de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

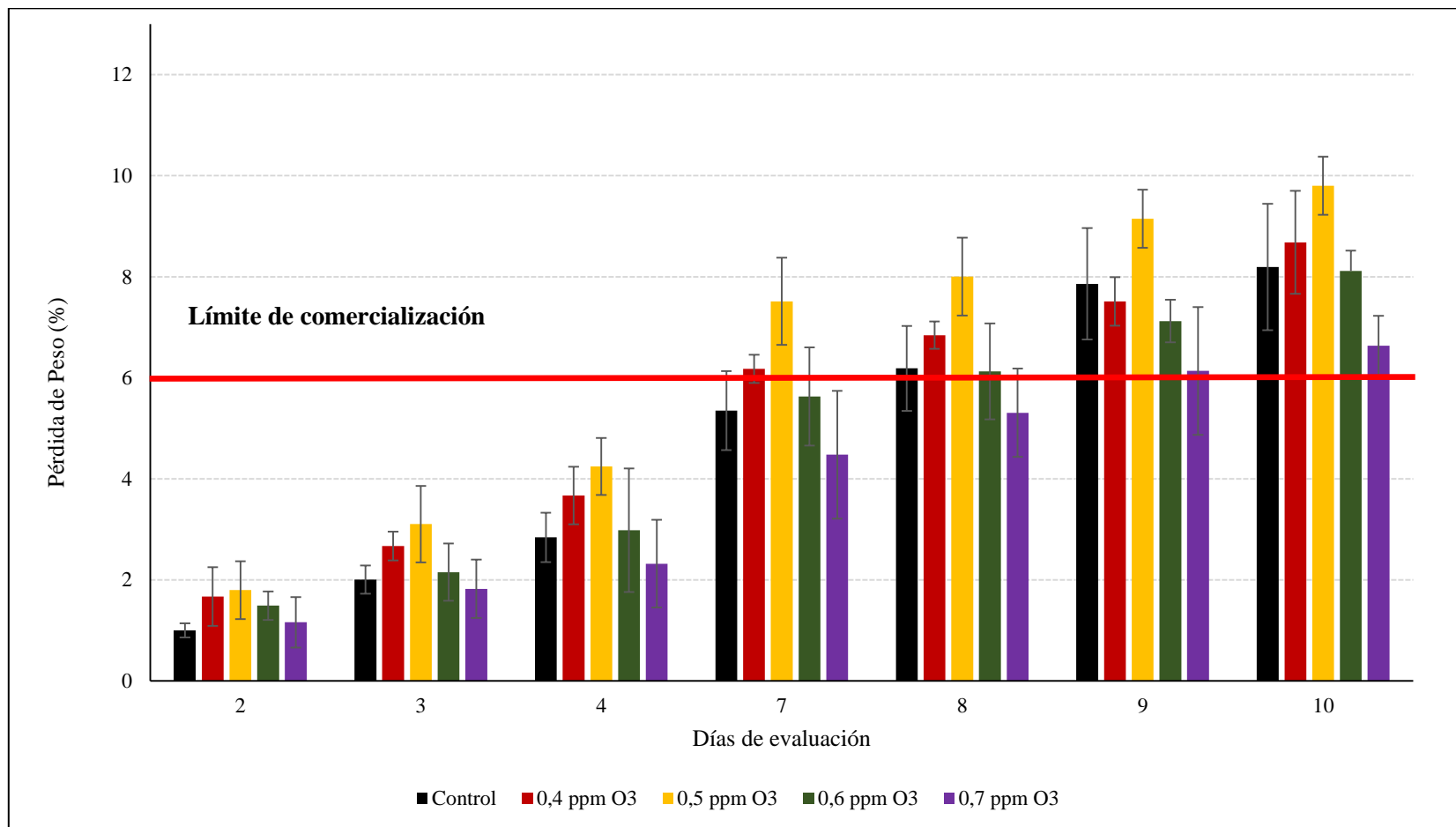
## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1. Análisis e interpretación de resultados**

##### **4.1.1. Pérdida de peso (%)**

La pérdida de peso de las moras control y tratadas con diferentes dosis de ozono gaseoso durante el almacenamiento refrigerado se muestra en la figura 5.



Los valores representan el promedio de 3 mediciones  $\pm$  el intervalo de confianza del 95 % de la media

Figura 5. Pérdida de peso (%) durante el almacenamientos refrigerado ( $6 \pm 1$  °C) de mora de Castilla control y mora tratada con 0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire

En la Figura 5 se puede observar que en todos los tratamientos se produjo un aumento significativo de la pérdida de peso de las moras a medida que transcurrió el almacenamiento. Esta pérdida pudo deberse a la transpiración posterior a la cosecha que afecta la calidad y aceptabilidad de las frutas durante la comercialización (Jiménez & Martínez, 1983).

El límite máximo para la comercialización de moras es del 6 % de pérdida de peso (Damely, 2008). En el experimento se puede observar que las moras tratadas con 0,7 ppm de ozono sobrepasaron el límite a los 9 días, a los 8 días con 0,6 ppm ozono, y a los 7 días con 0,5 y 0,4 ppm de ozono.

Se observó una pérdida de peso máxima de 9,80 % en los 10 días de almacenamiento para la concentración de 0,5 ppm de ozono mientras que con la concentración de 0,7 ppm de ozono alcanzó el 6,63 %, siendo el más aceptable dentro del límite de comercialización. Estos resultados son similares a los observados por Glowacz, Colgan y Rees, (2015), en estudios realizados en fresa tratada con ozono gaseoso. Estos autores también obtuvieron menor pérdida de peso a concentraciones elevadas de ozono.

En ninguna de las fechas de evaluación estudiadas se observaron diferencias significativas entre tratamientos por lo que las concentraciones de ozono utilizadas no causaron daños fisiológicos en las frutas. Estos resultados concuerdan con estudios realizados en pimiento rojo (Horvitz & Cantalejo, 2014). También se puede notar que a mayor concentración de ozono existió menor pérdida de peso, esto puede deberse a que el ozono en concentraciones elevadas retarda los procesos fisiológicos de las frutas (Keutgen, 2008) como también puede deberse al efecto que tiene el ozono sobre las estomas de la epidermis, provocando una disminución de la pérdida de agua (Paredes, 2017). Por otro lado, Keutgen (2008) estableció que la aplicación de ozono no ocasiona daños en las membranas celulares de las frutas, lo cual explicaría también los menores porcentajes de pérdida de peso durante el almacenamiento.



#### 4.1.2. Color

En las tablas 4 y 5 se presentan los datos del color (Luminosidad y ángulo Hue) de moras de Castilla cosechadas en estado de madurez 4, tratadas con ozono gaseoso, y almacenadas en refrigeración.

Tabla 4. Luminosidad de las moras de Castilla control y mora tratada con 0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire

Luminosidad (L)					
Días	Control	0,4 ppm O <sub>3</sub>	0,5 ppm O <sub>3</sub>	0,6 ppm O <sub>3</sub>	0,7 ppm O <sub>3</sub>
1	18,66 ± 0,85 <sup>Aa</sup>	20,10 ± 1,71 <sup>Ba</sup>	17,50 ± 1,20 <sup>Ca</sup>	17,41 ± 1,07 <sup>Ca</sup>	21,57 ± 1,67 <sup>Da</sup>
3	16,99 ± 1,17 <sup>Ab</sup>	18,49 ± 1,59 <sup>Bb</sup>	16,30 ± 1,23 <sup>Ab</sup>	16,00 ± 1,33 <sup>Ab</sup>	18,68 ± 1,95 <sup>Bbc</sup>
5	16,34 ± 0,57 <sup>ABc</sup>	16,28 ± 1,02 <sup>ABc</sup>	15,71 ± 0,98 <sup>Ab</sup>	15,96 ± 1,46 <sup>ABb</sup>	16,46 ± 0,76 <sup>Bd</sup>
7	16,61 ± 0,83 <sup>Abc</sup>	16,21 ± 2,15 <sup>Ac</sup>	15,73 ± 1,32 <sup>Ab</sup>	15,80 ± 1,07 <sup>Ab</sup>	18,43 ± 3,10 <sup>Bc</sup>
10	16,73 ± 0,68 <sup>Abc</sup>	18,22 ± 1,47 <sup>Bb</sup>	15,55 ± 0,92 <sup>Cb</sup>	15,52 ± 1,13 <sup>Cb</sup>	20,15 ± 2,82 <sup>Dab</sup>

Letras mayúsculas diferentes indican, para cada día de evaluación, diferencias significativas (p<0,05) entre tratamientos.

Diferentes letras minúsculas indican, para cada tratamiento, diferencias significativas (p<0,05) entre las fechas de evaluación.

Tabla 5. Ángulo Hue de las moras de Castilla control y mora tratada con 0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire

°Hue					
Días	Control	0,4 ppm O <sub>3</sub>	0,5 ppm O <sub>3</sub>	0,6 ppm O <sub>3</sub>	0,7 ppm O <sub>3</sub>
1	12,72 ± 2,73 <sup>ABa</sup>	12,37 ± 5,34 <sup>ABa</sup>	10,77 ± 7,61 <sup>Aa</sup>	10,83 ± 9,57 <sup>Aa</sup>	16,14 ± 3,12 <sup>Ba</sup>
3	10,81 ± 5,39 <sup>Aa</sup>	13,54 ± 5,58 <sup>Aa</sup>	12,36 ± 11,19 <sup>Aa</sup>	11,28 ± 10,31 <sup>Aa</sup>	13,45 ± 2,61 <sup>Aab</sup>
5	10,53 ± 6,53 <sup>Aa</sup>	6,74 ± 5,00 <sup>Ab</sup>	11,97 ± 12,92 <sup>Aa</sup>	9,64 ± 8,17 <sup>Aa</sup>	10,67 ± 6,40 <sup>Ab</sup>
7	10,52 ± 4,78 <sup>Aa</sup>	10,88 ± 5,25 <sup>Aa</sup>	12,80 ± 12,97 <sup>Aa</sup>	10,53 ± 9,07 <sup>Aa</sup>	13,42 ± 3,75 <sup>Aab</sup>
10	11,15 ± 4,90 <sup>Aa</sup>	13,54 ± 6,12 <sup>Aa</sup>	10,32 ± 9,31 <sup>Aa</sup>	12,52 ± 8,40 <sup>Aa</sup>	14,36 ± 3,38 <sup>Aa</sup>

Letras mayúsculas diferentes indican, para cada día de evaluación, diferencias significativas (p<0,05) entre tratamientos.

Diferentes letras minúsculas indican, para cada tratamiento, diferencias significativas (p<0,05) entre las fechas de evaluación.

El color es uno de los parámetros más importantes al momento de la cosecha y comercialización de las moras y es un atributo de calidad importante tomado en cuenta por el consumidor al momento de adquirir sus frutos (Moreno & Deaquiz, 2016).

En el día inicial, el color se midió antes e inmediatamente después de la aplicación del ozono y no se observaron efectos del tratamiento sobre este atributo con ninguna de las dosis de ozono aplicadas. En cuanto a la luminosidad se pueden observar diferencias significativas entre tratamientos y además, en todas las muestras se produjo una disminución de  $L^*$  durante el almacenamiento. Esto indica que las moras van perdiendo brillo debido al proceso de senescencia de la fruta. Estos resultados son similares a los reportados por Pretell, Marquez y Siche, (2016), quienes analizaron el color de granadas tratadas con ozono (8-72 ppm) y observaron que la luminosidad disminuyó de acuerdo al tiempo de almacenamiento y a la concentración de ozono gaseoso. En relación al valor del ángulo Hue, e independientemente de las concentraciones de ozono utilizadas, no se observaron cambios significativos en ninguno de los tratamientos. Estos resultados son similares a los reportados por Horvitz & Cantalejo, (2014), quienes analizaron el ángulo hue en pimientos rojos tratados con ozono y no encontraron diferencias significativas entre el testigo y los frutos tratados. Además, estos autores indicaron que las diferencias podrían deberse a la variabilidad intrínseca en el color existente entre las muestras que pueden enmascarar el efecto de los tratamientos individuales con ozono.

La coloración de las frutas está asociada a la síntesis de las antocianinas y la aplicación de ozono gaseoso en altas concentraciones podría decolorarlas (Carvalho, 2015).

#### **4.1.3. Firmeza**

La firmeza es un atributo de las frutas que está relacionado con la delicadeza, factor importante que se toma en cuenta durante el manejo postcosecha. La firmeza puede ser medida a través del tacto o con instrumentos especializados como un texturómetro.

En la Figura 6 se pueden observar los resultados de la firmeza de moras de Castilla tratadas con ozono gaseoso almacenadas en refrigeración.

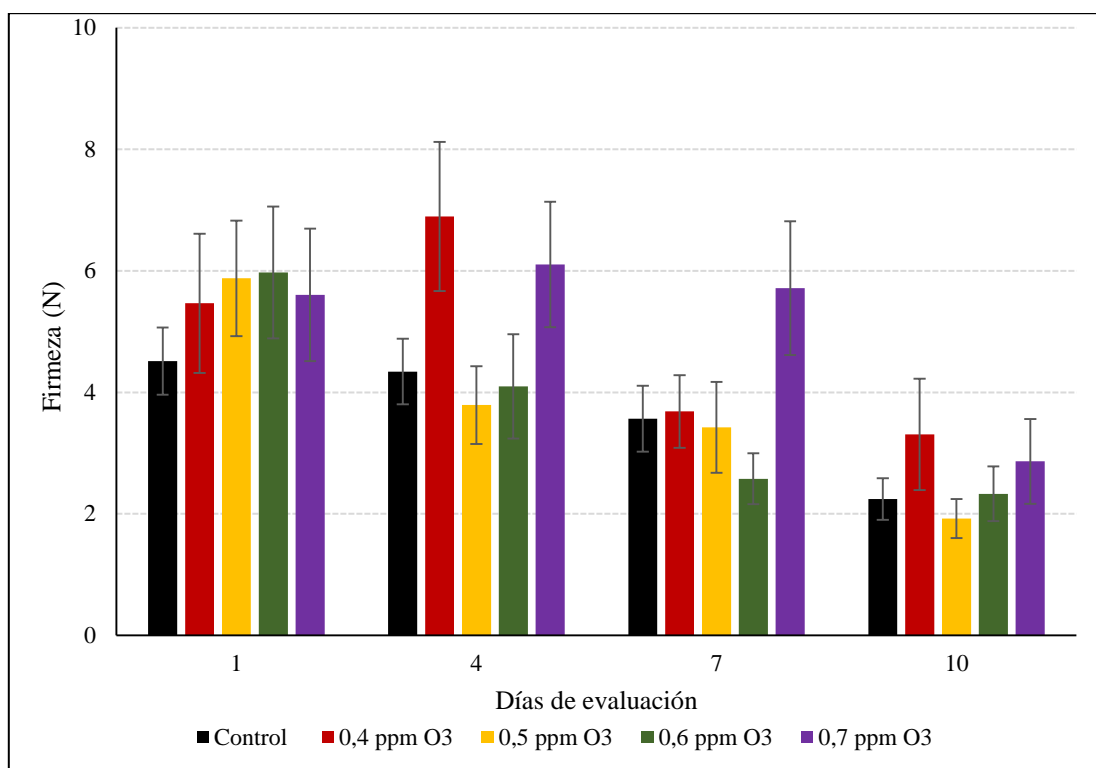


Figura 6. Firmeza (N) durante el almacenamiento refrigerado ( $6 \pm 1$  °C) de mora de Castilla control y mora tratada con 0,4, 0,5, 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire. Los valores representan el promedio de 3 mediciones  $\pm$  el intervalo de confianza del 95 % de la media

En general, se observa una disminución progresiva de la firmeza conforme transcurrió el tiempo de almacenamiento de las moras y cuanto más alta fue la concentración de ozono, mejor se mantuvo la dureza de las moras.

La disminución de la firmeza es provocada por la baja actividad de la enzima pectinmetilesterasa, que es causante del proceso de maduración y senescencia de la fruta debido a la disminución de la solubilización y despolimerización de los pectinpolisacáridos (Glowacz, Colgan, & Rees, 2015).

En el experimento se observa que hasta el día 7 con la aplicación de 0,7 ppm de ozono presentó una marcada firmeza de 5,71 N y conforme transcurría los días de evaluación hubo

disminución de la firmeza. Estos resultados son similares a los reportados por Moreno y Deaquiz (2016) quienes indicaron una disminución de la firmeza en mora de Castilla (*Rubus glaucus*) por el proceso de senescencia de la fruta donde los almidones se desdoblan en azúcares.

#### 4.1.4. pH, sólidos solubles totales y acidez titulable

En las tablas 6, 7 y 8 se presentan los resultados de pH, sólidos solubles totales y acidez titulable de las moras de Castilla en estado de madurez 4, tratadas con ozono gaseoso almacenadas en refrigeración.

Tabla 6. Evolución del pH de moras de Castilla control y mora tratada con 0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire

pH					
	CONCENTRACIÓN DE OZONO GASEOSO (ppm)				
Día	0,0 (control)	0,4	0,5	0,6	0,7
1	3,05 ± 0,02 <sup>Aa</sup>	3,02 ± 0,00 <sup>Aa</sup>	3,00 ± 0,02 <sup>Aa</sup>	3,02 ± 0,05 <sup>Aa</sup>	2,99 ± 0,00 <sup>Aab</sup>
4	3,02 ± 0,03 <sup>Aa</sup>	2,97 ± 0,05 <sup>ABa</sup>	3,05 ± 0,01 <sup>Ab</sup>	3,03 ± 0,03 <sup>Aa</sup>	2,93 ± 0,03 <sup>Ba</sup>
7	3,07 ± 0,01 <sup>Aa</sup>	3,01 ± 0,00 <sup>Ba</sup>	3,08 ± 0,02 <sup>Abc</sup>	3,07 ± 0,02 <sup>Aa</sup>	2,97 ± 0,01 <sup>Cab</sup>
10	3,07 ± 0,01 <sup>ABa</sup>	3,02 ± 0,02 <sup>Aa</sup>	3,01 ± 0,01 <sup>ABc</sup>	3,07 ± 0,01 <sup>ABa</sup>	3,03 ± 0,04 <sup>Ab</sup>

Letras mayúsculas diferentes indican, para cada día de evaluación, diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos. Diferentes letras minúsculas indican, para cada tratamiento, diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de evaluación.

Tabla 7. Sólidos solubles totales de moras de Castilla control y mora tratada con 0,4, 0,5, 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire

Sólidos solubles totales (°Brix)					
Días	Control	0,4 ppm O <sub>3</sub>	0,5 ppm O <sub>3</sub>	0,6 ppm O <sub>3</sub>	0,7 ppm O <sub>3</sub>
1	8,58 ± 0,29 <sup>ABa</sup>	8,93 ± 0,12 <sup>Ba</sup>	8,20 ± 0,27 <sup>ABa</sup>	8,33 ± 0,58 <sup>Aba</sup>	7,77 ± 0,40 <sup>Aa</sup>
4	8,67 ± 0,29 <sup>ABa</sup>	8,67 ± 0,58 <sup>ABa</sup>	9,00 ± 0,00 <sup>Bb</sup>	8,13 ± 0,12 <sup>Aa</sup>	8,83 ± 0,29 <sup>ABb</sup>
7	8,03 ± 0,26 <sup>Aa</sup>	8,27 ± 0,25 <sup>Aa</sup>	8,37 ± 0,2 <sup>ABa</sup>	8,87 ± 0,12 <sup>Ba</sup>	8,83 ± 0,12 <sup>Bb</sup>
10	8,50 ± 0,43 <sup>Aa</sup>	8,93 ± 0,12 <sup>Aa</sup>	8,93 ± 0,12 <sup>Ab</sup>	8,13 ± 0,15 <sup>Aa</sup>	8,70 ± 0,6 <sup>Aab</sup>

Letras mayúsculas diferentes indican, para cada día de evaluación, diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos. Diferentes letras minúsculas indican, para cada tratamiento, diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de evaluación

Tabla 8. Análisis de acidez titulable de las moras de Castilla control y mora tratada con 0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire

Acidez Titulable (%)					
Días	Control	0,4 ppm O <sub>3</sub>	0,5 ppm O <sub>3</sub>	0,6 ppm O <sub>3</sub>	0,7 ppm O <sub>3</sub>
1	2,71 ± 0,07 <sup>Aa</sup>	3,21 ± 0,075 <sup>Ba</sup>	2,61 ± 0,06 <sup>Aa</sup>	2,46 ± 0,254 <sup>Aa</sup>	2,74 ± 0,12 <sup>Aa</sup>
4	2,51 ± 0,11 <sup>Abab</sup>	2,78 ± 0,181 <sup>Bb</sup>	2,39 ± 0,087 <sup>Ab</sup>	2,53 ± 0,145 <sup>ABa</sup>	2,68 ± 0,11 <sup>Aba</sup>
7	2,35 ± 0,04 <sup>Ab</sup>	2,69 ± 0,086 <sup>Bb</sup>	2,30 ± 0,109 <sup>Ab</sup>	2,43 ± 0,097 <sup>Aa</sup>	2,98 ± 0,08 <sup>Ba</sup>
10	2,56 ± 0,15 <sup>Aab</sup>	2,71 ± 0,123 <sup>Ab</sup>	2,35 ± 0,036 <sup>Ab</sup>	2,51 ± 0,065 <sup>Aa</sup>	2,76 ± 0,32 <sup>Aa</sup>

Letras mayúsculas diferentes indican, para cada día de evaluación, diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos. Diferentes letras minúsculas indican, para cada tratamiento, diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de evaluación

El pH se mantuvo constante durante el almacenamiento de las moras. Se encontraron diferencias entre tratamientos a partir del día 3. En la dosis de 0,7 ppm de ozono, el pH varió a partir del día 7 con un valor de 2,97. El pH tiene relación con la actividad enzimática que promueve la acumulación de azúcares, lo que hace que se disminuya la concentración de iones de hidrógeno a nivel vacuolar en las últimas fases de maduración de las frutas. Los iones de hidrógeno conforman sustratos como la sacarosa y glucosa, con ligeros cambios de pH reduciendo la acidez y mejorando el sabor de los frutos (Ayala, Valenzuela, & Bohorquez, 2014).

Los sólidos solubles totales se mantuvieron estables durante los días de almacenamiento de las moras. Se observó significancia estadística a partir del día 4 en las concentraciones de 0,7 ppm O<sub>3</sub> (8,83 °Brix) y 0,5 ppm O<sub>3</sub> (9 °Brix). Esto se debe a que los sólidos solubles totales en moras probablemente se da debido al desdoblamiento del ácido orgánico en azúcares (Ayala, Valenzuela, & Bohórquez, 2013).

En general la acidez titulable se mantuvo estable, sin efectos significativos del tratamiento con ozono. Se encontró una variación de la acidez titulable a partir del día 4 en la muestra control con 2,51 % y 0,4 ppm O<sub>3</sub> de 2,78 % entre días de evaluación. Las moras cosechadas con estado de madurez 4 al pasar los días hasta la senescencia utilizan como

energía los sustratos desdoblados a partir de los ácidos orgánicos para seguir realizando las funciones fisiológicas (Ayala, Valenzuela, & Bohórquez, 2013).

#### 4.1.5. Análisis sensorial

##### Calidad visual

La calidad visual o la apariencia representa todos los atributos visibles de un alimento y este parámetro ayuda al consumidor a evaluar la calidad de las frutas al momento de adquirirlas (Horvitz & Cantalejo, 2014). En la Figura 7 se puede apreciar la calidad visual de la mora de Castilla.

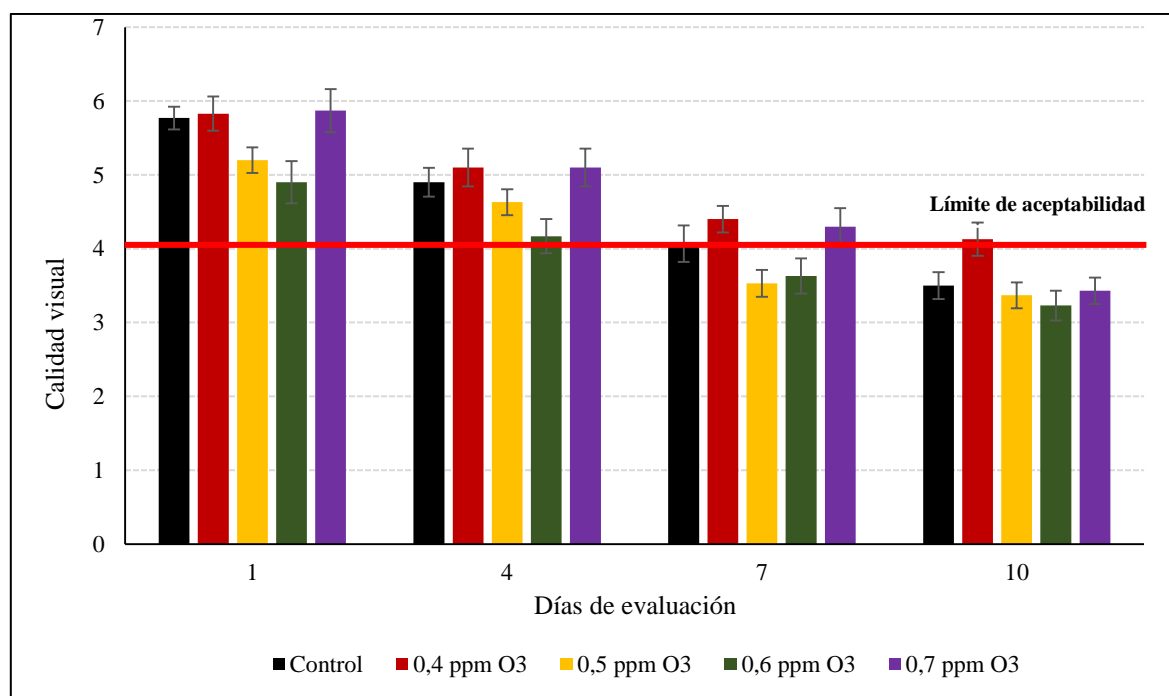


Figura 7. Calidad visual durante el almacenamiento refrigerado ( $6 \pm 1$  °C) de mora de Castilla control y mora tratada con 0,4, 0,5, 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire. Los valores representan el promedio de 3 mediciones  $\pm$  el intervalo de confianza del 95 % de la media

Se puede observar que las moras de Castilla presentaron una disminución de la calidad visual para todos los tratamientos con respecto a las fechas de evaluación. En la calidad

visual, los valores iniciales de este parámetro estuvieron entre 4 y 6 (aceptable, bueno y muy bueno) y mostraron diferencias significativas a partir del día 4 entre tratamientos. Durante la vida útil y a partir del día 10, las moras control y tratadas con ozono gaseoso estuvieron bajo el límite de aceptabilidad excepto las frutas tratadas con una concentración de 0,4 ppm de ozono que se mantuvieron por encima del límite. Tendencias similares fueron encontradas por Pretell, Marquez, & Siche, (2016), quienes en un estudio en uvas de mesa con concentraciones de 0,6 ppm de ozono por 2 minutos fueron aceptadas por los panelistas hasta los 23 días de almacenamiento.

### **Color**

El color se mantuvo estable durante el almacenamiento, sin que se observen efectos del tratamiento con ozono gaseoso sobre este parámetro.

### **Aroma**

En cuanto al aroma característico de las moras, este se mantuvo entre 3 y 4 (ligero y moderado) durante el almacenamiento, lo que indica que el ozono gaseoso no influyó significativamente en este atributo de calidad. Según Pretell, Marquez, & Siche, (2016) las dosis elevadas de ozono gaseoso aplicado en cortos tiempos podría ser considerado un método eficaz para extender de la vida útil en granadas frescas.

Estas sustancias determinan la sensación de consumir los alimentos dependiendo de sus características como es el color y aroma. El aroma se determina por el olfato que emanan los elementos volátiles y los gases, que llegan a la nariz por la comunicación que existe con la cavidad bucal. Las sustancias que generan los aromas y sabores de los alimentos son de naturaleza muy variada y no son tan precisos como el color, debido a que no existen aparatos especializados capaces de dar una cifra precisa o establecer una medición (Roche, 2015). Tanto el color como el aroma constituyen la parte central de la calidad visual de los alimentos ya que nos proporcionan pistas sobre si ese alimento es o no comestible y sobre la identidad e intensidad del sabor. Por lo que el color juega un papel decisivo influyendo en nuestra experiencia sobre el sabor de los alimentos que consumimos (Ainia, 2013).

## Firmeza

Los resultados obtenidos en cuanto a la evolución de la firmeza, medida en forma sensorial, se muestran en Figura 8.

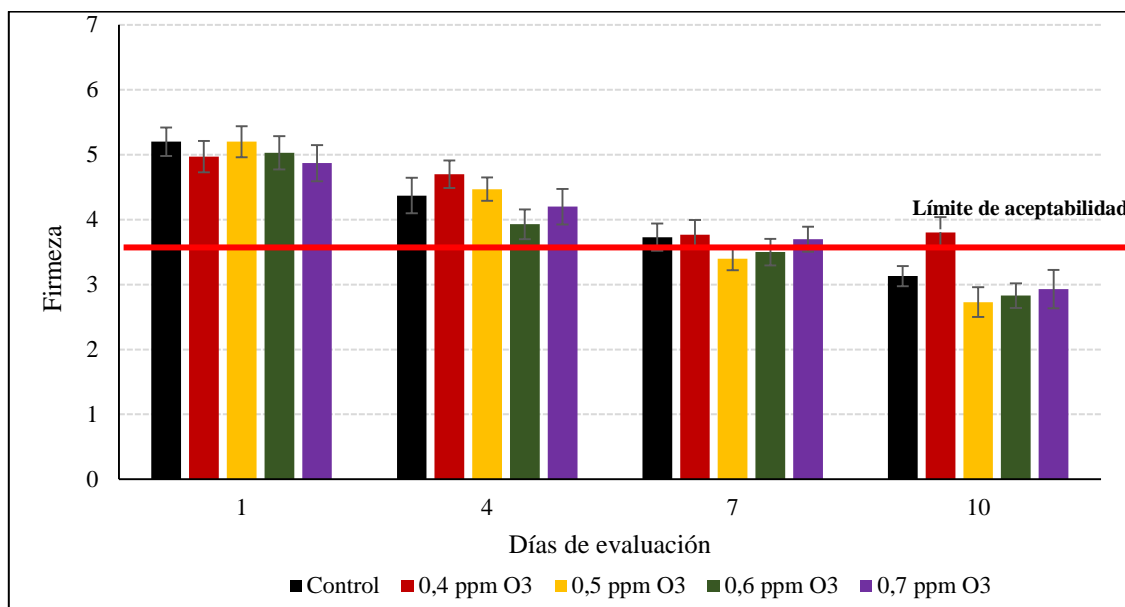


Figura 8. Firmeza durante el almacenamiento refrigerado ( $6 \pm 1$  °C) de mora de Castilla control y mora tratada con 0,4, 0,5, 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire. Los valores representan el promedio de 3 mediciones  $\pm$  el intervalo de confianza del 95 % de la media

La firmeza de las moras disminuyó conforme transcurrieron los días de evaluación. En el día uno no se observaron diferencias significativas de las mediciones entre el control y los tratamientos. Las moras ozonizadas estuvieron dentro del límite de aceptación hasta el 4 día de evaluación con valores de 4 y 5 (moderadamente firme y firme), mientras que para el día 7 y 10 se encontraron bajo el límite de aceptabilidad. La concentración de 0,5 ppm de ozono gaseoso fue la que presentó mayor firmeza en comparación con el resto de tratamientos.



## Impresión global

En la Figura 9 se puede observar los valores obtenidos para la impresión global de las moras de Castilla control y tratadas con diferentes dosis de ozono gaseoso gaseoso.

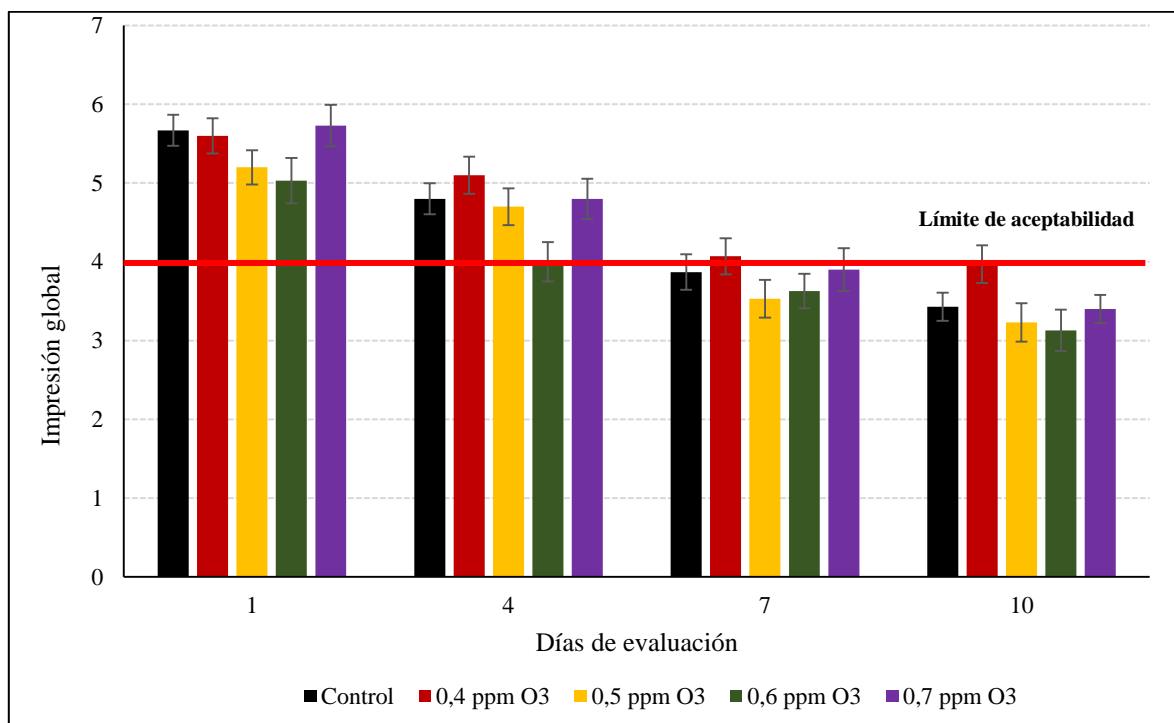


Figura 9. Impresión global durante el almacenamiento refrigerado ( $6 \pm 1$  °C) de mora de Castilla control y mora tratada con 0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 ppm de ozono en aire. Los valores representan el promedio de 3 mediciones  $\pm$  el intervalo de confianza del 95 % de la media

La impresión global de las moras disminuyó conforme transcurrieron los días de evaluación. En el día inicial este parámetro estuvo en 5 (Bueno). Las moras estuvieron dentro del límite de aceptación hasta el día 4 con valores de 4 y 5 (aceptable y bueno), mientras que para los días 7 y 10 cayeron por debajo del límite de aceptación.

## Vida útil

La calidad sensorial es el atributo más utilizado por los consumidores al momento de adquirir los productos para su consumo. Por esto, la vida útil de las moras de Castilla se determinó en base a cuándo las puntuaciones estuvieron por debajo del límite de aceptación

de la calidad visual, color, aroma característico, firmeza e impresión global de cada uno de los tratamientos en estudio.

La vida útil de las moras de Castilla fue de 4 días para el control y las frutas tratadas con 0,5, y 0,6 ppm de ozono en aire. Con la concentración de 0,7 ppm de ozono se alcanzó un tiempo de vida útil de 7 días mientras que con 0,4 ppm de ozono se logró conservar las frutas hasta los 10 días, estando estas dos concentraciones dentro del límite de aceptabilidad. Es decir el ozono tuvo efecto sobre los parámetros sensoriales. Las moras control y tratadas con ozono conservaron el color y el aroma característico. En todos los tratamientos se pudo observar que las moras mantuvieron su firmeza hasta el día 4.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede decir que la concentración de 0,7 ppm de ozono fue la que mejor comportamiento tuvo en cuanto a los parámetros sensoriales.

## 4.2. Verificación de hipótesis

### 4.2.1. Modelo Lógico:

- **Ho:** El uso de diferentes concentraciones de ozono no influye en la calidad postcosecha de moras de Castilla (*Rubus glaucus* Benth)
- **Hi:** El uso de diferentes concentraciones de ozono influye en la calidad postcosecha de moras de Castilla (*Rubus glaucus* Benth)

### 4.2.2. Modelo Matemático:

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

### 4.2.3. Modelo Estadístico:

- **Elección de la prueba:** para la verificación de la hipótesis se seleccionó la Prueba ANOVA de un factor y el test de Tukey para contrastar la igualdad de

las medias del experimento, midiendo las características físico-químicas y sensoriales de la mora.

- **Nivel de significancia:** se utilizó un nivel de confianza del 95 % y un nivel de riesgo o error de 5 %.
- **Regla de decisión:** si el valor de p es menor o igual al nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna o de investigación; mientras que si el valor de p es mayor al nivel de significancia, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

#### **4.2.4. Conclusión:**

El valor de p obtenido en la prueba estadística ANOVA para contrastar la igualdad de las medias del experimento fue significativa ( $p < 0,05$ ), en relación a las medias de las concentraciones en estudio comparadas con las control.

La concentración de 0,7 ppm de ozono fue la que obtuvo mejores resultados en cuanto al mantenimiento de las características físico-químicas de la mora, concluyendo que sí existieron diferencias entre las concentraciones de ozono y la calidad postcosecha de la fruta.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Las características físico-químicas de las moras control y tratadas con ozono gaseoso cambiaron durante el almacenamiento presentando diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos. La pérdida de peso alcanzó el 6 % al día 7; en la firmeza hubo una disminución general en todas las muestras, siendo más significativo desde el día 7 con una concentración de 0,7 ppm de ozono en aire. En el color hubo diferencia en el índice de luminosidad y el ángulo Hue, apreciados durante todos los días de tratamiento. En la valoración de pH se encontraron diferencias significativas especialmente en la concentración de 0,7 ppm. En los sólidos solubles totales se encontraron significancias para las concentraciones de 0,7 ppm que aparecieron a partir del día 4. Finalmente en el análisis de acidez titulable se registraron diferencias significativas en las concentraciones 0,4 ppm (2,78 %) y 0,5 ppm (2,39 %).
- En la calidad sensorial de la moras a partir del día 4 se observaron variaciones; encontrándose mayor significancia en la muestra control y en la concentración de 0,7 ppm de ozono en aire en cuanto a la calidad visual, color, aroma, firmeza e impresión global.
- La vida útil de las moras de los diferentes tratamientos en función de los parámetros sensoriales de la fruta, fue de 4 a 7 días a temperatura de refrigeración ( $6 \pm 1$  °C) con una concentración de 0,4 ppm de ozono en aire, lo que superó la forma comercial de 3 a 5 días, presumiendo que el ozono permitió inhibir el crecimiento fúngico al reducir la tasa respiratoria y evitando la proliferación de microorganismo, conservando así la calidad de la fruta. Se puede concluir que el ozono es una alternativa efectiva para la conservación de las frutas por su capacidad de mantener la calidad postcosecha de la mora de Castilla.

## 5.2. Recomendaciones

- Es importante el desarrollo de protocolos de aplicación del ozono para facilitar al agricultor la utilización de nuevos métodos que favorezcan al mejoramiento de la calidad de la fruta para comercialización interna y externa.
- Es recomendable desarrollar programas de capacitación a los agricultores sobre los beneficios de integrar en sus cultivos nuevas propuestas que beneficien a su producción.
- Se recomienda para posteriores estudios sobre la calidad postcosecha de la fruta, integrar las características sensoriales de estas y la resistencia al crecimiento fúngico para tener mayor significancia en los datos que guíen a la aplicación de nuevas tecnologías o metodologías.

## CAPÍTULO VI LA PROPUESTA

### **Tema:**

“APLICACIÓN DE OZONO GASEOSO EN MORAS DE CASTILLA, PARA CONSERVAR LA CALIDAD DE LA FRUTA EN SU ALMACENAMIENTO”.

### **6.1. Datos Informativos**

- **Institución:** Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.
- **Cantón:** Ambato
- **Parroquia:** Huachi Chico
- **Zona:** 3 – Provincia de Tungurahua
- **Beneficiarios:** Agricultores productores de moras, estudiantes de la carrera de Ingeniería de Alimentos y sociedad.
- **Periodo:** Abril – Junio 2018
- **Responsables:** Miryan Urbano
- **Beneficiarios:** Agricultores productores de mora de Tungurahua
- **Costo:** 500 dólares

### **6.2. Antecedentes de la propuesta**

La industria frutícola, va creciendo con el pasar de los años por la influencia de los avances tecnológicos y el aumento en la demanda de los productos. Con el objetivo de que los alimentos se encuentren disponibles durante todo el año, se han realizado modificaciones tanto en los procesos de producción en las características físico químicas de los productos.

La producción de la mora comprende un ciclo largo para obtener una planta madura que aproximadamente alcanza un tiempo de 8 meses a un año, las plantaciones alcanzan una

vida útil entre 12 a 15 años de acuerdo al tipo de manejo que se lleve a cabo en los procesos de precosecha, cosecha, empaque, transporte y venta, con un rendimiento promedio de hasta 3000 kilogramos en su ciclo de producción; la mora de Castilla se caracteriza por tener una estructura morfofisiológica frágil, que sufre cambios fisicoquímicos y de firmeza que afectan su aceptabilidad, calidad y tiempo de permanencia; afectando su precio (Ayala, Valenzuela, & Bohórquez, 2013).

Por lo que es imprescindible la implementación de estrategias de sustento en los sectores agrícolas, estos dependen en gran medida de los recursos disponibles y las condiciones del hogar, con las que se enfrenta el agricultor para decidir o no la adquisición de tecnología, métodos, materiales y elementos para mejorar sus productos (Ellis, 2003).

La ozonización como alternativa en el tratamiento y conservación de alimentos se ha extendido del simple lavado para la desinfección de los alimentos, al almacenamiento y conservación efectiva de los mismos. Los factores que han incidido en el incremento de las aplicaciones del ozono en la industria alimentaria son:

- El aumento de la demanda de alimentos frescos, nutritivos y seguros,
- El mínimo grado de toxicidad y menor riesgo de contaminación para la salud y el ambiente del ozono frente al cloro,
- Menor proliferación de microorganismos resistentes al cloro (Bataller, Santa Cruz, & García, 2010).

Una vez culminado el estudio sobre el efecto del ozono sobre la calidad postcosecha de moras de castilla (*Rubus glaucus* Benth), se determinó que el ozono es un método de conservación altamente eficaz, que mantiene la calidad de la fruta dentro de los estándares para ser comercializada; por lo que se propone la aplicación de ozono gaseoso en la mora de Castilla, para conservar la calidad de la fruta, en su almacenamiento.

El análisis físico-químico y sensorial de la mora de Castilla, reveló que las moras al ser tratadas con ozono gaseoso, presentaron cambios en la fruta que aparecieron paulatinamente de manera general en todas las muestras al cuarto y séptimo día; la menor pérdida de peso se dio en la concentración de O<sub>3</sub> 0,7 ppm. La firmeza se redujo con el pasar de los días pero en menor medida en la concentración de 0,7 ppm; reduciendo así la probabilidad de proliferación de microorganismos. Las variaciones en el color a través de la luminosidad se presentaron en los días 3 y 4, mientras que el ángulo Hue de la fruta no se vio afectado; en relación al pH existieron variaciones, la concentración con menos cambios en el pH fue la concentración de 0,7 ppm. En el análisis de los sólidos solubles se encontraron resultados similares con la concentración de 0,7 ppm y 0,5 ppm; en acidez titulable las variaciones más significativas fueron en concentraciones de 0,4 ppm y 0,5 ppm; el análisis sensorial las concentraciones que generaron menos variaciones fueron la de 0,4 ppm y 0,6 ppm.

El ozono gaseoso tuvo un efecto positivo en la calidad de la postcosecha de las moras de Castilla, manteniendo las características físico-químicas y sensoriales de la fruta (Keutgen, 2008), al retardar los tiempos de maduración por disminución de los procesos enzimáticos y metabólicos que detiene el procesos de maduración.

Finalmente de forma comercial se conserva de 3 a 5 días (Dayron S, 2006) y las moras al ser tratadas con ozono gaseoso alcanzaron una vida útil de 8 días a temperatura de refrigeración con las condiciones estándar para comercializar, estos resultados se obtuvieron por el efecto del ozono al inhibir el crecimiento fúngico.

### **6.3. Justificación**

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO) y la Organización Mundial de la Salud, han aumentado las exigencias en las regulaciones en los procesos de selección de desinfectantes utilizados en frutas y hortalizas (Bataller, Santa Cruz, & García, 2010).



Los agricultores y los sectores involucrados tienen la obligación de mejorar sus procesos de producción, que no generen daño a la salud y al medio ambiente, por lo que es importante implementar nuevas tecnologías que reduzcan el riesgo.

El ozono en forma gaseosa ha sido utilizado en cámaras de almacenamiento postcosecha de frutas. Para que su acción microbiana sea efectiva se necesitan concentraciones por encima de las 0,1 ppm en aire, por lo cual se deben tomar medidas para evitar daños en la salud de los trabajadores. El ozono en estas condiciones reacciona con el etileno, con lo cual se elimina este gas de la atmósfera de incubación, retardando la maduración de las frutas (Beuchat, 1998).

Ozono considerado un potente antimicrobiano, por su poder antioxidante y descomposición espontánea a oxígeno (Bataller et al., 2010). El ozono es una forma alotrópica del oxígeno, teniendo una acción importante en el equilibrio del ecosistema, al absorber rayos UV solares, impidiendo el contacto directo con la tierra (Nakonechny, Ikekata, & Gamal, 2008).

Las propiedades antisépticas del ozono esta siendo explotada por la industria agrónoma, para la desinfección de aguas, para potabilización y tratamiento de aguas residuales (Veliz, Bataller, & Fernandez, 2010).

El ozono tiene un efecto inhibitorio sobre las moléculas de etileno que cumplen una función importante en el proceso de maduración (Suslow, 2014) Este efecto puede retardar el proceso fisiológico de maduración en las frutas, al aplicar atmósferas ionizadas en el almacenamiento (González, Castro, Veliz, González, & Rodríguez, 2017).

Al aplicar la ozonificación gaseosa, para la conservación de la fruta, se disminuirán la fruta que se desecha, pudiendo aumentar las ganancias de la producción, por una inversión baja.

## **6.4. Objetivos**

### **6.4.1. Objetivo General**

Aplicar del ozono gaseoso en moras de Castilla, para conservar la calidad de la fruta, en su almacenamiento

### **6.4.2. Objetivos Específicos**

- Diseñar una ficha técnica para la aplicación de ozono, para la conservación de la calidad de las moras de Castilla.
- Capacitar a los agricultores sobre el método de ozonificación gaseosa en la mora de Castilla.
- Evaluar el impacto de la aplicación de ozono gaseoso en la conservación de la calidad de la mora de Castilla.

## **6.5. Análisis de la factibilidad**

La propuesta se desarrolló bajo el propósito de aplicar ozono gaseoso para conservar la mora; para lo que se desarrollarán actividades técnicas como el diseño de una ficha técnica, la capacitación de los agricultores en el manejo adecuado de la aplicación del ozono, y la evaluación de la propuesta.

### **6.5.1. Técnica**

La propuesta tiene factibilidad técnica, ya que la responsable de la implementación, está capacitada para diseñar la ficha técnica y capacitar a los agricultores

### **6.5.2. Económica**

De manera económica, la propuesta es viable ya que la inversión alcanza un aproximado de 500 dólares, lo que ahorraría muchas pérdidas de fruta que se daña antes de los 4 días, además de generar mayores ganancias.

### 6.5.3. Social

Socialmente, la aplicación de ozono para la conservación de la mora, disminuirá el riesgo que provoca el cloro al ser remplazado por el ozono; que reducirá la contaminación a la salud de los consumidores y la contaminación del medio ambiente.

### 6.5.4. Legal

La presente investigación se fundamenta en leyes Ecuatorianas, a través de la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA, 2016); que establecen los parámetros de calidad para frutas fresas; NTE INEN 2870. Trazabilidad en la cadena alimentaria. Frutas y hortalizas y NTE INEN 2427. Frutas frescas. Mora

## 6.6. Fundamentación científico técnica

### Descripción de la fruta

La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) es una planta perenne, que tiene una gran cantidad de especies entre 300 a 400 (Escobar, 2015).

### Clasificación Taxonómica

- Reino: Vegetal
- Clase: *Angiospermae*
- Subclase: *Dicotyledoneae*
- Orden: *Rosae*
- Familia: *Rosaceae*
- Género: *Rubus*
- Tipo: Trepadora indeterminada (Escobar, 2015).
- Nombre científico: *Rubus glaucus*

### Morfología

La planta de mora, toma la forma de arbustos espinosos, presentando un sistema radicular superficial, con tallos que nacen desde la base, posee hojas alternadas con bordes aserrados con un color verde en el haz y en el envés blanquecino (Escobar, 2015).

El fruto está formado por drupas o glóbulos que contienen la semilla diminuta, estos están pegados a un receptáculo (Escobar, 2015), es de tamaño pequeño redondeado o ligeramente alargado; su tamaño alcanza una longitud de 1,5 a 2 centímetros; su color es negro brillante intenso en su estado de maduración 4 y su sabor es dulce con matices ácidos en estado de madurez 4.

### **Usos gastronómicos**

Las moras se pueden consumir al natural, solas o acompañadas de helado, yogurt o nata; con ellas se puede preparar deliciosos helados, sorbetes, budines, confituras e incluso añadirlas a ensaladas, comerlos con cereales en el desayuno; mientras que a nivel industrial se emplean para elaborar gelatinas, mermeladas y confituras.

### **Buenas prácticas postcosecha**

- La fruta recibida se debe tratar en el menor tiempo posible para evitar deterioro de la misma;
- Evitando el cruce de la fruta sobre diferentes empaques o superficie disminuyendo la manipulación;
- Los recipientes en los que se recibirá la fruta deben estar limpios, desinfectados y bajo estricto control de insectos y roedores (Escobar, 2015).

### **Tratamiento con ozono**

- Se debe tratar solo la fruta en buen estado
- La temperatura adecuada de almacenamiento
- La humedad relativa para mantener una correcta conservación es de 85 a 90 %
- El equipo generador de ozono gaseoso se puede instalar en cámaras, y sus parámetros son: flujo de 500 mg/h; concentración de ozono 0,7 ppm; tiempo de exposición de 10 a 20 minutos
- Para el almacenamiento se puede utilizar recipientes de polietileno (PET)
- La temperatura de refrigeración es de 1 a 3 °C (Varese, Márquez, & Pretell, 2015)

## Buenas prácticas de almacenamiento

- Mantener las habitaciones donde se almacenará la fruta limpias y desinfectadas
- El personal que manipula la fruta debe estar en buen estado de salud, y mantenerse limpio
- Debe mantenerse espacios libres para circulación de las personas y favorecer a la ventilación
- Los empaques deben estar limpios y todos los instrumentos, recipientes y equipos deben estar en un estado totalmente higiénico y desinfectado (Escobar, 2015).

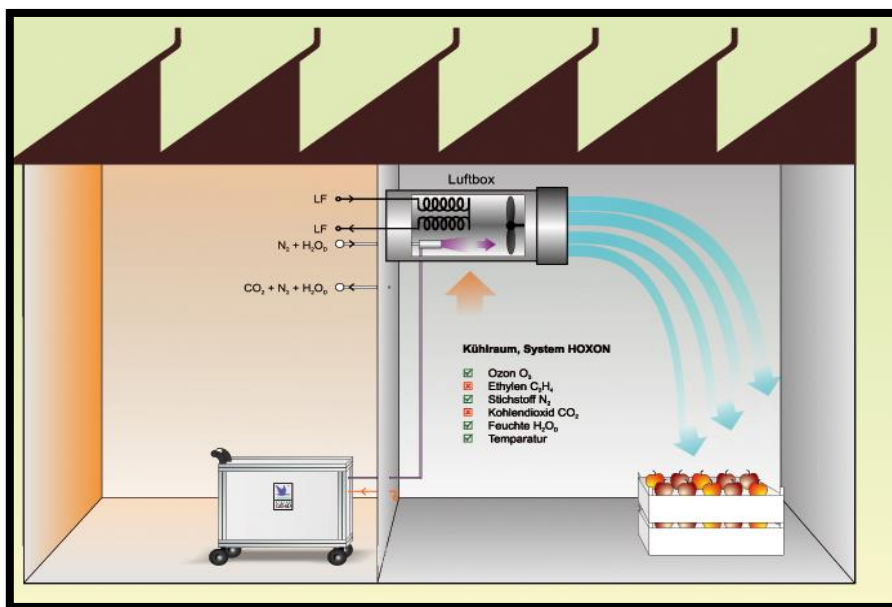


Figura 10. Aplicación para el almacenamiento de frutas y verduras;  
Fuente: Esaltia, (2017)

## 6.7. Metodología

La metodología y modelo operativo con la que se desarrollará la propuesta, será de tipo participativo a través de talleres de capacitación, donde los aportes y experiencias de los participantes serán tomados en cuenta para que contribuyan a la comprensión del manejo del método; presentándose una planificación tentativa de las actividades.

## 6.8. Modelo Operativo de la propuesta

Tabla 9. Modelo operativo de la propuesta

Fases	Objetivos	Actividades	Recursos	Responsable	Presupuesto	Duración
Diseño	Diseñar una ficha técnica para la aplicación de ozono, para la conservación de la calidad de las moras de Castilla.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de normativa</li> <li>• Elaboración de la ficha técnica</li> <li>• Aprobación por expertos</li> </ul>	Recursos humanos Insumos de oficina Proyector Computador	Ing. Miryan Urbano	100 dólares	4 horas
Aplicación	Capacitar a los agricultores sobre el método de ozonificación gaseosa en la mora de Castilla.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Socialización de la ficha técnica</li> <li>• Capacitación en el manejo del método</li> <li>• Elaboración de trípticos informativos</li> </ul>	Recursos humanos Insumos de oficina Proyector Computador Generador de ozono	Ing. Miryan Urbano	300 dólares	1 hora una vez por semana durante un mes
Evaluación	Evaluar el impacto de la aplicación de ozono gaseoso en la conservación de la calidad de la mora de Castilla.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de instrumento de evaluación</li> <li>• Aplicación del instrumento de evaluación</li> <li>• Elaboración del informe de impacto</li> </ul>	Recursos humanos Insumos de oficina Proyector Computador	Ing. Miryan Urbano	100 dólares	2 horas

## 6.9. Administración de la propuesta

La propuesta será aplicada a los Agricultores de la Provincia de Tungurahua, coordinando con el Gobierno Provincial y el MAGAP.

## 6.10. Previsión de la evaluación de la propuesta

Tabla 10. Previsión de la evaluación de la propuesta

<b>PREGUNTAS BÁSICAS</b>	<b>EXPLICACIÓN</b>
<b>¿Para qué evaluar?</b>	Para conocer el estado de cumplimiento de los objetivos de la propuesta
<b>¿Quiénes solicitan evaluar?</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Centros de investigación científico</li><li>• Empresas frutícolas</li><li>• Instituciones involucradas</li></ul>
<b>¿A qué personas?</b>	A los agricultores capacitados
<b>¿Sobre qué aspectos?</b>	Cumplimiento de las actividades planteadas
<b>¿Cuándo?</b>	Al término de la aplicación de la propuesta
<b>¿Dónde?</b>	Espacio donde se dictarán las capacitaciones
<b>¿Cuántas veces?</b>	Una vez
<b>¿Qué técnicas de recolección?</b>	Encuesta
<b>¿Con qué herramientas?</b>	Cuestionario

## BIBLIOGRAFÍA

- Ainia. (2013). *El color en la percepción del sabor de un producto*. 2da Edición .
- AOAC. (2017). *Acidity (Titratable) of Fruit Products AOAC 942.15*.
- ARCSA. (2016). *Norma Técnica Sanitaria para Alimentos Procesados*. Obtenido de Ministerio de Salud Pública.
- Ayala, L., Valenzuela, C., & y Bohorquez, Y. (2014). *Effect of an edible crosslinked coating and two types of packaging on antioxidant capacity of castilla blackberries*. . Food Sci. Technol, Campinas, 34(2) 281-286. .
- Ayala, L., Valenzuela, P., & Bohórquez, Y. (2013). *Caracterización Fisicoquímica de Mora de Castilla (Rubus glaucus Benth) en seis estados de madurez*. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, Vol 11 No. 2 (10-18).
- Barth, M. M. (1995). *Ozone storage effects on anthocyanin content and fungal growth in blackberries*. J. Food Sci. 60, 1286–1288.
- Bataller et al. (2010). *Ozone application for post-harvest disinfection of tomatoes*. Obtenido de Ozone: Science & Engineering; 32(5):361–371.
- Bataller, V., Santa Cruz, B. S., & García, P. M. (2010). El ozono: una alternativa sustentable en el tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 41(3), 155-164.
- Beuchat, L. (1998). *Métodos para desinfección de frutas y hortalizas*.
- Brezmes, J. (2001). *Diseño de una nariz electrónica para la determinación no destructiva del grado de maduración de la fruta; Técnicas de control de calidad de la fruta; Medidas Físico-químicas*. Tesis Doctoral ; Universidad Politécnica de Catalunya.
- Carvalho, C. P. (2015). *Caracterización de la calidad del fruto de mora de Castilla (Rubus glaucus Benth) en diferentes estados de madurez en Antioquia*. *Agronomia Colombiana*, 33(1), 74–83.
- Clark, J., & Finn, C. (2014). *Blackberry cultivation in the world*. Obtenido de Rev. Bras. Frutic. 36, 46-57.
- Correa Antunes, L. E. (2003). *Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta*. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 38(3), 413–419.



- Correa, A., Duarte, F., & De Souza. (2003). *Conservação póscolheita de frutos de amoreira-preta*. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 38(3), 413–419.
- Damely, A. &. (2008). Tecnología IV Gama de frutos de moras (*Rubus glaucus*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 9, 44–54.
- Dayron S, A. F. (2006). Almacenamiento refrigerado de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en empaques con atmósfera modificada. *Agronomía Colombiana*, 24(2), 306–316.
- Delgado, F. (2012). *Manejo orgánico del cultivo de mora*. Obtenido de 108.
- Ellis, F. K. (2003). Livelihoods and Rural Poverty Reduction in Malawi. *World Development* 31, 19, 1495-1510.
- Esaltia; M. (2017). *Sistema de inyección de ozono*. España.
- Escobar, C. (2015). *El Cultivo de la Mora (Rubus glaucus Benth)*.
- FAO. (2011). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2010-2011*.
- Franco, G., & Giraldo, M. (1999). *El cultivo de mora* . Feriva. pp. 1-36.
- Glowacz, M., Colgan, R., & Rees, D. (2015). The use of ozone to extend the shelf-life and maintain quality of fresh produce. *PubMed, J Sci Food Agric. Mar 15;95(4):662-71*.
- González, J., Castro, E., Veliz, E., González, R., & Rodriguez, D. (2017). Empleo del Agua ozonificada en el beneficio de la postcosecha de la frutabomba (*Carica papaya* L.). *Rev. Agricultura Tropical Vol. 3 No. 1:38-51*.
- Grijalba, C., Pérez, M., & Calderón, L. (2010). *Rendimiento y calidad de la fruta en mora de Castilla (Rubus glaucus benth), con y sin espinas, cultivada en campo abierto en Cajicá (Cundinamarca, Colombia)*. Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ciencias Básicas, Volm 6, No 1, Pag 24-41.
- Guedes, M. N. (2013). *Chemical characterization and mineral levels in the fruits of blackberry cultivars grown in a tropical climate at an elevation*. Acta Sci. Agron., 35, 191–196. Obtenido de Acta Sci. Agron., 35, 191–196.
- Hakan, K., & Velioglu, S. (2007). Ozone Applications in Fruit and Vegetable Processing. *Food Reviews International* , 91-106.
- Horvitz, S., & Cantalejo, M. J. (2014). Application of Ozone for the Postharvest Treatment of Fruits and Vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 312-339.

- INEC. (2010). *Resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador, Fascículo Provincia de Tungurahua*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos,.
- INEN. (2010). *Instituto ecuatoriano de Normalización. INEN 2427. Frutas frescas - Mora*. Obtenido de INEN 2427 . Frutas frescas - Mora.
- INIAP. (2016). *Información levantada por parte de las Direcciones Provinciales Agropecuarias del MAGAP*. Obtenido de Estación Experimental Santa Catalina, cifras no publicadas.
- Jiménez, C. M., & Martínez, J. J. (1983). *Plastic individual sear-packaging of Spanish fruit. XV. International Congress of Refrigeration. Commission C 2. 460-466*.
- Keutgen, A. J. (2008). Influence of pre-harvest ozone exposure on quality of strawberry fruit under simulated retail conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 49(1), 10–18.
- Moreno, B. L., & Deaquiz, O. Y. (2016). Caracterización de parámetros fisicoquímicos en frutos de mora (*Rubus alpinus* Macfad). *Agroindustria y Ciencia de los Alimentos*, 130-136.
- Moreno, B. L., & Oyola, Y. A. (2006). *Plant physiology, 5th ed*. Estados Unidos: Sinauer Associates Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts U.S.A., 778p.
- Mosquera, V., Alwang, J., Andrango, G., Domínguez, J., Escudero, L., & Martínez, A. (2016). Tipificación de los productores de mora de Ecuador para optimizar sus estrategias de medios de vida. *INIAP, Estación Experimental Santa Catalina*.
- Nakonechny, M., Ikekata, K., & Gamal, M. (2008). Kinetics of strone ozone/hydrogen peroxide advanced oxidation treatment. *Ozone: Science and Engineering*, 30(4): 249-255.
- Paredes, V. (2017). *Efectos del recubrimiento comestible de gelatina y epsilonpololosa en la calidad microbiológica de mora de castilla (Rubus glaucus Benth)*. Universidad Técnica de Ambato (Tesis de grado).
- Parzanese, M. (2012). *Tecnologías para la Industria Alimentaria: Ozono en alimentos*.
- Pérez, A., Sanz, C., Ríos, J., Olías, R., & Olías, J. (1999). *Efectos del tratamiento con ozono sobre la calidad de la fresa poscosecha*. PubMed; *J Agric Food Chem*; 47 (4): 1652-6.

- Pretell, C., Marquez, L., & Siche, R. (2016). Efecto del ozono gaseoso sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y apariencia general de Pinina Granatum L. wonderful fresa. *Scielo, Scientia Agropecuaria Vol.7 No.spe Trujillo*.
- Ramírez, J., Aristizábal, I., & Jorge, R. (2013). *Conservación de mora de castilla mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila*. Vitae, Vol.20, N.3, pp.172-183.
- Roche, M. (2015). *Los aromas de los alimentos*. . Unión Europea : gunded by the Erasmus+programme of the European Unión.
- Sopher, C. D. (2007). *Overview of Gaseous and Aqueous Ozone Uses in the Agri-Food Industry*. Ozone V Conference; Fresno, CA, USA.
- Strick, B., Clark, J., Finn, C., & Bañados, M. (2008). *Worldwide production of blackberries*. Acta Horticulturae, The Hague, v.777, p.209-218.
- Suslow, T. (2014). Ozone application for postharvest disinfection of edible horticultural crops. *ANS Publication. (8133):1-8*.
- Valdiviezo, B., Pretell, C., & 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. *Agroindustrial Science, Escuela de Ingenieria Agroindustrial, Universidad Nacional de Trujillo*.
- Varese, C., Márquez, L., & Pretell, C. (2015). Ozono gaseoso en la conservación de las caracteriticas de calidad en arándanos (Vaccinium corymbosm L.). *Pueblo Continente, Vol 26 (2)*.
- Veliz, E., Bataller, M., & Fernandez, L. (2010). *Wastewater treatment for reuse in agricultural irrigation*. Obtenido de Handbook of Environmental Management. World Scientific Publishing o. Singapore.
- Villegas, C., & Albarracín, W. (2016). Aplicación y efecto de un recubrimeinto comestible sobre la vida útil de la Mora de Castilla (Rubus Glaucus Benth). *Scielo, VITAE, Revista de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias, Volumen 23, Número 3*.
- Vinasco, M. M. (2010). *Evaluación de cinco parámetros de calidad en fruta de la mora de castilla rubus glaucus benth variedad sin espinas comparada con la variedad con*

*espinas, en cultivos de la zona sur del departamento del Huila.* Obtenido de Suplemento memorias S.V. Encuentro.

Wills, R., Lee, T., McGlasson, W., Hall, E., & Graham, D. (1990). *Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post-cosecha.* Obtenido de Ed. Acribia, Zaragoza.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Descripción del valor monetario de los recursos empleados para el desarrollo de la investigación

<b>Material</b>		<b>Valor (USD)</b>
Materia prima	Moras	40,00
	Envases plásticos	50,00
	Material para análisis sensorial	5,00
	Equipo generador y analizador de ozono	100,00
Almacenamiento	Refrigerador	100,00
<b>Estudios físico-químicos</b>		
	Texturómetro	200,00
	Colorímetro	250,00
	pHmetro	100,00
	Balanza analítica	100,00
	Titulador automático	150,00
	Refractómetro	170,00
Reactivos	Hidróxido de sodio	55,00
<b>Material de oficina</b>		
	Papel bond	10,00
	Esferográficos	2,00
	Cinta adhesiva	5,00
	Rotulador	3,00
<b>TOTAL (USD)</b>		<b>1340,00</b>

## Anexo 2. Encuesta para determinar las características sensoriales

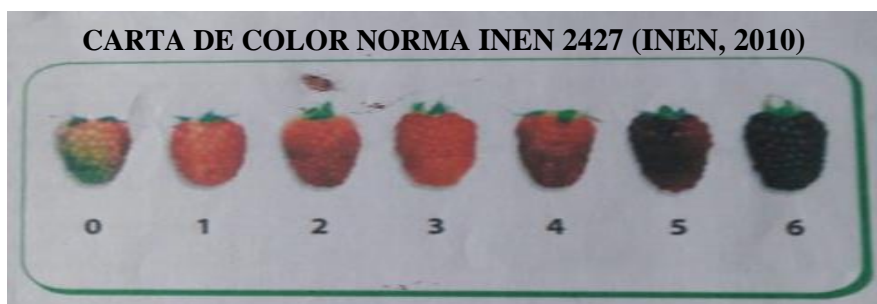
### HOJA DE CATACIÓN

#### ESCALA PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL DE MORAS

**Calidad Visual:** entre paréntesis se indica el % de la superficie afectada del fruto.

1. Muy malo (>51 %)
2. Malo (41 – 50 %)
3. Regular (21 – 40 %)
4. Aceptable (11 – 20 %)
5. Bueno (6 – 10 %)
6. Muy bueno (hasta 5 %)
7. Excelente

**Color:** clasificar las moras de acuerdo a la carta de color entregada



**Aroma característico:** en caso de notar algún aroma anómalo, por favor describirlo.

1. Nada
2. Muy ligero
3. Ligero
4. Moderado
5. Intenso
6. Bastante intenso
7. Muy intenso

**Firmeza:** Grado de deformación a la presión ejercida con los dedos índice y pulgar.

1. Muy blando
2. Bastante blando
3. Blando
4. Moderadamente firme
5. Firme
6. Bastante firme
7. Muy firme

**Impresión global:**

1. Muy malo
2. Malo
3. Regular
4. Aceptable
5. Bueno
6. Muy bueno
7. Excelente

## HOJA DE RESPUESTA

Nombre:

Fecha:

N° muestra	Calidad visual	Color	Aroma característico	Firmeza	Impresión global	Sabor característico

**Observaciones:**

.....

.....



.....

.....

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**



**Anexo 3.** Fotografías del trabajo experimental de laboratorio

<b>Cámara de ozonización</b>	<b>Moras ozonizadas</b>
 <p>A photograph of a laboratory ozone chamber. The chamber is a light-colored metal cabinet with a yellow door. On top of the chamber, there is a laptop computer and some other equipment. The door has a label that says "PRECISION" and "ESTUFA 2". At the bottom of the door, there are control panels with dials and buttons.</p>	 <p>A photograph showing the interior of the ozone chamber. Two metal trays are visible, each covered with a layer of raspberries. The raspberries appear to be in the process of being ozonized, as they have a slightly darker, more uniform color compared to fresh raspberries. The chamber is illuminated from within, and the walls are white.</p>
<b>Moras ozonizadas envasadas</b>	<b>Almacenamiento de las moras en refrigeración</b>
 <p>A photograph of a clear plastic container filled with packaged raspberries. The raspberries are dark red and appear to be in individual small packages or bags, ready for storage or distribution.</p>	 <p>A photograph of a refrigerator filled with packaged raspberries. The raspberries are stored in clear plastic containers on the shelves. The refrigerator is white and has a freezer compartment on the right side. The raspberries are arranged neatly on the shelves, and the refrigerator appears to be well-stocked.</p>

## Texturómetro



## Presentación de las moras para análisis sensorial

