

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**



**EFFECTO DE LA DOSIS DE OZONO GASEOSO Y TIEMPO DE  
ALMACENAMIENTO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS  
FISICOQUÍMICAS, RECuento DE MOHOS Y LEVADURAS Y  
ACEPTABILIDAD GENERAL EN RACIMOS DE UVA (*Vitis vinifera* L.)  
VARIEDAD RED GLOBE**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**BRUNO FERNANDO VALDIVIEZO SAAVEDRA**

**TRUJILLO, PERÚ  
2016**

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:

---

Dr. Carlos Eduardo Lescano Anadón  
PRESIDENTE

---

Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta  
SECRETARIO

---

Ms. Gabriela del Carmen Barraza Jáuregui  
VOCAL

---

Ms. Carla Consuelo Pretell Vásquez.  
ASESOR

## DEDICATORIA

*A Dios, por darme sabiduría y fortaleza  
hoy y siempre.*

*A mis padres Marita y Manolo porque  
ellos han dado razón a mi vida, por sus  
consejos, su apoyo incondicional y su  
paciencia. Todo lo que hoy soy es  
gracias al esfuerzo y sacrificio que  
depositaron a lo largo de mi vida y de mi  
carrera.*

*A mi hermano Daniel Valdiviezo por ser  
mi mayor ejemplo a seguir, a quien  
quiero y respeto mucho.*

*A mi hermana Adriana Valdiviezo por  
darme su amor y cariño siempre.*

*Para toda mi familia es todo mi amor y  
consideración por depositar su entera  
confianza en cada reto que se me  
presenta en la vida.*

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más profundo agradecimiento a Dios, quien me dió la vida y me ha acompañado siempre durante mis estudios, brindándome inteligencia y salud en cada día.

Mi agradecimiento a todas las personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial a la Ing. Carla Pretell Vásquez, por brindarme su esfuerzo, dedicación, conocimientos, experiencia, apoyo y motivación los cuales han sido de gran ayuda para mi formación tanto académica como personal, a lo largo de la etapa universitaria hasta la elaboración de la tesis. A ella le estoy muy agradecido.

A los miembros del Jurado, por su orientación y sus sugerencias para la mejora de este trabajo: Ing. Dr. Carlos Eduardo Lescano Anadón, Ing. Ms. Gabriela Barraza Jáuregui. y al Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta.

A mis padres, por haberme forjado como la persona que soy, en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ellos, entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

A mis hermanos, quienes me han brindado siempre sus consejos y apoyo a lo largo de mi vida.

A todos ellos muchas gracias.

## ÍNDICE GENERAL

Carátula .....	i
Aprobación por el Jurado de Tesis .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento .....	iv
Índice general .....	v
Índice de Cuadros .....	viii
Índice de Figuras .....	x
Índice de Anexos .....	xi
Resumen .....	xii
Abstract .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA .....	4
2.1. Uva .....	4
2.1.1. Definición y características .....	4
2.1.2. Variedades de uva de mesa .....	7
2.1.3. Composición química .....	9
2.2. Factores de deterioro de la uva .....	11
2.2.1. Factores biológicos .....	11
2.2.2. Factores microbiológicos .....	14
2.2.3. Factores físicos .....	16
2.3. Ozono .....	18
2.3.1. Definición .....	18
2.3.2. Acción del Ozono .....	19
2.3.3. Métodos de producción de Ozono .....	20
2.3.4. Ventajas del uso de Ozono .....	21
2.4. Almacenamiento refrigerado .....	23

2.4.1. Factores de la refrigeración .....	24
2.4.1.1. Respiración .....	24
2.4.1.2. Transpiración .....	24
2.4.1.3. Producción de etileno .....	25
2.5. Parámetros de calidad a evaluar .....	25
2.5.1. Pérdida de peso.....	25
2.5.2. Firmeza.....	26
2.5.3. Color .....	26
2.5.4. Crecimiento de mohos y levaduras.....	26
2.5.5. Aceptabilidad general .....	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1. Lugar de ejecución .....	30
3.2. Material de estudio y materiales .....	30
3.3. Equipos e instrumentos de laboratorio .....	30
3.4. Métodos.....	31
3.4.1. Esquema experimental .....	31
3.4.2. Diagrama de flujo del proceso experimental .....	33
3.5. Métodos de análisis .....	35
3.5.1. Pérdida de peso.....	35
3.5.2. Firmeza.....	35
3.5.3. Color .....	35
3.5.4. Recuento de mohos y levaduras .....	36
3.5.5. Evaluación sensorial de la aceptabilidad general .....	36
3.6. Método estadístico.....	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1. Efecto de la dosis de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso .....	39
4.2. Efecto de la dosis de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre la firmeza .....	45

4.3. Efecto de la dosis de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre el color .....	50
4.4. Efecto de la dosis de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre el recuento de mohos y levaduras .....	64
4.5. Efecto de la dosis de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre la aceptabilidad general .....	70
V. CONCLUSIONES.....	75
VI. RECOMENDACIONES .....	76
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	77
VIII. ANEXOS .....	88

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición del grano de uva.....	6
Cuadro 2. Composición química de uva .....	9
Cuadro 3. Composición nutricional de distintas variedades de uva.....	10
Cuadro 4. Prueba de Levene modificada para la pérdida de peso en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso .....	42
Cuadro 5. Análisis de varianza de la pérdida de peso en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso .....	43
Cuadro 6. Prueba de Duncan para la pérdida de peso en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso .....	44
Cuadro 7. Prueba de Levene modificada para la firmeza en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso .....	47
Cuadro 8. Análisis de varianza de la firmeza en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.....	48
Cuadro 9. Prueba de Duncan para la firmeza en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.....	49
Cuadro 10. Prueba de Levene modificada para L* en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso .....	52
Cuadro 11. Análisis de varianza para L* en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso .....	53
Cuadro 12. Prueba de Duncan para L* en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso .....	54
Cuadro 13. Prueba de Levene modificada para a* en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso .....	57
Cuadro 14. Análisis de varianza para a* en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso .....	58
Cuadro 15. Prueba de Duncan para a* en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso .....	59

Cuadro 16. Prueba de Levene modificada para $b^*$ en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso .....	61
Cuadro 17. Análisis de varianza para $b^*$ en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso .....	62
Cuadro 18. Prueba de Duncan para $b^*$ en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso .....	63
Cuadro 19. Prueba de Levene modificada para el recuento de mohos y levaduras en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso .....	67
Cuadro 20. Análisis de varianza para el recuento de mohos y levaduras en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso. ....	68
Cuadro 21. Prueba de Duncan para el recuento de mohos y levaduras en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso..	69
Cuadro 22. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.....	73
Cuadro 23. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de la cámara y equipos para ozonizar con las características de diseño .....	31
Figura 2. Esquema experimental de racimos de uva Red Globe sometidos a tratamiento con ozono gaseoso.....	32
Figura 3. Diagrama de flujo para la obtención de racimos de uva Red Globe desinfectados con ozono gaseoso. ....	33
Figura 4. Ficha de evaluación de aceptabilidad general en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso. ....	37
Figura 5. Pérdida de peso en racimos de uva Red Globe tratados con ozono gaseoso en función de los días de almacenamiento.....	39
Figura 6. Valores de firmeza en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función de los días de almacenamiento .....	45
Figura 7. Valores de luminosidad ( $L^*$ ) en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función de los días de almacenamiento .....	50
Figura 8. Valores de $a^*$ en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función de los días de almacenamiento.....	55
Figura 9. Valores de $b^*$ en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función de los días de almacenamiento.....	60
Figura 10. Recuento de mohos y levaduras en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función de los días de almacenamiento.....	64
Figura 11. Rango promedio de las calificaciones de Aceptabilidad general en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función de los días de almacenamiento .....	70

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Pérdida de peso en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso durante el almacenamiento .....	88
Anexo B. Valores de la firmeza en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso durante el almacenamiento .....	89
Anexo C. Valores de Luminosidad ( $L^*$ ) en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso durante el almacenamiento. ....	90
Anexo D. Valores de $a^*$ en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso durante el almacenamiento .....	91
Anexo E. Valores de $b^*$ en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso durante el almacenamiento .....	92
Anexo F. Recuento de mohos y levaduras en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso durante el almacenamiento. ....	93
Anexo G. Resultados de la evaluación sensorial en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso durante el almacenamiento .....	94
Anexo H. Diagrama de flujo para la obtención de racimos de uva Red Globe con exposición a ozono gaseoso.....	99

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de la dosis de ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento a 2 °C sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras, y aceptabilidad general en racimos de uva, de variedad Red Globe. Los frutos de uva fueron cosechados en el fundo Agrícola San José S.A. ubicado en Cieneguillo Centro s/n Carretera Tambogrande (San Lorenzo), Piura, Perú; inmediatamente se trasladaron al Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad Privada Antenor Orrego, donde se seleccionaron, clasificaron, pesaron y dividieron en 3 grupos, colocados en bandejas “clamshell” con tapa ventilada. Luego fueron refrigerados en una cámara a una temperatura de 8 °C, expuestos a ozono gaseoso a dosis de 3 y 25 ppm, y finalmente almacenados a 2 °C durante 28 días; se consideró una muestra control. Cada 7 días fueron evaluadas las variables dependientes. El análisis de varianza mostró efecto significativo de la dosis de exposición a ozono gaseoso y el tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso, firmeza, color y recuento de mohos y levaduras. La Prueba de Duncan, determinó que, a una dosis de 3 ppm de exposición a ozono gaseoso se obtuvieron la menor pérdida de peso, mayor luminosidad  $L^*$  y mejores características de valores  $a^*$  y  $b^*$  al final del almacenamiento; así mismo, a una dosis de 25 ppm de exposición a ozono gaseoso permitieron la mayor firmeza, y menor recuento de mohos y levaduras. En la aceptabilidad general, luego de aplicar la Prueba de Friedman se evidenció efecto significativo de la dosis de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento. Las muestras tratadas con 3 ppm de ozono gaseoso obtuvieron la mayor aceptación sensorial al final del almacenamiento, presentando un promedio de 6.07 puntos, que corresponde a una percepción de “Me gusta ligeramente”.

## ABSTRACT

The effect of dose gaseous ozone exposure and storage time at 2 °C on the physicochemical characteristics, yeasts and molds counts, and general acceptance of Red Globe variety grapes was studied. Grape fruits were harvested from the Agrícola San José S.A. farm located at Cieneguillo Centro, Carretera Tambogrande (San Lorenzo), Piura, Perú; immediately moved to the Food Technology Laboratory of the Antenor Orrego Private University. The fruits were selected, classified, weighed and were divided into 3 groups, placed in "clamshell" trays with vented cap. The fruits were their chilled in a chamber at 8 °C and then exposed to ozone gas at a dose of 3 and 25 ppm, finally stored at 2 °C for 28 days, considering a control sample. Every 7 days the dependent variables were evaluated. The variance analysis showed the significant effect of gaseous ozone exposure dose and storage time on the weight loss, soluble solids, firmness, color, and yeasts and molds counts. Duncan test shown that a dose of 3 ppm of exposure to gaseous ozone allowed provided the lowest weight loss, more lightness L\* and best features of values a\* and b\* at the end of the storage; likewise, at a dose of 25 ppm of exposure to gaseous ozone allowed to get the greater firmness and lowest count of molds and yeasts. The general acceptability after applying the Friedman test, showed significant effect of exposure dose to gaseous ozone and storage time. The treated samples for 3 ppm gaseous ozone exposure were the most accepted at the end of the storage presenting an average of 6.07 points which corresponds to a perception of "I like it slightly".

## I. INTRODUCCIÓN

La demanda mundial para reducir el uso de pesticidas, proteger el medio ambiente y la salud del consumidor, limita cada vez más la aplicación de químicos en productos hortofrutícolas. Debido a ello, el uso del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en la conservación de uva de mesa está siendo cuestionado; por lo que las investigaciones están enfocadas a desarrollar métodos alternativos de control como potenciales sustitutos de su uso (Rivera y Quiroga, 2010)

La aparición de las preferencias del consumidor por alimentos frescos ha provocado una demanda de uso de desinfectantes que permitan la conservación de alimentos sin dejar residuos en ellos y que extiendan la vida útil de frutas y hortalizas, conservando sus características fisicoquímicas, organolépticas, y nutritivas. El tratamiento con ozono está dentro de las tecnologías no térmicas emergentes, que cumple con los requisitos de la Food and Drug Administration (FDA), de Estados Unidos con respecto a una reducción de 5 ciclos logarítmicos de los microorganismos en los productos hortofrutícolas (FDA, 2001).

El ozono, es muy eficaz como desinfectante para productos como la carne, pescado, mariscos, frutas, hortalizas, quesos o huevos, entre otros, su descomposición produce radicales libres, principalmente hidroxilo, y sus efectos están asociados con la inactivación de las enzimas, la alteración de ácidos nucleicos y la peroxidación lipídica a niveles de las membranas microbianas (Pérez, 2012).

La uva de mesa (*Vitis vinifera* L.) es un fruto no climatérico muy perecedero, que muestra graves problemas durante el manejo postcosecha, almacenamiento y comercialización. Su vida útil es más corta por la pérdida de la firmeza, la caída de la baya, la decoloración

del tallo (Meng y otros, 2008), la deshidratación del escojabo, la pudrición por *Botrytis cinerea* y el blanqueamiento (Márquez y Pretell, 2010).

El Perú es el quinto exportador de uva en el mundo al alcanzar en el 2015 un valor de 692 millones de dólares, que significó un avance del 9%, con respecto al valor de las exportaciones en el 2014, con lo que este producto ocupó el primer lugar del ranking de las exportaciones agrícolas no tradicionales, después del café y los espárrago fresco (GESTIÓN, 2015).

Debido a la importancia que está tomando la uva de mesa en el Perú y a nivel mundial, se ha desarrollado el presente proyecto de investigación, en el cual pretende evaluar el efecto de la dosis de ozono gaseoso sobre la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de la uva Red Globe, durante el almacenamiento.

El problema planteado para esta investigación fue:

¿Cuál será el efecto de dos dosis de exposición a ozono gaseoso (3 y 25 ppm) y de cinco tiempos de almacenamiento (0, 7, 14, 21 y 28 días) sobre la pérdida de peso, firmeza, color, recuento de mohos y levaduras, y aceptabilidad general en racimos de uva (*Vitis vinifera* L.) variedad Red Globe?

Los objetivos propuestos fueron:

- Evaluar el efecto de la dosis de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento a 2 °C sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras, y aceptabilidad general en racimos de uva de variedad Red Globe.

- Determinar la dosis de exposición a ozono gaseoso que permita obtener la menor pérdida de peso, mayor firmeza, mejor color, menor recuento de mohos y levaduras y mayor aceptabilidad general en racimos de uva de variedad Red Globe durante 28 días de almacenamiento a 2 °C.

## II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

### 2.1. Uva

#### 2.1.1. Definición y características

El racimo está formado por el raspón que es el conjunto de ramificados pedicelos y los granos engarzados a él. Presentan distintos aspectos en su forma exterior, según su conjunto esté formado por una o más parte, llamándose simples o ramosos; de acuerdo a como sea el contorno, en alargados, redondos o cónicos; y de la manera como estén reunidos los granos, en compactos, sueltos, etc. (García, 2011).

El grano consta de una envoltura externa, que se llama piel u hollejo; de una porción media que ocupa casi todo el contenido, que es la pulpa, y de una parte central donde están alojadas las semillas o pepitas (García, 2011).

Se distinguen en el fruto tres partes: hollejo, pulpa y pepitas.

- **Hollejo (epicarpio).** Es la parte más externa de la uva y como tal, sirve de protección del fruto. En su exterior aparece una capa cerosa llamada pruína (Grupo de investigación en Viticultura, 2009). La cual se adhieren, entre otros microorganismos presentes en el ambiente, las levaduras naturales que pueden desencadenar la fermentación del mosto. La composición del hollejo varía según el estado de madurez, pero, fundamentalmente,

está compuesto por agua, ácidos málico y tartárico, sales, taninos y materia colorante (Agudo, 2014).

El color del hollejo, varía según el estado fenológico en el que se encuentra. En la fase herbácea es de color verde y a partir del envero o de la época de maduración de las uvas, es de color amarillo en variedades blancas, y rosado o violáceo, en variedades tintas (Agudo, 2014). Las sustancias que les brinda estos colores son: la quercitrosida y el quercetrol, para la uva blanca; la enosida y el enidol, para la uva tinta (García, 2011).

El hollejo es el responsable del color, pues es donde residen los polifenoles que dan color al mosto (antocianinas y flavonoides). En las variedades tintoreras también se acumula materia colorante en la pulpa (Grupo de investigación en Viticultura, 2009).

- **Pulpa (mesocarpio).** Es la fracción más importante del grano de uva. Representa del 75 al 80% del peso del grano cuando la uva está madura. La pulpa es translúcida a la excepción de las variedades tintoreras (acumulan aquí sus materias colorantes), aromas, etc. Además, en proporciones pequeñas, se pueden encontrar: sustancias nitrogenadas (proteínas, aminoácidos y sales de amonio), en mayor cantidad en frutos inmaduros; sales minerales (fosfatos, sulfatos, carbonatos y cloruros de potasio, calcio, magnesio y sodio), ácidos fenólicos y ésteres, y pectinas y mucílagos cuya concentración descenderá a medida que el fruto madura. Así mismo, la pulpa se encuentra recorrida por una fina red de haces

conductores, denominándose pincel a la prolongación de los haces del pedicelo (Agudo, 2014).

- **Pepitas.** Representan del 3 al 6% del peso del grano de uva. Normalmente, cada grano contiene cuatro semillas, pero existen casos en los que sólo se encuentran en un número de dos o tres como consecuencia de la ausencia o aborto de varios óvulos. A la baya sin semillas se la denomina baya apirena (Agudo, 2014). Las pepitas son las semillas rodeadas por una fina capa (endocarpio) que las protege. Son ricas en aceites y taninos. Exteriormente se diferencia tres zonas; pico, vientre y dorso. En su interior se encuentra el albumen y embrión (Grupo de investigación en Viticultura, 2009). Destacan entre los componentes de las semillas, los lípidos y las sustancias tánicas. El aceite de semilla de uva se caracteriza por su alto contenido en ácido linoleico y bajo contenido en ácidos grasos saturados (García, 2011).

En el Cuadro 1 se observa la composición del grano de uva.

Cuadro 1. Composición del grano de uva

Parte	Composición del grano	
Racimo	Escobajo	2-5%
	Grano	95-98%
Grano	Pulpa	75-85%
	Película	10-20%
	Pepita	2-5%

Fuente: CITEvid (2008).

### 2.1.2. Variedades de uva de mesa

La uva clasifica según el uso final que se les da por las características de las variedades, así tenemos: para mesa, para pasas, para vino y para jugos. El Perú al no tener los hábitos alimenticios para consumir el jugo, solo, se reconoce tres clases: para mesa, para vino y piscos, y para pasas (Vergara, 2010).

Las uvas que Perú exporta son principalmente Red Globe, Thompson Seedless, Flame Seedles y Superior. Otras variedades que se comercializan son Calmeria, Sugraone, Crimson Seedless, Alfonso Lavallet, Gross Colman, Centennial Seedles, Dawn Seedless, Emperor, Moscatel Rosada, Perlette, Ribier y Ruby Seedless (Ávalos, 2010).

- Red Globe

La uva globo o Red Globe es una variedad de gran tamaño, con notables bayas del tamaño de una ciruela, cáscara firme y cuerpo tierno de grandes semillas. Tiene un sabor dulce y suave y cuando está madura se caracteriza por su color rojo oscuro, al que debe su nombre y brillo ligero. La variedad Red Globe posee grandes racimos. Es una uva muy popular para comer y adornar las fuentes en las mesas, por su hermoso aspecto (CITEvid, 2008).

- Thompson Seedless (Sultanina)

Variedad muy vigorosa, tiene racimos grandes, ramificados con numerosos alerones sueltos y troncocónicos, bayas elipsoidales que terminan en punta de dimensiones pequeñas; piel gruesa de color amarillo dorado; pulpa carnosa generalmente sin semilla. Su madurez media. Es principalmente cultivada para la obtención de pasas y la época de cosecha se da entre enero y febrero (CITEvid, 2008).

- Frame Seedles

Variedad vigorosa de madurez precoz; la época de cosecha se da en los meses de enero y febrero (CITEvid, 2008). Sin semilla, de color rojo con racimos grandes y bayas de tamaño pequeño, a veces presenta problemas de falta de color. El sabor es neutro, aromático, muy agradable y la consistencia es muy crujiente, en conjunto tiene unas características organolépticas siendo muy apetecida en algunos mercados europeos. Presenta una buena productividad y puede ser conducida tanto en poda corta, como en poda larga (Ávalos, 2010).

- Superior Seedless

Uva sin semilla de forma ovoidal, tamaño mediano a grande. Las características de la baya son de color verde claro, verde amarillento, la pulpa es crujiente y de piel gruesa, consistente y algo pruinosa. De racimo

medio a grande, cónico, a veces alado y semicompacto. Vigor muy alto. Buena conservación frigorífica, es una variedad propensa al desgrane y tiene resistencia mediana al transporte (CITEvid, 2008).

### 2.1.3. Composición química

El Cuadro 2 indica la composición de cada una de las partes de la baya de uva.

Cuadro 2. Composición de diferentes partes de la baya de uva

Composición	Escobajo %	Hollejo %	Pulpa %	Pepita %
Agua	30 - 45	60 - 70	75 - 80	25 - 45
Celulosa	50	30	0.5	40
Minerales	5 - 6	1 - 3	0.1 - 1	22 - 4
Azúcares	1	0.4	23.0 - 25.0	0.1
Ácidos orgánicos	0.2 - 0.9	0.4	0,6	1,0
Taninos	01 - 3	1 - 5	0.04	4 - 6
Aceites	0.04	0.08	0.02	13 - 20

Fuente: CITEvid (2008).

En el Cuadro 3 se muestra la composición nutricional de distintas variedades de uva.

Cuadro 3. Composición nutricional de distintas variedades de uva.

Composición	Uva Blanca	Uva Borgoña	Uva Negra	Uva Quebranta	Uva Italia
Energía (Cal)	43.0	82.0	67.0	66.0	66.0
Agua (g)	87.8	77.0	81.2	81.4	81.1
Proteína (g)	0.3	0.9	0.2	0.5	0.4
Grasa (g)	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1
Carbohidratos (g)	11.3	21.3	18.1	17.7	17.7
Fibra (g)	0.4	0.6	0.3	0.5	0.4
Ceniza (g)	0.4	0.5	0.4	0.3	0.7
Calcio (mg)	5.0	18.0	6.0	14.0	19.0
Fósforo (mg)	20.0	32.0	20.0	11.0	28.0
Hierro (mg)	0.8	1.1	2.2	0.4	0.5
Retinol (mg)	4.0	13.0	0.0	0.0	3.0
Tiamina (mg)	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0
Riboflavina (mg)	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1
Niacina (mg)	0.1	0.3	0.2	0.1	0.2

Fuente: Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (2009).

## 2.2. Factores de deterioro de la uva

### 2.2.1. Factores biológicos

Los vegetales son sometidas a condiciones químicas y físicas que pueden dar lugar a daños los cuales conducen a cambios fisiológicos tales como el aumento en la tasa de respiración y producción de etileno, lo que produce alteraciones del metabolismo y acortan la vida útil en los vegetales (De Lama, 2010).

- **Respiración de vegetales.** La respiración es un indicador de los productos vegetales y es el factor principal de la pérdida de calidad de los productos frescos. En la respiración se consume las reservas de energía como los carbohidratos convirtiéndose en  $\text{CO}_2$ , agua y calor, este último debe ser eliminado, porque un incremento de la temperatura aumentaría la actividad metabólica y, por lo tanto, la degradación de la calidad, llevando el producto hasta su inutilización para el consumo (De Lama, 2010).
- **Producción de etileno.** El etileno es el más simple de los compuestos orgánicos que afectan los procesos fisiológicos de las plantas. Es un producto natural del metabolismo de los tejidos vegetales y su velocidad de producción depende de cada fruta. Sin embargo, existen algunos factores que producen estrés en la planta y estimulan la síntesis de este gas, dentro de los que destacan la pérdida excesiva de agua, daño físico o ataque por patógenos. El etileno funciona como

hormona y regula muchos aspectos del crecimiento, desarrollo y senescencia y es fisiológicamente activo a niveles de trazas (menos de 0.1 ppm) (Armando, 2007).

La uva es una fruta no climatérica que debe ser cosechada con los atributos de sabor, color, aroma y atractividad, desarrollados mientras esté en la planta. Los frutos no climatéricos, no muestran aumento en la tasa de respiración durante la maduración. Pero, en muchos presentan un incremento en la síntesis de etileno (Ávalos y otros, 2006)

Existen otros factores biológicos tales como:

- **Aves.** Diversas especies de aves silvestres atacan los racimos de la uva, especialmente a partir del cambio de color al iniciarse el proceso de maduración. Los daños causados por aves son más importantes en uvas para mesa, por el daño estético que causan al racimo, reduciendo su valor comercial. Los daños causados en las bayas de los racimos, las aves no consumen la totalidad de la baya, esta puede cicatrizar o se consumida por plagas secundarias como abejas y avispas (Chávez y Arata, 2004).
- **Avispas y abejas.** Diversas especies de avispas, en especial las conocidas como “*Quirquincho*” *Polistes spp.* y *Vespula spp.* pueden atacar y dañar severamente los

racimos de la uva. A estas se les asocian poblaciones de abejas *Apis mellífera* tanto domésticas como aquellas que viven de manera silvestre en los alrededores de los viñeros. Los daños causados se observa en los racimos de uva, las bayas solo con la piel (Chávez y Arata, 2004).

Las avispas pican los granos más maduros, a los que rompen la epidermis y succionan sus jugos. También producen daños indirectos, sobre todo en uva de mesa, al constituir las heridas en los granos puertas de entrada a enfermedades tales como “podredumbre gris” (*Botrytis*), “podredumbres secundarias” (*Alternaria, stemphylium*) y “podredumbre ácida” (levaduras y bacterias acéticas). Frecuentemente el jugo cae sobre el resto del racimo, que lo mancha y lo hace inservible como uva de mesa (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2004).

- **Ratas y Ratones.** Los daños que causan estos roedores se manifiestan en los racimos, que son consumidos directamente.

### 2.2.2. Factores microbiológicos

- ***Botrytis cinerea***. Es el hongo que causa la podredumbre gris. Este microorganismo prospera en ambientes húmedos; es frecuente en años de lluvia o de altas humedades relativas.

La presencia de esta enfermedad se observa en el raspón del racimo manchas de color marrón oscuro. Durante el envero los frutos presentan un moho grisáceo y aspecto podrido. Sobre un racimo recién formado se puede observar que se seca completamente (Chávez y Arata, 2004).

- ***Uncinula necátor***. Es el hongo que causa la enfermedad de Oidium (Oídio), también conocida como “caracha”. Es una de las importantes enfermedades de la uva y a la que se debe brindar especial atención debido a que puede ocasionar pérdidas cuantiosas en ataques severos.

Afecta todos los órganos verdes de la uva en diferentes momentos; brotes, hojas, sarmientos, flores y racimos. Prospera en condiciones de temperaturas elevadas durante el día, noches frescas. Tiene la capacidad de adaptarse a ambientes de baja humedad relativa.

Se observa los daños causados en los racimos cuando al principio los granos aparecen con color plomizo y luego se recubren de polvillo ceniciento. La elasticidad de la piel de las bayas se pierden, por eso al crecer se rajan los frutos (Chávez y Arata, 2004).

- **Hongos saprófitos.** Presentes en el medio ambiente que originan las podredumbres secundarias, las cuales han sido confundidas con la podredumbre gris o con la podredumbre ácida.

Todos los hongos secundarios producen descomposición de las bayas, empezando en puntos aislados del racimo y extendiéndose por todo él si se dan condiciones muy favorables para ellos. Para diferenciarlos hay que observar detenidamente las fructificaciones del hongo, pues cada uno provoca una reacción distinta de la baya, tanto en el color como en consistencia (Ministerio de agricultura, Pesca y Alimentación, 2004).

- ***Aspergillus niger*.** Las bayas se cubren de una eflorescencia blanca, que termina por ennegrecerse, formada por las fructificaciones del hongo; pierden su consistencia y se desprenden fácilmente del pedúnculo. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2004).
- ***Alternaria sp.*** Presenta fructificaciones en la superficie, cuya coloración inicial suele ser verde oscuro, evolucionando a negro cuando la colonia es vieja. Las bayas pierden su consistencia lentamente, no desprendiéndose generalmente del pedúnculo. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2004).
- ***Rhizopus nigricana*.** Se extiende por toda la baya con amplio desarrollo de un micelio blanquecino acabado en puntos blancos que evolucionan a negro. Las bayas quedan

momificadas en el racimo. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2004).

- ***Cladosporium herbarum***. Presenta colonias aterciopeladas de color gris-verdoso oscuro. Las bayas atacadas endurecen la piel y quedan consumidas. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2004).
- ***Penicillium sp.*** Las bayas presentan una unción marrón clara al principio, apareciendo después pústulas de color blanco que evolucionan a un verde azulado. La baya pierde consistencia y se rompe con facilidad. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2004).

### 2.2.3. Factores físicos

- **Transpiración de vegetales.** Debido a que las frutas y hortalizas tiene una actividad de agua alta (0.90 – 0.99), se produce pérdida de agua por transpiración. Se trata de un cambio físico que ocurre por la existencia de una gradiente de la presión de vapor de agua entre la atmósfera externa y la atmósfera interna próxima a la superficie de los frutos (De Lama, 2010).

La transpiración o pérdida de agua es la principal causa de deterioro debido a que provoca no solamente pérdidas cuantitativas indirectas (pérdida de peso) sino también daño de la apariencia (marchitamiento), calidad de la textura (ablandamiento, flacidez y pérdida de firmeza y jugosidad), así como, calidad nutricional (Armando, 2007).

- **Temperatura.** Las temperaturas inadecuadas en el almacén pueden causar daños biológicos o químicos, también puede ocasionar daños físicos. Para los vegetales, las temperaturas no deben ser demasiado bajas como las de congelación, pues el frío dañaría los productos ocasionando la ruptura de la célula de la plante (Intermediate Technology Development Group, 2006).
- **Humedad relativa.** Todos los microorganismos, incluyendo al moho, necesita de humedad para sobrevivir y multiplicarse. Sí el contenido de humedad en un producto que va almacenarse es lo suficientemente bajo, los microorganismos no podrán crecer, siempre y cuando la humedad en el almacén también se mantenga baja. Por tanto, debe evitarse el ingreso de humedad excesiva (Intermediate Technology Development Group, 2006).

Las uvas no continúan madurando después de la recolección, de manera que deben ser recolectadas justamente cuando hayan alcanzado su óptima madurez. Con el fin de prolongar su periodo de almacenamiento, las uvas deben preenfriarse después de la recolección. Se recomienda almacenarlas a una temperatura de -1 °C. La mayoría de las variedades se pueden enfriar hasta -2 °C, sin que se congelen. Cuando las uvas pierden por evaporación 1.2% o más de un peso, su apariencia recibe un impacto adverso, para esto es recomendable una humedad relativa de 90-95% (Gil, 2004; Intermediate Technology Development Group, 2006).

## 2.3. Ozono

### 2.3.1. Definición

El ozono ( $O_3$ ), es una molécula de carácter oxidante formada por tres átomos de oxígeno de color azulado a temperatura ambiente y de refrigeración, con un penetrante y característico olor acre en estado gaseoso. Es un potente oxidante y el quinto en potencial de oxidación termodinámica, tras el flúor, cloro, trifluoruro y oxígeno atómico (Aguayo, 2010).

El ozono ( $O_3$ ) se forma por un alto consumo de energía que divide una molécula de oxígeno ( $O_2$ ) en el aire. Las moléculas de oxígeno simple (O) rápidamente se combinan con el  $O_2$  disponible para formar el ozono. Comercialmente, la radiación ultravioleta y más frecuentemente el método de corona de descarga eléctrica es usado para generar ozono. El ozono es el único producto, que cuando se descompone, es oxígeno; por lo tanto los productos alimenticios tratados con ozono son libres de residuos desinfectantes como ocurre con otros desinfectantes como el hipoclorito de sodio. La eficiencia del ozono como desinfectante o fuerte removedor de residuos depende de factores ambientales. Un incremento de la temperatura o medio acuoso produce una disminución de su solubilidad y, por lo tanto, disminución de su eficiencia. La estabilidad del ozono aumenta con el descenso del pH. El incremento de la humedad es otro factor que afecta fuertemente la eficiencia del ozono (Karaca y Velioglu, 2007; Xu, 2008).

El ozono es el agente oxidante que actúa más rápidamente en la desinfección propiciando un excelente control microbiológico. El ozono es muy rápido y eficaz en su actuación, siendo además inodoro, insípido y no se le conoce derivados que pudieran ser perjudiciales para la salud (Gimferrer, 2011).

### **2.3.2. Acción del ozono**

El tratamiento con ozono gaseoso retrasa en un 20 o 30% la maduración de muchos vegetales a concentraciones bajas (0.05 ppm) en la atmósfera de frigoríficos o cámaras, lo que permite la prolongación de su vida útil. Esto se debe principalmente a la acción del ozono sobre el etileno ( $H_2C=CH_2$ ), compuesto orgánico que actúa en el inicio de la maduración de frutas y verduras (Seminario y otros, 2010; Parzanese, 2001).

La principal utilidad de un generador de ozono en la conservación de alimentos vegetales es su habilidad de atacar, reducir y eliminar las bacterias que causan la mayoría de los problemas durante el almacenamiento, permitiendo un alto grado de humedad, por lo que hay menores pérdidas de peso (Seminario y otros, 2010).

La fruta es uno de los alimentos más delicados en lo que a su conservación y almacenaje se refiere. Esta perecibilidad se debe a su alto contenido de agua, alrededor de un 90%, lo que en el momento del almacenamiento genera un ambiente con humedad relativa elevada, creando en consecuencia las condiciones necesarias para el desarrollo y proliferación de

microorganismos Actualmente existen numerosos estudios que confirman la eficacia del ozono para la conservación de manzanas, duraznos, bananas, naranjas, melocotones, peras, plátanos, melones, fresas, uvas, papas, tomates, obteniendo resultados positivos en su conservación luego de la exposición a ozono gaseoso (Gimferrer, 2011).

### **2.3.3. Métodos de producción de ozono**

El método más utilizado para producir importantes cantidades de ozono es el de descarga en corona ("corona discharge"). Se usa un generador que está formado por dos electrodos, uno de alta y otro de baja tensión, separados por un medio dieléctrico pegado al electrodo de alta tensión, de forma que se crea un espacio entre la capa de material y el electrodo de baja tensión, llamado hueco de descarga. Cuando se aplica una corriente alterna de alto voltaje a través del hueco de descarga en presencia de aire u  $O_2$ , excita a los electrones del  $O_2$ , produciéndose la ruptura de la molécula de  $O_2$ ; los dos átomos libres se combinan con dos moléculas de  $O_2$  y se forman dos moléculas de ozono. La producción de ozono depende del voltaje, de la frecuencia de la corriente de las propiedades y espesor del material dieléctrico, del hueco de descarga y de la presión absoluta dentro del hueco de descarga. Si se utiliza aire como fuente de alimentación del generador, se produce del 1 al 3% de  $O_3$ . Sin embargo, usando  $O_2$  puro se puede conseguir un 6% de ozono. Además del método fotoquímico y del método de corona, el ozono se puede producir por métodos químicos, térmicos, quimionucleares y electrolitos. Un nuevo método en la producción de ozono implantado por Lynntech, es un proceso

electroquímico, en el cual el agua se descompone en átomos de oxígeno que se combinan para formar ozono y moléculas de  $O_2$ , que al parecer produce sobre el 10 al 18% de ozono en la mezcla resultante (Guzel-seydim y otros, 2004).

#### **2.3.4. Ventajas del uso de ozono**

El ozono no deja residuos detectables en el producto tratado, se descompone rápidamente en oxígeno y es amigable con el ambiente, es un poderoso agente antimicrobiano, efectivo contra patógenos para el ser humano, además de reducir la incidencia y la severidad del deterioro causado por diferentes microorganismos, pudiendo ser usado incluso en la eliminación de pesticidas (Pérez, 2012).

El ozono puede integrarse a cualquier configuración acuosa o gaseosa existente con un mínimo de adaptación al agua y la energía. El ozono acuoso puede ser utilizado a través de aspersores, duchas o cascadas, además puede ser conectado directamente a tanques de enjuague; mientras que el ozono gaseoso puede aplicarse en cualquier lugar de almacenamiento (Seminario y otros, 2010).

El ozono, que puede ayudar a prolongar la vida útil mientras que preserva el sabor, la textura, olor y color de los productos frescos. Además de ser utilizado como un desinfectante antimicrobiano directamente en productos alimenticios, el ozono puede ser utilizado como un desinfectante de superficies, antes, durante o después de ciclos de producción (Guzel-seydim y otros, 2004).

La descomposición del ozono produce radicales libres, principalmente hidroxilo, y sus efectos están asociados con la inactivación de las enzimas, la alteración de ácidos nucleicos y la peroxidación lipídica a nivelas de las membranas microbianas. Tiene una vida media de 20 a 30 min en agua a 20 °C, en función de la carga orgánica del medio en que se encuentre disuelto (Pérez, 2012).

Su uso se ha ido generalizando con el paso del tiempo en la desinfección de aguas, área donde muestra gran eficacia. Sus principales ventajas son que no deja residuos químicos y no confiere aromas u olores particulares al producto final, como ocurre con otros desinfectantes como el hipoclorito (Gimferrer, 2011).

El ozono es aplicado a las frutas y verduras, ya sea en una solución acuosa (ozono disuelto en agua) o en forma gaseosa en las instalaciones de almacenamiento en frío y AC (atmósfera controlada). El ozono es un desinfectante y oxidante de amplio espectro, matando con eficacia a todos los patógenos conocidos de los seres humanos y de los alimentos, incluyendo *E.coli*, *Listeria*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Campylobacter* y *Pseudomonas*, que pueden destruir rápidamente los alimentos en almacenamiento en frío (Guzel-seydim y otros, 2004).

Reduce la descomposición, mata bacterias, levaduras y mohos, por otra parte es muy efectivo en el control de la maduración, así como también reduce la población microbiana para aumentar la seguridad alimenticia (Guzel-seydim y otros, 2004).

Se debe tener en cuenta las condiciones máximas y mínimas permisibles para la exposición de personas a concentraciones de ozono, debido a que el aire existe en un ambiente cerrado, se va enrareciendo al disminuir su contenido de oxígeno y aumentar el óxido de carbono, con concentraciones de ozono. En ambientes donde permanezcan personas durante más de 8 horas al día, la concentración no deberá ser superior a 0.1 ppm, o lo que es lo mismo a 0.2 mg O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> de aire. (Organización mundial de la salud, 2016).

#### **2.4. Almacenamiento refrigerado**

El almacenamiento en refrigeración y la conservación por frío durante la distribución y venta, es una etapa necesaria y exigible en las frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas. Esto se basa en la idea de que las temperaturas de refrigeración lentifican el crecimiento de la mayoría de microorganismos. Para las frutas y hortalizas existe una gran variación en la temperatura óptima de refrigeración. Casp y Abril (2003) prefieren denominar a las temperaturas entre 10 y 15 °C como temperaturas de enfriamiento y entre 0 – 2 °C y 5 – 7 °C como temperaturas de refrigeración. De esta manera, es importante tener conocimiento de que las temperaturas de refrigeración y enfriamiento dependen en gran medida del tipo de alimentos de que se trate.

La refrigeración como obstáculo del deterioro, está suficientemente probada y es un factor de utilización continuado y un método de conservación de frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas. Cuando se separan de la planta, las frutas, hortalizas y flores son aun tejidos vivos que respiran. El mantenerlos a la

temperatura más baja posible (0 °C para los cultivos de climas templados o 10 a 12 °C para los cultivos sensibles al daño por frío) aumentara su vida de almacenamiento por la disminución de la velocidad de respiración, por su sensibilidad más baja al gas etileno y por la menor pérdida de agua que sufren. Reduciendo la tasa de pérdida de agua se disminuye también la velocidad de marchitamiento y resecamiento, que es una causa seria de pérdida postcosecha (Pelayo y Castillo, 2002; Casp y Abril, 2003).

Sin embargo, si este almacenamiento en cámaras frigoríficas no se realiza en las condiciones adecuadas trae consigo mermas en el peso, deterioro en la presentación y disminución de aroma sabor y valores nutrientes (Schulz, 2006; Balboa, 2004; Madrid, 2011).

#### **2.4.1. Factores que afectan la refrigeración**

##### **2.4.1.1. Respiración**

La respiración es un proceso metabólico que toma como materia prima a los azúcares, almidón y ácidos orgánicos para someterlos a una degradación oxidativa resultando en moléculas más simples. Tal actividad se manifiesta por la emisión de calor, CO<sub>2</sub> y vapor de agua. La velocidad de respiración se reduce a la mitad por cada 10 °C en que disminuye la temperatura (Balboa, 2004; Madrid, 2011).

##### **2.4.2.2. Transpiración**

La transpiración se da por la diferencia entre la presión del producto y la del ambiente que los rodea, se facilita la pérdida de agua en forma de vapor. La pérdida de este vapor de agua se produce

por las estomas, lenticelas, cutículas y heridas provocando pérdida de firmeza, y puede llegar hasta el arrugamiento de la epidermis (Balboa, 2004).

#### **2.4.2.3. Producción de etileno**

El etileno es una fitohormona que se encuentra en los tejidos de los vegetales, y actúa:

- En productos climatéricos. Estimula la maduración y en exceso provoca pérdida de la calidad por aceleración de procesos metabólicos.
- En productos no climatéricos. Provoca el cambio de color externo y acelera la senescencia (Balboa, 2004).

### **2.5. Parámetros de calidad a evaluar**

#### **2.5.1. Pérdida de peso**

La pérdida de humedad con el correspondiente marchitamiento y arrugamiento, es uno de los cambios obvios en que se pierde la frescura de las frutas y hortalizas. Puesto que las frutas y hortalizas tienen un 72-95% de agua, pierden humedad rápidamente siempre que la HR sea inferior al 90%. Normalmente una pérdida de humedad del 3 - 6% es suficiente para provocar un marcado deterioro de la calidad de muchos productos. En consecuencia, es importante reducir esas pérdidas de humedad mediante la disminución de la temperatura, incremento de la HR y reducción de movimiento del aire (Acuña, 2009; Albanese y otros, 2007).

### **2.5.2. Firmeza**

La firmeza es un atributo muy importante en la postcosecha de los frutos. El excesivo ablandamiento es uno de los principales factores determinantes de la pérdida de calidad, ya que los productos más firmes soportan mejor el manipuleo y el transporte porque son más propensos al desarrollo de microorganismos (Madrid, 2011).

### **2.5.3. Color**

El color es el primer contacto que tiene el consumidor con un alimento, condicionando sus preferencias e influenciando su elección. Durante la maduración de los frutos su color cambia debido a la pérdida de clorofilas y a la síntesis de otros pigmentos como los carotenoides y las antocianinas (Godoy, 2004).

### **2.5.4. Crecimiento de mohos y levaduras**

Los microorganismos constituyen un factor muy importante en las frutas y hortalizas procesadas en fresco. Las bacterias, levaduras y mohos son responsables de hasta el 15% de la alteración post-cosecha y representan pérdidas económicas muy significativas para todos los industriales implicados en la cadena de distribución. Además, los productos que muestran signos de crecimiento microbiano incluso sin pudrición clara son estéticamente desagradables y no aceptables por el consumidor. Por lo tanto pueden ser un problema potencial en

frutas y bebidas de frutas, especias, oleaginosas, granos, cereales y sus derivados (Camacho y otros, 2009).

### **2.5.5. Aceptabilidad general**

La aceptabilidad general constituye en la actualidad una de las más importantes herramientas para el mejor desenvolvimiento de las actividades de la industria alimentaria. Así pues, por su aplicación en el control de calidad y de los procesos, el diseño y desarrollo de nuevos productos y en la estrategia del lanzamiento de los mismos al comercio, la hace sin duda, coparticipe del desarrollo y avance mundial de la alimentación (Salas, 2010).

Es muy importante considerar las propiedades organolépticas de los alimentos y su evaluación desde el punto de vista de los sentidos humanos; el análisis sensorial comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos e intenta aislar las propiedades sensoriales de los alimentos y aporta una información muy útil para el desarrollo de productos, para los tecnólogos alimentarios y para las empresas (Salas, 2010).

### **Clasificación de pruebas sensoriales**

Las pruebas sensoriales se clasifican de diferentes formas. Los expertos en estadística las clasifican en pruebas paramétricas y no paramétricas de acuerdo al tipo de datos con la prueba. Los especialistas en pruebas sensoriales y los científicos de los alimentos las clasifican en:

- Afectivas (orientadas al consumidor).
- Analíticas (orientadas al producto).

#### **a) Pruebas orientadas al consumidor (afectivas)**

- **Pruebas Hedónicas:** Cuando se desea evaluar más de dos muestras a la vez o cuando se desea obtener mayor información acerca de un producto, se puede recurrir a las pruebas de medida del grado de satisfacción. Consiste en pedirle a los panelistas que den su informe sobre el grado de satisfacción que tienen de un producto.

La escala verbal va desde me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo, las escalas deben ser impares (5, 7, 9 puntos) con un punto intermedio de ni me gusta ni me disgusta. Se evalúa el rango promedio obtenido (Anzaldúa-Morales, 2005).

Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuanto agrada o desagrada un producto. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas y que comúnmente van desde “Me desagrada muchísimo”, pasando por “No me agrada ni me desagrada”, hasta “Me agrada muchísimo”. Las pruebas hedónicas se utilizan para evaluar la aceptación o rechazo de un producto determinado y aunque su realización puede parecer rutinaria, el planteo es muy complejo y debe hacerse con rigor para obtener ratos significativos (Anzaldúa – Morales, 2005).

**b) Pruebas orientadas al producto (analíticas)**

En las pruebas orientadas hacia el producto, se emplean pequeños paneles entrenados que funcionan como instrumentos de medición. Los paneles entrenados se utilizan para identificar diferencias entre productos alimenticios similares o para medir la intensidad de sus características tales como sabor (olor y gusto), textura y apariencia (Anzaldúa – Morales, 2005).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis respectivos se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Planta Piloto de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

#### 3.2. Material de estudio y materiales

Material de estudio

- Racimos de uva (*Vitis vinifera* L.) variedad Red Globe, proporcionados por la empresa Agrícola San José S.A. ubicado en Cieneguillo Centro s/n Carretera Tambogrande (San Lorenzo), Piura, Perú.

Materiales

- Bandejas de plástico tipo “clamshell” de 200 g de capacidad.

#### 3.3. Equipos e instrumentos de laboratorio

- Generador de ozono corona de descarga. Marca Ozonomatic. Flujo: 500 mg/h. Voltaje 220.
- Equipo de cámara para ozonizar, refrigerador marca General Electric, modelo gav5samrbs. Dimensiones de la cámara: base 53.5 cm largo x 52 cm ancho x 83.5 cm alto. Volumen de la cámara: 0.122 m<sup>3</sup>. Espesor de tubería: 14 mm (Figura 1).
- Refrigeradora marca Bosch, modelo Frost 44. Rango 0 – 8 °C.
- Equipo portátil de medidor de ozono marca Ozilla, modelo GD-901, rango de medición de 0.00 – 50.00 ppm.
- Termómetro digital marca Multidigital, rango de 1° – 100 °C.
- Balanza analítica marca Metteler Toledo con capacidad 0 – 210 g. Sensibilidad: 0.01 g.

- Colorímetro Minolta. Modelo CR – 400.
- Texturómetro Instron modelo 3342.
- Vasos de precipitación.
- Placas Petri.

En la Figura 1 se muestra el esquema de la cámara y equipos para ozonizar racimos de uva Red Globe.

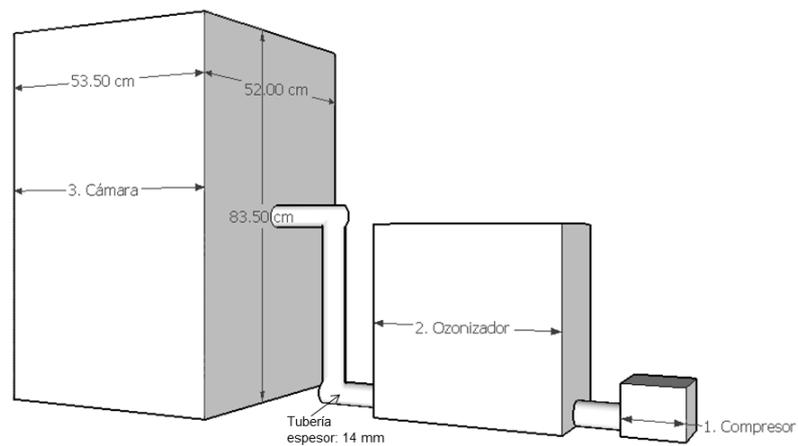


Figura 1. Esquema de la cámara y equipos para ozonizar.

### 3.4. Métodos

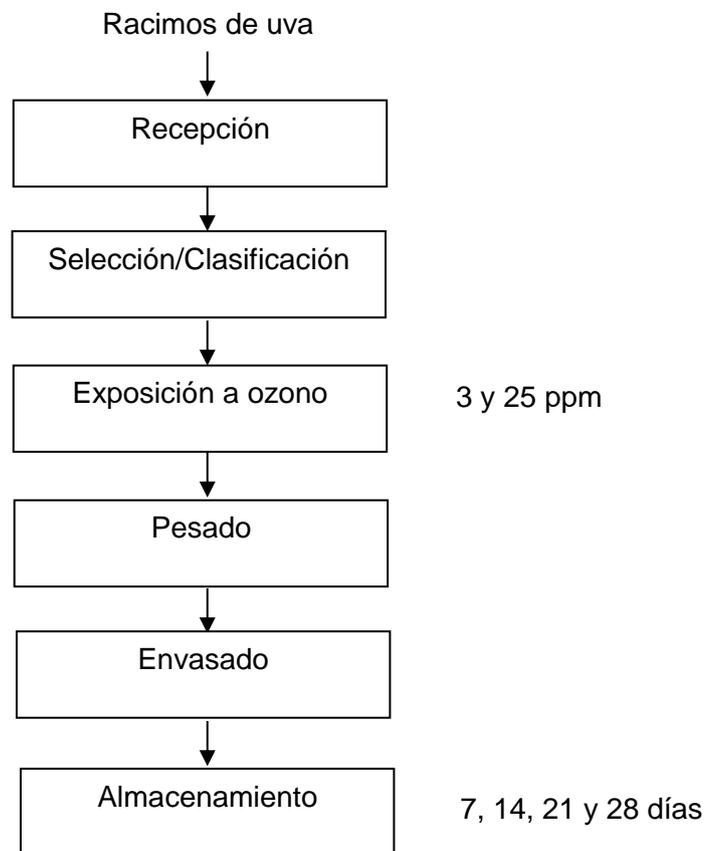
#### 3.4.1. Esquema experimental

La Figura 2 muestra el esquema experimental para la desinfección de racimos de uva con ozono gaseoso. Las variables independientes son dosis de exposición a ozono gaseoso (0, 3 y 25 ppm) y tiempo de almacenamiento (0, 7, 14, 21 y 28 días); y como variables dependientes las características fisicoquímicas (pérdida de peso, color y firmeza), recuento de mohos y levaduras y aceptabilidad general.



### 3.4.2. Diagrama de flujo

En la Figura 3, se presenta el diagrama de flujo para la obtención de racimos de uva de variedad Red Globe, mínimamente procesados envasados y sometidos a tratamiento con ozono.



**Figura 3. Diagrama de flujo para la obtención de racimos de uva Red Globe desinfectados con ozono gaseoso.**

A continuación se describe cada etapa del proceso para la obtención de racimos de uva envasados y desinfectados con ozono gaseoso.

**Recepción.** La uva fue cosechada a mano en la provincia de Tambogrande, departamento de Piura, considerando un color visual el cual fue rojo y depositado en jabas de plástico con capacidad de 10 kg. La uva se recibió en laboratorio teniendo cuidado de no proporcionarle daño físico o mecánico durante su transporte (González-Aguilar y otros, 2005).

**Selección/Clasificación.** Las uvas se seleccionaron en su madurez comercial y de acuerdo a las condiciones físicas en las que se encontraron, además de no contar daños físicos y/o presencia de hongos.

**Exposición a ozono.** Los racimos de uva fueron colocados a una temperatura de 8 °C en una cámara de refrigeración de dimensiones: 53.5 cm largo, 52 cm ancho, 83.5 cm alto y de volumen de 0.122m<sup>3</sup>, la cual estuvo conectada mediante una tubería de 14 mm de diámetro al equipo generador de ozono (flujo de 500 mg/h), donde recibieron los tratamientos de 3 y 25 ppm (en tiempos de 5 y 10 min, respectivamente), según lo indicado en el esquema experimental (Figura 1).

**Pesado.** Se pesó aproximadamente 150 g de fruto por cada tratamiento; utilizando una balanza analítica y registrando el valor previo a su almacenamiento en refrigeración.

**Envasado.** Se realizó en bandejas tipo “clamshell”, utilizadas especialmente para exportación.

**Almacenamiento.** Se realizó a una temperatura de 2 °C, y una humedad relativa entre 85-90% durante 28 días, para la evaluación de las características de calidad.

### **3.5. Métodos de análisis**

#### **3.5.1. Pérdida de peso**

Se determinó periódicamente pesando los envases antes y después de cada periodo de almacenamiento. Los resultados fueron expresados como porcentaje de pérdida de peso respecto al peso inicial, se trabajara con tres repeticiones (Godoy, 2004).

#### **3.5.2. Firmeza**

La firmeza se determinó de manera instrumental, considerándose una muestra de 5 bayas de uva por cada tratamiento, se utilizó un texturómetro Instrom modelo 3342 (Zapata y otros, 2010).

Los parámetros de ensayo se tomaron de la siguiente manera:

- Modo: Medida de fuerza de compresión.
- Opción: Retorno al inicio.
- Velocidad de pre-test: 1.0 mm/s.
- Velocidad de test: 1.0 mm/s.
- Velocidad de post-test: 10 mm/s.

#### **3.5.3. Color**

Se utilizó el sistema CIELAB, usando un colorímetro Kónica-Minolta, modelo CR- 400. El equipo fue calentado durante 10

min y calibrado con un blanco estándar, se trabajó con un promedio de 5 muestras. Luego se determinó las características de color expresados en términos de luminosidad,  $L^*$  ( $L^*=0$  para negro y  $L^*=100$  para blanco),  $a^*$  (valores negativos para verde y valores positivos para rojo),  $b^*$  (valores negativos para azul y valores positivos para amarillo) los cuales variaron durante el almacenamiento (Godoy, 2004).

#### **3.5.4. Recuento de mohos y levaduras**

Se pesó 10 g de muestra que fueron homogenizadas en 90 mL de agua peptonada al 0.1%. Se realizaron una serie de diluciones preparadas en 9 mL de agua peptonada con 1 mL de alícuota y se extendió en la superficie del medio de cultivo selectivo. El medio Agar Sabouraud se usó para el recuento de mohos y levaduras. Los recuentos de sus colonias se enumeraron luego de una incubación a 21 °C por 48 horas. Los resultados se reportaron en ufc/g (Wei y otros, 2005).

#### **3.5.5. Evaluación sensorial de la aceptabilidad general**

Las muestras se sometieron a un análisis sensorial para evaluar la aceptabilidad general usando una escala hedónica estructurada de 9 puntos, donde 9: me gusta muchísimo, hasta 1: me disgusta muchísimo. Se trabajó con 30 panelistas no entrenados, consumidores de bayas de uva y representantes del público objetivo, el cual son personas de cualquier edad (Anzaldúa-Morales, 2005). Las tres muestras se entregaron al mismo tiempo a cada panelista para que puedan evaluarlas. Se utilizaron los mismos panelistas en cada día del análisis de las muestras.

En la Figura 4 se muestra el tipo de ficha de evaluación sensorial que se empleó en la investigación.

<b>Producto: Uvas frescas</b>			
<b>Ficha de evaluación</b>			
Nombre:.....	Fecha:.....		
Observe y clasifique cada muestra según la escala que se presenta en el cuadro, correspondiente a la apreciación según su nivel de agrado o desagrado			
<b>ESCALA</b>	<b>419</b>	<b>312</b>	<b>217</b>
Me gusta muchísimo	_____	_____	_____
Me gusta mucho	_____	_____	_____
Me gusta bastante	_____	_____	_____
Me gusta ligeramente	_____	_____	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____	_____	_____
Me disgusta ligeramente	_____	_____	_____
Me disgusta bastante	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____
Me disgusta muchísimo	_____	_____	_____
Comentarios: ..... .....			
Muchas gracias!			

**Figura 4. Ficha de evaluación de aceptabilidad general en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

### 3.6. Método estadístico

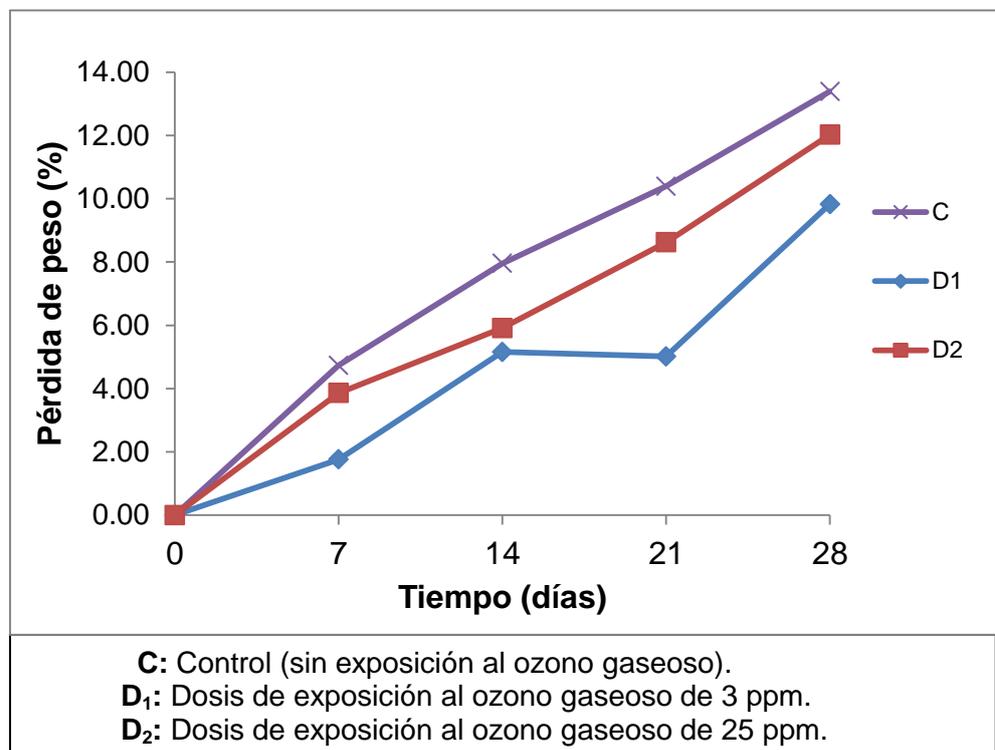
El método estadístico correspondió a un diseño bifactorial, con 3 repeticiones. Para pérdida de peso, firmeza, color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ), recuento de mohos y levaduras, se empleó la prueba de Levene modificada para determinar la homogeneidad de varianzas (Montgomery, 2004), posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANVA), y a continuación, al existir diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan la cual comparó los resultados mediante la formación de subgrupos y se determinó de esta manera el mejor tratamiento. La aceptabilidad general fue evaluada mediante las pruebas de Friedman y Wilcoxon (datos relacionados).

Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95%. Para procesar los datos se utilizó el software especializado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 22.0.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Efecto de la dosis de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso.

En la Figura 5, se muestra el porcentaje de pérdida de peso en función del tiempo de almacenamiento para los diferentes tratamientos, se puede observar que esta variable en los racimos de uva Red Globe fue incrementando durante los días de almacenamiento.



**Figura 5. Pérdida de peso en racimos de uva Red Globe tratados con ozono gaseoso en función de los días de almacenamiento.**

La velocidad de pérdida de peso fue siempre mayor en la muestra control, en comparación, con las muestras tratadas con ozono gaseoso, lo que significó que esta técnica postcosecha redujo la pérdida de agua en forma de vapor del tejido vegetal (Hernández-Muñoz y otros, 2008).

Los racimos de uva Red Globe tratados con ozono gaseoso a una dosis de 3 ppm ( $D_1$ ), presentaron las menores pérdidas de peso a los 28 días de almacenamiento, con 9.83%, seguidas de las muestras sometidas a 25 ppm ( $D_2$ ) con 12.02%. Mientras que para la muestra control sin exposición a ozono gaseoso (C) mostraron la mayor pérdida con 13.39%. Los resultados completos de la pérdida de peso durante el almacenamiento se observan en el Anexo A.

La pérdida de peso de las frutas se asocia principalmente con la respiración y evaporación de la humedad a través de la piel, que se ve favorecida por la degradación de la membrana y la pared celular, durante el almacenamiento y luego del procesamiento, lo que también resulta en la pérdida de turgencia. La pérdida de peso puede implicar la pérdida de calidad y, en consecuencia, el rechazo de los consumidores (James y Ngarmsak, 2010; Herrera, 2013).

La velocidad de transpiración depende de los factores biológicos de cada producto y de las condiciones ambientales en las que son mantenidos, constituye el proceso a través del cual el vapor de agua de los tejidos es transferido al aire que rodea al producto. Este presenta uno de los factores de deterioro comúnmente manifestado durante la postcosecha, debido al elevado contenido de agua; generando en el fruto una apariencia poco atractiva y considerables

pérdidas de peso, disminuyendo su calidad y valor comercial (Mendoza, 2014).

Pérdidas de peso de un orden del 8 - 11% pueden causar ya, en ciertas frutas deshidrataciones, marchitamientos o arrugamientos importantes. En la mayoría de los frutos, éstas pérdidas en forma de agua transpirada son suficientes para promover un aspecto arrugado, perdiendo su apariencia externa inicial (Beltrán, 2010). La pérdida de este parámetro de calidad implica en la uva un mayor encogimiento y una disminución de su brillo, lo cual no es aconsejable para su comercialización. De acuerdo a lo mencionado anteriormente, para la dosis de exposición con ozono gaseoso por 3 ppm ( $D_1$ ) se estaría conservando la calidad comercial hasta el día 21 de almacenamiento, ya que presenta pérdidas de peso menores al 8%. En comparación del día 28, que presento pérdidas de peso mayores al 8% para todos los tratamientos.

La condiciones recomendadas para la aplicación de ozono gaseoso son temperaturas de refrigeración y alta humedad relativa (HR 90%), debido a que favorecen su estabilidad y efectividad del gas, además de reducir la variación de presión de vapor entre el producto y el medio ambiente, disminuyendo la pérdida de agua por transpiración (Bataller-Venta y otros, 2010).

Diversas investigaciones manifiestan el efecto favorable de la aplicación de ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento en alimentos, donde los autores coinciden con la tendencia de nuestros datos. Así tenemos: Varese (2014) reportó la pérdida de peso en arándanos, con exposición a ozono gaseoso a 35 y 65 ppm, humedad relativa de 90 – 95 % y almacenados durante 30 días a 1 °C, obteniendo valores de pérdida de peso de 8.40% y 9.27%,

respectivamente. En comparación con la muestra control que resulto con la mayor pérdida de 11.16%.

Vite (2014) evaluó la pérdida de peso en fresas, con exposición a ozono gaseoso a 3 y 25 ppm, almacenados durante 12 días a 4 °C, obteniendo valores de pérdida de peso de 3.69% y 1.95%, respectivamente. Mientras que para la muestra control mostraron la mayor pérdida con 5.37%.

En el Cuadro 4, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de pérdida de peso en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.

**Cuadro 4. Prueba de Levene modificada para la pérdida de peso en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

<b>Variable</b>	<b>Estadístico de Levene</b>	<b>p</b>
Pérdida de peso (%)	1.09	0.405

La prueba de Levene modificada determinó la existencia de homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ). Consecuentemente, se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar la tendencia hacia el mejor tratamiento.

En el Cuadro 5 se muestra el análisis de varianza para los valores de pérdida de peso en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.

**Cuadro 5. Análisis de varianza de la pérdida de peso en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

Variable	Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Pérdida de peso (%)	Dosis de exposición: A	716.701	4	179.175	91.16	0.000
	Tiempo de almacenamiento: B	65.638	2	32.819	16.7	0.000
	A*B	25.447	8	3.181	1.618	0.000
	Error	58.968	30	1.966		
	Total	866.754	44			

El análisis de varianza muestra que la dosis de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento presentaron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre la pérdida de peso.

Varese (2014) encontró efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en la exposición a ozono gaseoso 35 y 65 ppm y tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso en arándanos almacenados a 1° C durante 30 días de almacenamiento.

Vite (2014) encontró efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en la exposición a ozono gaseoso 3 y 25 ppm y tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso en fresas almacenados a 4 ° C durante 12 días de almacenamiento.

En el Cuadro 6, se muestra los resultados de la prueba de Duncan aplicada a la pérdida de peso, donde se observa que existió diferencia significativa entre los tratamientos debido a la formación de subgrupos.

**Cuadro 6. Prueba de Duncan para la pérdida de peso en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

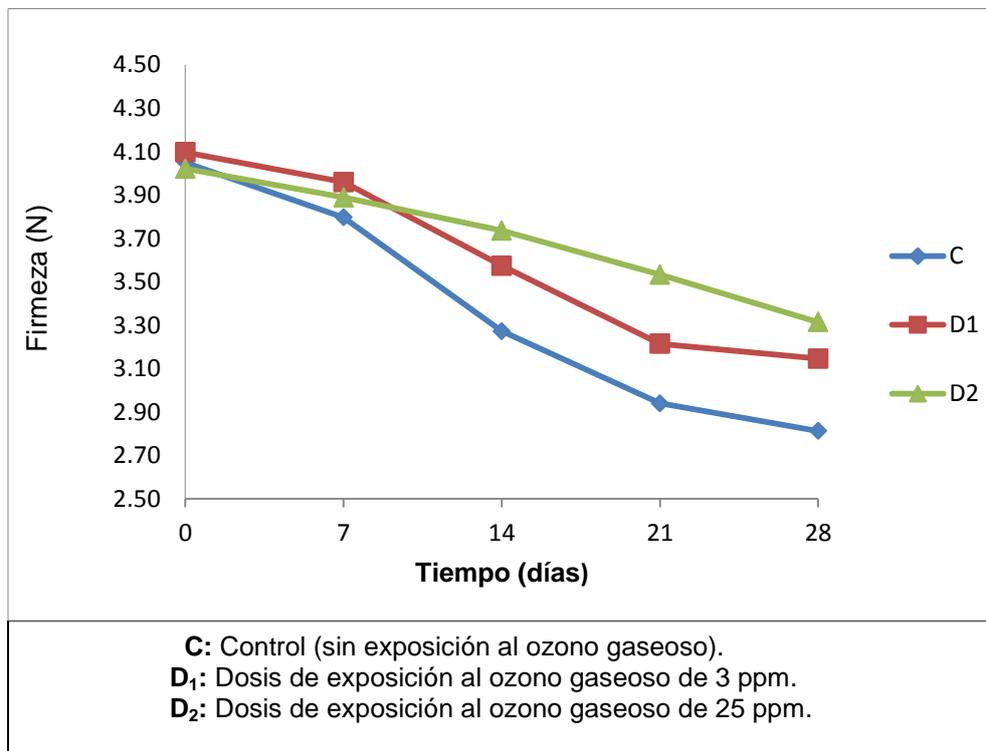
Tiempo de almacenamiento (días)	Dosis de exposición a ozono gaseoso (ppm)	Subgrupo						
		1	2	3	4	5	6	7
0	C							0.00
0	D1							0.00
0	D2							0.00
7	D1						1.76	
7	D2					3.86		
7	C					4.73		
21	D1					5.01		
14	D1					5.15		
14	D2					5.91		
14	C				7.96			
21	D2				8.62			
28	D1			9.83				
21	C			10.39				
28	D2		12.02					
28	C	13.39						

**C:** Control (sin exposición al ozono gaseoso).  
**D<sub>1</sub>:** Dosis de exposición al ozono gaseoso de 3 ppm.  
**D<sub>2</sub>:** Dosis de exposición al ozono gaseoso de 25 ppm.

En el subgrupo 3 se observa el tratamiento D<sub>1</sub> (dosis de exposición a ozono gaseoso 3 ppm) que presentó la menor pérdida de peso con 9.83% a los 28 días de almacenamiento.

#### 4.2. Efecto de la dosis de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre la firmeza.

En la Figura 6 se presenta el comportamiento de la firmeza en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función del tiempo de almacenamiento.



**Figura 6. Valores de firmeza en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función de los días de almacenamiento.**

La firmeza en los racimos de uva Red Globe disminuyó durante el almacenamiento para las muestras control y tratadas con ozono. Sin embargo, en las muestras tratadas con ozono gaseoso se evidenció retención de la firmeza, al reducirse el ablandamiento de la fruta,

contrariamente a lo observado en los respectivos controles, donde la disminución de la firmeza fue mayor.

Los racimos de uva Red Globe tratados con ozono gaseoso a una dosis de 25 ppm ( $D_2$ ), presentaron mayor firmeza durante el almacenamiento con 3.31 N al día 28, seguido de las muestras tratadas con 3 ppm ( $D_1$ ) con 3.15 N. Así mismo, encontramos que las muestras control (C), presentó el menor valor con 2.81 N. Los resultados completos de firmeza durante el almacenamiento se observan en el Anexo B.

Márquez y Pretell (2010) mencionan que la firmeza es una cualidad sensorial con un rol muy relevante en la determinación de la aceptabilidad por parte de los consumidores. La firmeza de los frutos está influenciada por los factores estructurales y químicos; constituyentes bioquímicos de los organelos celulares, contenido de agua y composición de la pared celular. Cualquier agente externo que afecte a uno o varios de estos factores puede modificar la firmeza y, en consecuencia, inducir cambios que modifiquen la calidad del producto.

La firmeza en el mesocarpio no se ve afectada por la exposición a ozono gaseoso, ya que en varios estudios se reportó la mejor retención de la firmeza en frutos, donde el ablandamiento de la fruta, asociada con la maduración se retrasó, debido a que en la pared celular del fruto, se encontró una disminución de la actividad de pectina metilesterasa (PME) por acción del ozono gaseoso lo que permite el retraso del ablandamiento de la fruta relacionado a la reducción de la solubilización y despolimerización de los polisacáridos de pectina (Glowacz y otros, 2014).

Varese (2014) reportó resultados similares en arándanos expuestos a ozono gaseoso a 35 y 65 ppm presentaron mayor firmeza durante el almacenamiento con 1.93 N y 1.71 N, respectivamente, en el día 30. Así mismo, las muestras control, presentaron el menor valor con 1.58 N.

Vite (2014) reportó la disminución de la firmeza en fresas con exposición a ozono gaseoso a 25 y 3 ppm, almacenados durante 12 días a 4 °C, obteniendo valores de 1.64 N y 1.44 N, respectivamente, en comparación de la muestra control que denotó un valor de 1.39 N.

En el Cuadro 7, se presenta la prueba de Levene modificada para la firmeza en racimos de uva expuestos a ozono gaseoso.

**Cuadro 7. Prueba de Levene modificada para la firmeza en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

Variable	Transformación	Estadístico de Levene	p
Firmeza (N)	Básica	0.65	0.801

La prueba de Levene modificada determinó la existencia de homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ). Por lo tanto, es factible la aplicación de un análisis de varianza y la prueba de Duncan.

En el Cuadro 8, se presenta el análisis de varianza para los valores de firmeza en racimos de uva Red Globe.

**Cuadro 8. Análisis de varianza de la firmeza en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

Variable	Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Firmeza (N)	Dosis de exposición: A	6.120	4	1.53	131.9	0.000
	Tiempo de almacenamiento: B	0.825	2	0.412	35.54	0.000
	A*B	0.473	8	0.059	5.096	0.000
	Error	0.348	30	0.012		
	Total	7.765	44			

El análisis de varianza muestra que la dosis de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento presentaron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre la firmeza en racimos de uva Red Globe.

Varese (2014) reportó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en la exposición a ozono gaseoso (35 y 65 ppm) y tiempo de almacenamiento sobre la firmeza en arándanos almacenados a 1 °C durante 30 días de almacenamiento.

Vite (2014) reportó un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) del tiempo de almacenamiento sobre la firmeza en fresas con exposición a ozono gaseoso a (3 y 25 ppm) y almacenada a 4 °C durante 12 días.

En el Cuadro 9, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de firmeza en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.

**Cuadro 9. Prueba de Duncan para la firmeza en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso**

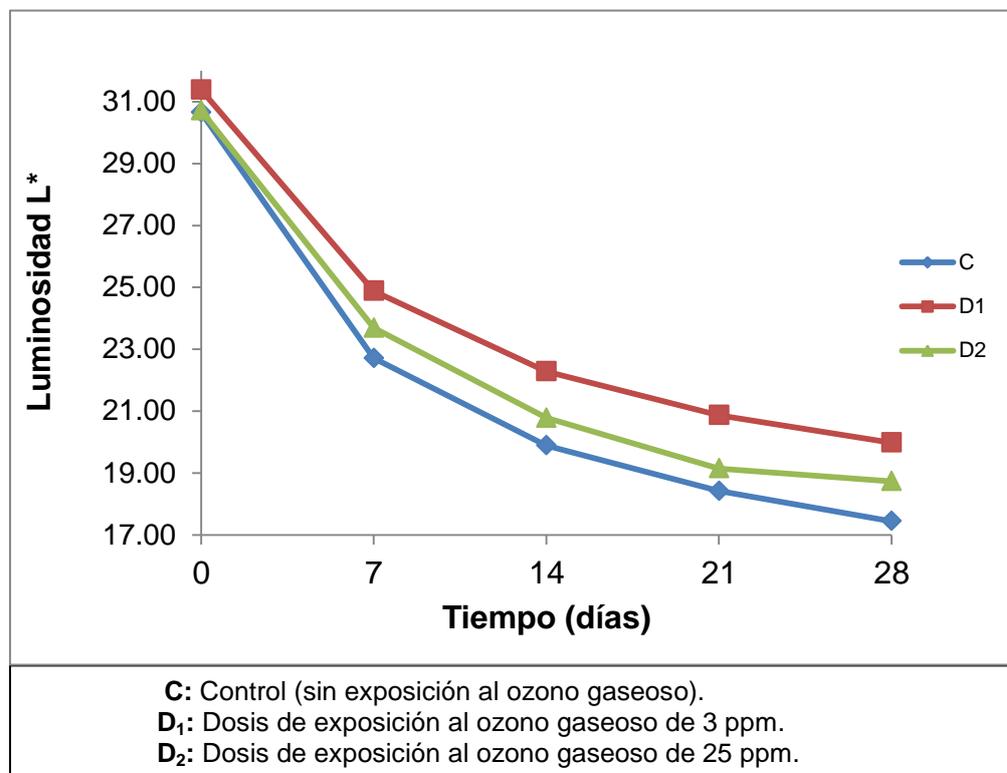
Tiempo de almacenamiento (días)	Dosis de exposición a ozono gaseoso (ppm)	Subgrupo					
		1	2	3	4	5	6
28	C						2.81
21	C					2.94	
28	D <sub>1</sub>				3.15		
21	D <sub>1</sub>				3.21		
14	C				3.27		
28	D <sub>2</sub>				3.31		
21	D <sub>2</sub>			3.53			
14	D <sub>1</sub>			3.57			
14	D <sub>2</sub>		3.74				
7	C		3.80				
7	D <sub>2</sub>	3.89					
7	D <sub>1</sub>	3.96					
0	D <sub>2</sub>	4.02					
0	C	4.05					
0	D <sub>1</sub>	4.10					

**C:** Control (sin exposición al ozono gaseoso).  
**D<sub>1</sub>:** Dosis de exposición al ozono gaseoso de 3 ppm.  
**D<sub>2</sub>:** Dosis de exposición al ozono gaseoso de 25 ppm.

En el subgrupo 4 se observa que los tratamientos D<sub>2</sub> (Dosis de exposición a ozono gaseoso 25 ppm) y tratamiento D<sub>1</sub> (Dosis de exposición a ozono gaseoso 3 ppm); los cuales estadísticamente presentaron la mayor firmeza con valores de 3.31 N y 3.15 N, a los 28 días de almacenamiento.

#### 4.3. Efecto de la dosis de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre el color.

En la Figura 7, se presenta el comportamiento de la Luminosidad  $L^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función del tiempo de almacenamiento.



**Figura 7. Valores de luminosidad  $L^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función de los días de almacenamiento.**

Al transcurrir los días de almacenamiento se observa que existió una disminución de la Luminosidad  $L^*$ , desplazándose del claro al oscuro en todas las muestras evaluadas hasta el final del almacenamiento.

Los racimos de uva Red Globe tratados con ozono gaseoso a una dosis de exposición de 3 ppm ( $D_1$ ), presentaron valores más altos de luminosidad a los 28 días de almacenamiento con 19.98, seguido de las muestras tratadas a 25 ppm ( $D_2$ ) con 18.73. Así mismo, en las muestras sin tratamiento (C), presentaron el menor valor con 17.44. Los resultados completos de luminosidad  $L^*$  durante el almacenamiento se observan en el Anexo C.

El color es un factor importante en la percepción de la calidad de la fruta. La disminución de la luminosidad se relaciona directamente con el aumento del oscurecimiento por la concentración de antocianinas totales, este cambio se produce durante el almacenamiento. El ozono gaseoso se utiliza en cámaras de almacenamiento postcosecha en frutas, este reacciona con el etileno, eliminándolo y retardando la senescencia, permitiendo la conservación del color inicial en frutas y hortalizas durante el almacenamiento (Garmendia y Vero, 2007; Horvitz y Cantalejo, 2012).

Investigaciones manifiestan el efecto favorable de la aplicación de ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento en uvas, donde los autores coinciden con la tendencia de nuestros datos. Así tenemos: Artés-Hernández y otros (2010) evaluaron el efecto de la concentración de ozono gaseoso (0.6 ppm) y tiempo de exposición de 2 min sobre la luminosidad  $L^*$  en uvas de mesa variedad *Crimson seedles* almacenadas a 5 °C durante 23 días de almacenamiento, donde las muestras expuestas a ozono gaseoso presentaron valores más altos de luminosidad con 32.4, a comparación de las muestras control que presentaron el menor valor al final del almacenamiento con 28.6.

Varese (2014) evaluó la luminosidad en arándanos expuestos a ozono gaseoso a una dosis de 35 ppm presentando valores más altos de luminosidad a los 30 días de almacenamiento con 24.91, seguido de las muestras tratadas a 65 ppm con 23.79. Así mismo, en las muestras control, presentó el menor valor con 22.85.

Vite (2014) evaluó la luminosidad en fresas expuestas a ozono gaseoso a una dosis de 25 ppm presentando valores más altos de luminosidad a los 12 días de almacenamiento con 23.73, seguido de las muestras tratadas a 3 ppm con 23.15. Así mismo, en las muestras control, presentó el menor valor con 23.01.

**Cuadro 10. Prueba de Levene modificada para L\* en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

Variable	Transformación	Estadístico de Levene	p
L*	Básica	0.49	0.974

La prueba de Levene modificada determinó la existencia de homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ). Por lo tanto, es factible la aplicación de un análisis de varianza y la prueba de Duncan.

En el Cuadro 11, se presenta el análisis de varianza para los valores de L\* en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.

**Cuadro 11. Análisis de varianza para L\* en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

Variable	Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
L*	Dosis de exposición: A	880.068	4	220.017	203.29	0.000
	Tiempo de almacenamiento: B	32.308	2	16.154	14.93	0.000
	A*B	3.723	8	0.466	0.430	0.894
	Error	032.467	30	1.082		
	Total	948.566	44			

El análisis de varianza muestra que la dosis de exposición y tiempo de almacenamiento presentaron un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre L\* en racimos de uva Red Globe.

Artés-Hernández y otros (2010) encontraron diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en el valor de luminosidad (L\*) para uvas de mesa variedad *Crimson seedles* expuestas a 0.6 ppm de ozono gaseoso y tiempo de exposición de 2 min durante 23 días de almacenamiento a 5 °C.

Varese (2014) presentó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en la exposición a ozono gaseoso (35 y 65 ppm) y tiempo de almacenamiento sobre la luminosidad en arándanos almacenados a 1° C durante 30 días de almacenamiento.

Vite (2014) presentó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en el tiempo de almacenamiento sobre L\* en fresas con exposición a ozono gaseoso (3 y 25 ppm) almacenadas durante 12 días a 4 °C.

En el Cuadro 12, se muestran las pruebas de Duncan aplicada a los valores de  $L^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.

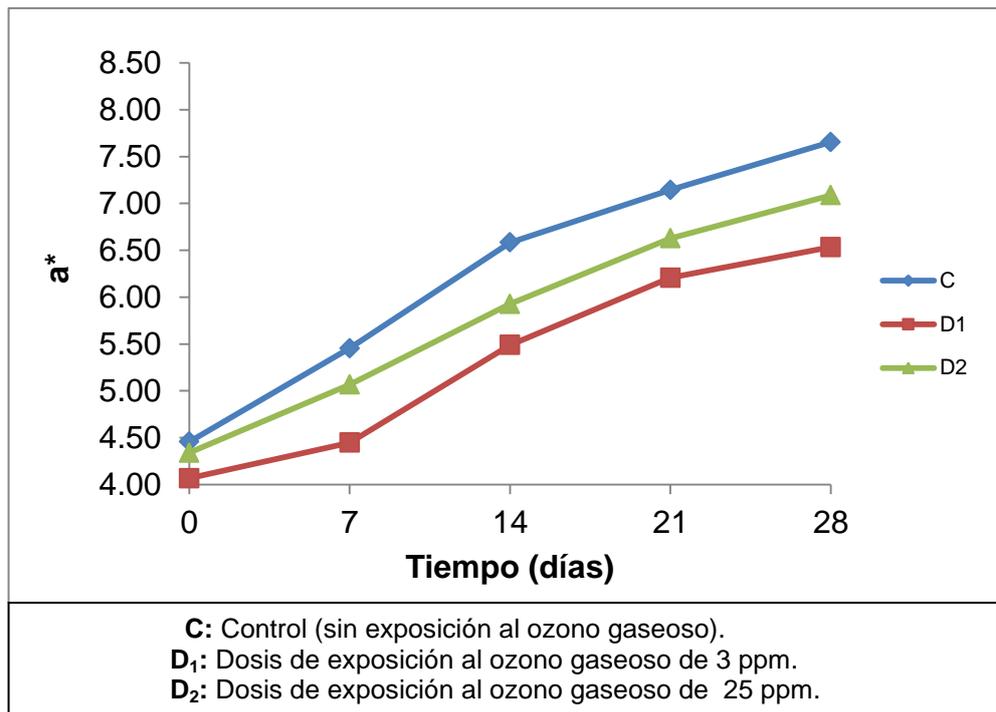
**Cuadro 12. Prueba de Duncan para  $L^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

Tiempo de almacenamiento (días)	Dosis de exposición a ozono gaseoso (ppm)	Subgrupo						
		1	2	3	4	5	6	7
28	C							17.44
21	C						18.42	
28	D <sub>2</sub>						18.73	
21	D <sub>2</sub>						19.14	
14	C						19.89	
28	D <sub>1</sub>						19.98	
14	D <sub>2</sub>					20.78		
21	D <sub>1</sub>					20.87		
14	D <sub>1</sub>				22.28			
7	C				22.71			
7	D <sub>2</sub>			23.69				
7	D <sub>1</sub>		24.88					
0	C	30.65						
0	D <sub>2</sub>	30.71						
0	D <sub>1</sub>	31.38						

**C:** Control (sin exposición al ozono gaseoso).  
**D<sub>1</sub>:** Dosis de exposición al ozono gaseoso de 3 ppm.  
**D<sub>2</sub>:** Dosis de exposición al ozono gaseoso de 25 ppm.

En el subgrupo 6 se observa el tratamiento D<sub>1</sub> (dosis de exposición a ozono gaseoso 3 ppm), seguido del tratamiento D<sub>2</sub> (dosis de exposición a ozono gaseoso 25 ppm); que presentaron resultados estadísticamente iguales, con valores de 19.98 y 18.73, respectivamente.

En la Figura 8 se presenta el comportamiento de la característica de valor  $a^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función del tiempo de almacenamiento.



**Figura 8. Valores de  $a^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función de los días de almacenamiento.**

Los valores positivos de la característica de valor  $a^*$  indican que la fruta presenta una tonalidad rojiza, el aumento en este valor refleja una mayor intensidad en la tonalidad de la piel. Se pudo comprobar que durante el almacenamiento de los racimos de uva Red Globe se producía un aumento en los valores de  $a^*$ , siendo este aumento mucho mayor en las uvas control que en las tratadas.

Los racimos tratados con ozono gaseoso a una dosis de 3 ppm ( $D_1$ ), presentaron los menores valores de  $a^*$  a los 28 días de almacenamiento, con 6.53, seguidas de las muestras sometidas a 25 ppm ( $D_2$ ) con 7.09. Mientras que para la muestra control sin exposición a ozono gaseoso (C) mostraron los mayores valores con 7.65. Los resultados completos de  $a^*$  durante el almacenamiento se observan en el Anexo D.

El valor  $a^*$  es un indicador de madurez de la uva, que va desde el color verde (-) hasta el rojo (+) (Cajamar, 2014). Los valores de  $a^*$  fueron aumentando debido a la tonalidad que presentó la combinación de las coordenadas  $L^*$ ,  $a$  y  $b$ ; donde fueron disminuyendo los valores de  $L^*$ , mientras que los valores de  $a^*$  y  $b^*$  fueron aumentando, lo cual produce un oscurecimiento de la superficie de la fruta, debido al incremento de la concentración de antocianinas totales y la pérdida de agua en el transcurso de los días de almacenamiento, debido a cambios de la piel que se vuelven menos cromático y la pérdida de color verde, hasta llegar la senescencia. La pérdida del color verde es consecuencia de la degradación de clorofila, donde las causas primordiales de esta degradación son los cambios de pH, la acción de algunas enzimas como las clorofilasas y la acción del etileno, el cual estimula la pérdida de la clorofila; mediante su acción oxidante. Se ha encontrado que el ozono retarda la acción del etileno y su acción oxidante el cual permite retrasar el desarrollo del pardeamiento enzimático disminuyendo así el oscurecimiento de las frutas durante el almacenamiento (Rivera y otros, 2007; Hernández-Muñoz y otros, 2008).

Así como Márquez y Pretell (2010) mencionan que las uvas presentan un color rojizo debido al alto contenido en antocianinas. El incremento del color puede relacionarse con el avance del proceso de maduración y la acumulación de las antocianinas; por lo que, las uvas tienden hacia tonalidades rojizas más oscuras, que caracterizan el descenso de la luminosidad y aumento de la intensidad del color.

Artés-Hernández y otros (2010) mostraron comportamientos similares en el valor  $a^*$  para uvas de mesa expuestas a ozono gaseoso (0.6 ppm por 2 minutos), después de 23 días de almacenamiento a 5 °C, el menor valor reportado fue de 10.9, en comparación de la muestra control que presentó mayores valores con 14.3.

Vite (2014) evaluó el valor  $a^*$  en fresas, con exposición a ozono gaseoso a 3 y 25 ppm, almacenados durante 12 días a 4 °C, obteniendo valores de 19.57 y 18.52, respectivamente. A comparación de la muestra control que presentó un mayor valor de 20.14.

**Cuadro 13. Prueba de Levene modificada para  $a^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

Variable	Transformación	Estadístico de Levene	p
$a^*$	Básica	0.49	0.793

La prueba de Levene modificada determinó la existencia de homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ). Por lo tanto es factible la aplicación de un Análisis de Varianza y la prueba de Duncan.

En el Cuadro 14, se presenta el análisis de varianza para los valores de  $a^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.

**Cuadro 14. Análisis de varianza para  $a^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

Variable	Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
$a^*$	Dosis de exposición: A	48.503	4	12.126	166.603	0.000
	Tiempo de almacenamiento: B	6.202	2	3.101	42.606	0.000
	A*B	0.605	8	0.0757	1.039	0.429
	Error	2.183	30	0.0728		
	Total	57.494	44			

El análisis de varianza muestra que la dosis de exposición y el tiempo de almacenamiento presentaron un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre  $a^*$  en racimos de uva.

En el Cuadro 15, se muestra la prueba de Duncan aplicada a los valores de  $a^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.

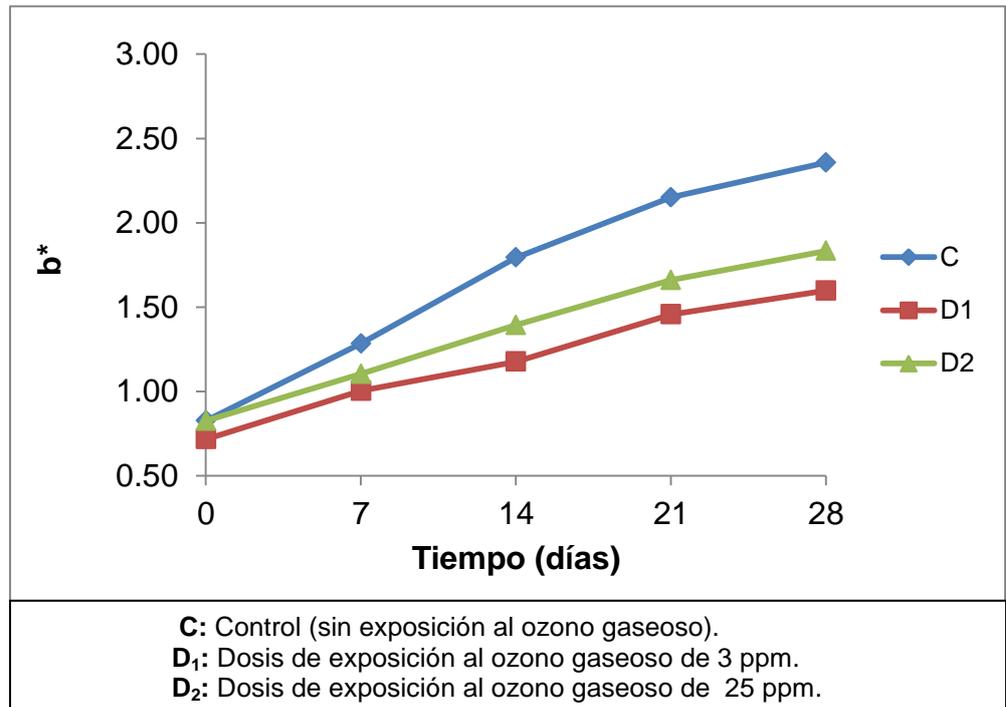
**Cuadro 15. Prueba de Duncan para  $a^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

Tiempo de almacenamiento (días)	Dosis de exposición a ozono gaseoso (ppm)	Subgrupo								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D <sub>1</sub>									4.07
0	D <sub>2</sub>								4.34	
7	D <sub>1</sub>								4.45	
0	C								4.46	
7	D <sub>2</sub>							5.07		
7	C						5.45			
14	D <sub>1</sub>						5.49			
14	D <sub>2</sub>					5.93				
21	D <sub>1</sub>				6.21					
28	D <sub>1</sub>			6.53						
14	C			6.58						
21	D <sub>2</sub>			6.63						
28	D <sub>2</sub>		7.09							
21	C		7.14							
28	C	7.65								

**C:** Control (sin exposición al ozono gaseoso).  
**D<sub>1</sub>:** Dosis de exposición al ozono gaseoso de 3 ppm.  
**D<sub>2</sub>:** Dosis de exposición al ozono gaseoso de 25 ppm.

En el subgrupo 3 se observa el tratamiento D<sub>1</sub> (dosis de exposición a ozono gaseoso 3 ppm), que presentó el menor valor de  $a^*$  con 6.53 a los 28 días de almacenamiento.

En la Figura 9 se presenta el comportamiento de la característica de valor  $b^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función del tiempo de almacenamiento.



**Figura 9. Valores de  $b^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función de los días de almacenamiento.**

Los valores positivos del valor  $b^*$  indican que la fruta pasa de una tonalidad azul hasta tonalidades amarillas. En el caso de la uva Red Globe los valores mostrados de  $b^*$  son debido a que en su piel no presenta pigmentos de estas tonalidades. No obstante, durante la post-recolección de esta fruta, se mostró para todas las muestras un incremento hasta el final del almacenamiento.

Los racimos de uva Red Globe tratados con ozono gaseoso a una dosis de 3 ppm ( $D_1$ ), presentaron los menores valores de  $b^*$  a los 28 días de almacenamiento, con 1.597, seguidas de las muestras sometidas a 25 ppm ( $D_2$ ) con 1.83. Mientras que para la muestra control sin exposición a ozono gaseoso (C) mostraron los mayores valores con 2.357. Los resultados completos de  $b^*$  durante el almacenamiento se observan en el Anexo E.

Artés-Hernández y otros (2010) reportaron comportamientos similares en el valor  $b^*$  para uvas de mesa expuestas a ozono gaseoso (0.6 ppm por 2 minutos) después de 23 días de almacenamiento a 5 °C, el valor mostrado fue de 5.8, en comparación de la muestra control que presento mayores valores con 8.6.

En el Cuadro 16, se presenta la prueba de Levene modificada para  $b^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.

**Cuadro 16. Prueba de Levene modificada para  $b^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

Variable	Transformación	Estadístico de Levene	p
$b^*$	Básica	0.73	0.067

La prueba de Levene modificada determinó la existencia de homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ). Por lo tanto, es factible la aplicación de un Análisis de Varianza y la prueba de Duncan.

En el Cuadro 17, se presenta el análisis de varianza para los valores de  $b^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.

**Cuadro 17. Análisis de varianza para  $b^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

Variable	Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
$b^*$	Dosis de exposición: A	9.799	4	2.449	138.500	0.000
	Tiempo de almacenamiento: B	2.481	2	1.241	7.014	0.000
	A*B	0.841	8	0.105	5.941	0.000
	Error	0.531	30	0.0177		
	Total	13.652	44			

El análisis de varianza muestra que la dosis de exposición y el tiempo de almacenamiento presentaron un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre  $b^*$  en racimos de uva Red Globe.

En el Cuadro 18, se muestran las pruebas de Duncan aplicada a los valores de  $b^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.

**Cuadro 18. Prueba de Duncan para  $b^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

Tiempo de almacenamiento (días)	Dosis de exposición a ozono gaseoso (ppm)	Subgrupo									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	D <sub>1</sub>										0.72
0	D <sub>2</sub>									0.83	
0	C									0.83	
7	D <sub>1</sub>								1.00		
7	D <sub>2</sub>							1.10			
14	D <sub>1</sub>							1.18			
7	C						1.28				
14	D <sub>2</sub>					1.39					
21	D <sub>1</sub>					1.46					
28	D <sub>1</sub>				1.60						
21	D <sub>2</sub>				1.66						
14	C			1.79							
28	D <sub>2</sub>			1.83							
21	C		2.15								
28	C	2.36									

**C:** Control (sin exposición al ozono gaseoso).  
**D<sub>1</sub>:** Dosis de exposición al ozono gaseoso de 3 ppm.  
**D<sub>2</sub>:** Dosis de exposición al ozono gaseoso de 25 ppm.

En el subgrupo 4 se observa que el tratamiento D<sub>1</sub> (dosis de exposición a ozono gaseoso 3 ppm) presentó el menor valor de  $b^*$  con 1.6 a los 28 días de almacenamiento.

#### 4.4. Efecto de la dosis de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre el recuento de mohos y levaduras.

En la Figura 10 se presenta el recuento de mohos y levaduras en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso, el cual fue incrementando conforme transcurrieron los días de almacenamiento para todos los tratamientos.

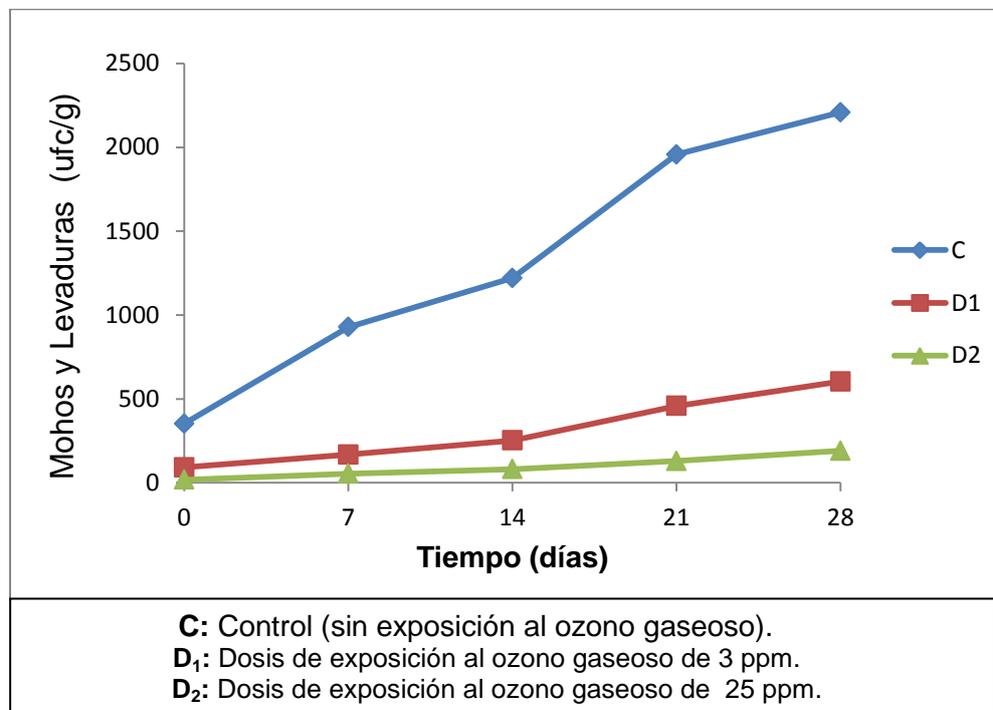


Figura 10. Recuento de mohos y levaduras en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función de los días de almacenamiento.

Al transcurrir los días de almacenamiento existe un aumento del recuento de mohos y levaduras (ufc/g), siendo más notorio en el tratamiento control (sin exposición a ozono gaseoso), en comparación, con los racimos de uva Red Globe tratados con ozono, evidenciándose la acción antifúngica de este tratamiento postcosecha. La muestra control al final del almacenamiento presentó un recuento de 2208 ufc/g, en comparación, con las muestras tratadas con ozono gaseoso que mostraron recuentos de 190 ufc/g y 603 ufc/g para dosis de exposición de 25 ppm (D<sub>2</sub>) y 3 ppm (D<sub>1</sub>), respectivamente. Los resultados completos del recuento de mohos y levaduras durante el almacenamiento se observan en el Anexo F.

Los recuentos de mohos y levaduras en todas las muestras analizadas, se encontraron por debajo al límite máximo permisible de 10<sup>6</sup> ufc/g, recomendado por la norma sanitaria de criterios microbiológicos para frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas (MINSA, 2008).

Los mohos son los principales causantes de podredumbres en las frutas. El crecimiento fúngico continúa en los productos frescos después de la cosecha y causa lesiones que desfiguran el aspecto de frutas y hortalizas. La tecnología de ozono gaseoso ha sido ampliamente utilizada para la esterilización y reducción de microorganismos vegetativos en productos alimenticios (Selma y otros, 2008). Al utilizar ozono en grandes concentraciones se puede evitar un mayor incremento de microorganismos, al ser un potente agente antimicrobiano puede destruir bacterias, esporas, protozoos, mohos, levaduras y virus (Selma y otros, 2008). El ozono es muy reactivo con la mayoría de los constituyentes que se encuentran en las paredes celulares y membranas que sirven de barreras

protectoras a las bacterias, originando la oxidación de la pared celular bacteriana que conlleva la ruptura celular (Seminario y otros, 2010).

La actividad microbiana es la principal causa de deterioro de los alimentos y en la mayoría de los casos, es la responsable de la pérdida de calidad y seguridad. Se acepta que, a medida que los frutos maduran, la contaminación, se incrementa, mayormente, por hongos, levaduras y especies bacterianas ácido-lácticas. La podredumbre gris causada por la *Botrytis cinerea* es la enfermedad más importante en la uva, causa pérdidas económicas y es uno de los principales obstáculos para el almacenamiento y transporte a grandes distancias. La *Botrytis cinerea* es un hongo patógeno necrotrófico que coloniza los frutos y provoca un ablandamiento acelerado. Las hifas del hongo penetran a través de las heridas y se expanden rápidamente a tejidos sanos; son resistentes al almacenamiento en bajas temperaturas, por lo que es un problema antes y después de la recolección (Martínez-Romero y otros, 2007).

Las tendencias encontradas en investigaciones siguen la mostrada en nuestros resultados, tenemos a Varese (2014), quién evaluó en arándanos con exposición a ozono gaseoso a (65 y 35 ppm), almacenados durante 30 días a 1 °C, sobre el crecimiento de mohos y levaduras, obteniendo valores de 9100 ufc/g y 10000 ufc/g, respectivamente. Mientras que para la muestra control mostró el mayor aumento de 21600 ufc/g.

Vite (2014) evaluó en fresas almacenadas durante 12 días a 4 ° C, sobre el crecimiento de mohos y levaduras, obteniendo valores de 19300 ufc/g y 24800 ufc/g, respectivamente. Mientras que para la muestra control mostró el mayor aumento de 74017 ufc/g.

Sarig y otros (2007) evaluaron la exposición en racimos de uvas con ozono gaseoso durante 20 min y observaron una considerable reducción de colonias de bacterias, hongos, levaduras y pérdidas de pudrición atribuyeron estos resultados a la actividad antimicrobiana del ozono.

En el Cuadro 19, se presenta la prueba de Levene modificada para el recuento de mohos y levaduras en racimos de uva expuestos a ozono gaseoso.

**Cuadro 19. Prueba de Levene modificada para el recuento de mohos y levaduras en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

<b>Variable</b>	<b>Transformación</b>	<b>Estadístico de Levene</b>	<b>p</b>
Mohos y levaduras	Básica	0.96	0.493

La prueba de Levene modificada determinó la existencia de homogeneidad de varianzas ( $p > 0.05$ ). Por lo tanto, es factible la aplicación de un Análisis de Varianza y la prueba de Duncan.

En el Cuadro 20, se presenta el análisis de varianza para los valores de recuento de mohos y levaduras en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.

**Cuadro 20. Análisis de varianza para el recuento de mohos y levaduras en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

Variable	Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Mohos y levaduras	Dosis de exposición: A	4254667.244	4	106366.811	439.4	0.000
	Tiempo de almacenamiento: B	13094453.644	2	6547226.822	2705	0.000
	A*B	3217273.022	8	402159.128	166.1	0.000
	Error	72624.667	30	2420.822		
	Total	20639018.578	44			

El análisis de varianza muestra que la dosis de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento presentaron efecto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre el recuento de mohos y levaduras en racimos de uva Red Globe.

Varese (2014) determinó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en la exposición a ozono gaseoso 35 y 65 ppm y tiempo de almacenamiento sobre el recuento de mohos y levaduras en arándanos almacenados a 1° C durante 30 días de almacenamiento.

Vite (2014) encontró efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en la exposición a ozono gaseoso 3 y 25 ppm y tiempo de almacenamiento sobre el recuento de mohos y levaduras en fresas almacenados a 4° C durante 12 días de almacenamiento.

Alexandre y otros (2011) determinaron efecto significativo  $p < 0.05$  de la dosis y tiempo de almacenamiento sobre el recuento de mohos y

levaduras en fresas, pimientos y berros con exposición a ozono a 0.2 y 0.3 ppm por 3 minutos.

En el Cuadro 21, se muestra la prueba de Duncan aplicada a los valores de recuento de mohos y levaduras, donde se puede observar que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos.

**Cuadro 21. Prueba de Duncan para el recuento de mohos y levaduras en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

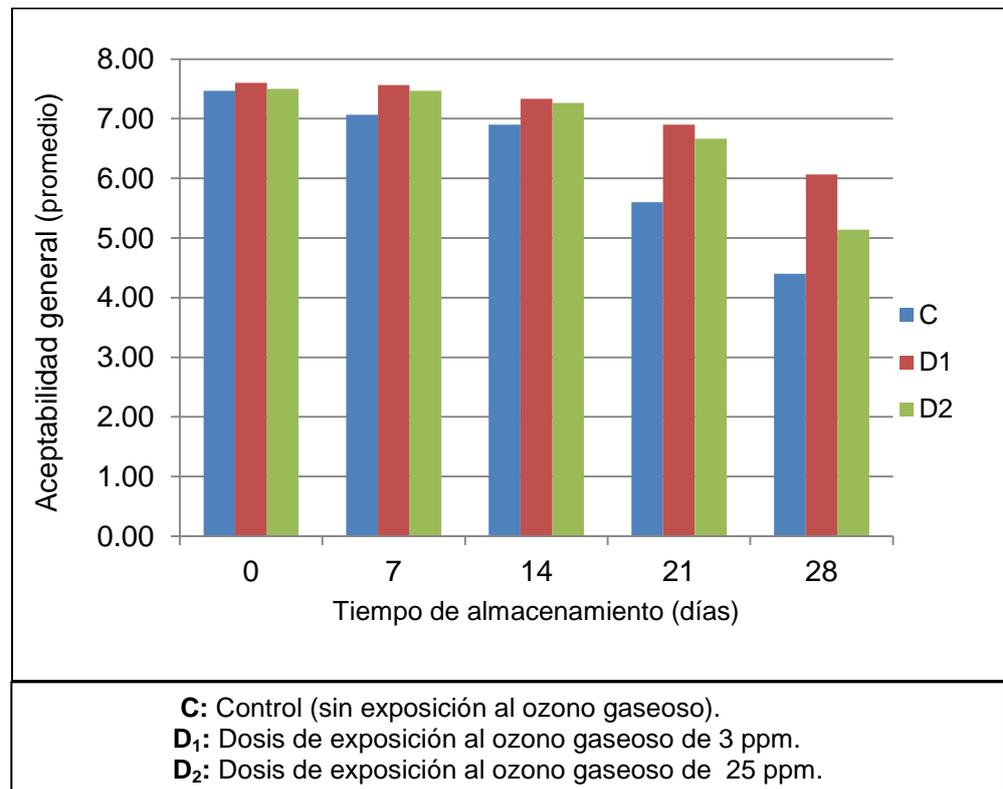
Tiempo de almacenamiento (días)	Dosis de exposición a ozono gaseoso (ppm)	Subgrupo										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	D <sub>2</sub>											18.33
7	D <sub>2</sub>											54.67
14	D <sub>2</sub>											81.00
0	D <sub>1</sub>											91.67
21	D <sub>2</sub>										129.67	
7	D <sub>1</sub>									167.67		
28	D <sub>2</sub>									190.33		
14	D <sub>1</sub>								252.00			
0	C							352.00				
21	D <sub>1</sub>						458.33					
28	D <sub>1</sub>					603.33						
7	C				928.00							
14	C			1220.67								
21	C		1957.00									
28	C	2207.67										

En el subgrupo 9 se observa que el tratamiento D<sub>2</sub> (dosis de exposición a ozono gaseoso 25 ppm) que presentó el menor valor de

recuento de mohos y levaduras con 190.33 ufc/g a los 28 días de almacenamiento.

#### 4.5. Efecto de la dosis de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre la aceptabilidad general.

En la Figura 11, se puede observar el promedio de las calificaciones de aceptabilidad general de racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso almacenados durante 28 días a 2 °C.



**Figura 11. Rango promedio de las calificaciones de Aceptabilidad general en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función de los días de almacenamiento.**

La evaluación de la aceptabilidad general se realizó mediante la aplicación de una escala hedónica de 9 puntos en racimos de uva Red Globe tratados con ozono gaseoso, las pruebas se efectuaron a los 0, 7, 14, 21 y 28 días de almacenamiento. En el anexo G se muestran los resultados completos de la evaluación sensorial.

Según la percepción general de los panelistas indicadas en la cartilla de evaluación, entre los días 0 y 28 de almacenamiento, se observa una tendencia decreciente, sin embargo, los panelistas indicaron que las muestras D<sub>1</sub> (dosis de exposición a ozono gaseoso de 3 ppm) presentaron los mayores valores de aceptabilidad distinguiendo un color muy característico de la uva Red Globe así como, una firmeza táctil rígida, teniendo percepciones de “me gusta ligeramente, lo que corresponde una puntuación de 6.

Por otro lado al día 28 de almacenamiento, en las muestras D<sub>2</sub> (dosis de exposición a ozono gaseoso 25 ppm) y seguidamente de C (sin exposición a ozono gaseoso), se observó una disminución del grado de aceptación de los panelistas, que percibieron en los frutos una menor aceptación de color y firmeza semiblanda, presentando percepciones de “ni me gusta ni me disgusta” y “me disgusta ligeramente”, respectivamente.

La uva de mesa es un fruto muy apreciado por los consumidores y en el caso de la variedad ‘Red Globe’ el tamaño de la baya se encuentra entre los de mayor tamaño de todas las uvas, es de maduración tardía y presenta un color rojo en estado óptimo de madurez. Los racimos de uva están compuestos por bayas y raspones. Las bayas están protegidas por una epidermis gruesa con capas de cutículas ceras que actúan como una barrera importante frente a la deshidratación, mientras que los raspones no poseen esta

protección y por tanto son mucho más proclives a la pérdida de agua. Desde el punto de vista de la calidad, se considera de suma importancia el color verde de los raspones, el cual sufre un rápido deterioro debido a la pérdida de agua originándose una deshidratación y pardemiento aunque se encuentre bajo almacenamiento en refrigeración (Crisosto, 2001). En cuanto a las bayas, los consumidores demandan uvas con un alto contenido en sólidos solubles, una equilibrada relación sólidos solubles/acidez titulable (índice de madurez), una elevada firmeza, ausencia de defectos y de podredumbres (Cliff, 1996 y Wei, 2002).

La calidad de los alimentos por los consumidores resulta de una combinación de parámetros como la apariencia, textura, sabor, aroma y el valor nutricional. La influencia de cada atributo es dependiente del alimento, aunque el impacto visual es el factor decisivo de la compra (Cote, 2011).

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos y son, por tanto, la apariencia, el olor, el aroma, el gusto y las propiedades de textura. Teniendo presente que la apariencia representa todos los atributos visibles de un alimento, se puede afirmar que constituye un elemento fundamental en la elección de un alimento (Carpenter, 2002).

Artés-Hernández y otros (2010) indicaron que uvas de mesa con exposición a ozono gaseoso (0.6 ppm por 2 minutos) fueron aceptadas por los panelistas al día 23 de almacenamiento, mientras que la muestra control no fue aceptada por los panelistas.

En el Cuadro 22, se presenta los resultados de la Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en función de exposición y tiempo de almacenamiento para racimos de uva Red Globe denotándose que existió efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en los días 21 y 28 de almacenamiento.

**Cuadro 22. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

Tiempo de almacenamiento (días)	Dosis de exposición a ozono gaseoso (ppm)	Rango promedio	Media	Moda	Chi-cuadrado	p
0	C	7.50	7.47	7.00	59.053	0.975
	D <sub>1</sub>	7.00	7.60	7.00		
	D <sub>2</sub>	7.00	7.50	8.00		
7	C	6.50	7.07	7.00	63.623	0.057
	D <sub>1</sub>	7.50	7.57	8.00		
	D <sub>2</sub>	7.50	7.47	8.00		
14	C	7.00	6.90	7.00	61.031	0.156
	D <sub>1</sub>	7.50	7.33	8.00		
	D <sub>2</sub>	7.00	7.27	7.00		
21	C	5.50	5.60	5.00	76.011	0.000
	D <sub>1</sub>	7.00	6.90	7.00		
	D <sub>2</sub>	7.00	6.67	6.00		
28	C	3.50	4.40	5.00	74.246	0.000
	D <sub>1</sub>	5.50	6.07	6.00		
	D <sub>2</sub>	5.00	5.13	6.00		

**C: Control (sin exposición al ozono gaseoso).**  
**D<sub>1</sub>: Dosis de exposición al ozono gaseoso de 3 ppm.**  
**D<sub>2</sub>: Dosis de exposición al ozono gaseoso de 25 ppm.**

En el Cuadro 23, se presenta la Prueba de Wilcoxon, la cual es usada para obtener información complementaria a la Prueba de Friedman donde demostró que a los 28 días de almacenamiento a 2 °C el tratamiento el tratamiento D<sub>1</sub> (dosis de exposición a ozono gaseoso 3 ppm) presentó diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) con los demás tratamientos y además por presentar la mayor percepción sensorial, es considerado el mejor en cuanto a aceptación general.

**Cuadro 23. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso.**

Tiempo (días)	Tratamientos		p
21	C	D <sub>1</sub>	0.000
		D <sub>2</sub>	0.000
	D1	D <sub>2</sub>	0.028
28	C	D <sub>1</sub>	0.000
		D <sub>2</sub>	0.000
	D1	D <sub>2</sub>	0.035

**C:** Control (sin exposición al ozono gaseoso).  
**D<sub>1</sub>:** Dosis de exposición al ozono gaseoso de 3 ppm.  
**D<sub>2</sub>:** Dosis de exposición al ozono gaseoso de 25 ppm.

## V. CONCLUSIONES

Se determinó efecto significativo de la dosis de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso, firmeza, color, recuento de mohos y levaduras y aceptabilidad general en racimos de uva, Red Globe.

El tratamiento  $D_1$  (dosis de exposición a ozono gaseoso 3 ppm), presentó menor pérdida de peso, mayor luminosidad  $L^*$  y mejor característica de valor  $a^*$  y  $b^*$  en racimos de uva Red Globe durante 28 días de almacenamiento a 2 °C.

El tratamiento  $D_2$  (dosis de exposición a ozono gaseoso 25 ppm), denotó la mayor firmeza, y menor recuento de mohos y levaduras a los 28 días de almacenamiento en racimos de uva, Red Globe.

El tratamiento  $D_1$  (dosis de exposición a ozono gaseoso 3 ppm), obtuvo la mayor aceptabilidad general en racimos de uva Red Globe con una puntuación de 6.07 a los 28 días de almacenamiento.

Por consiguiente se concluye que el tratamiento  $D_1$  (dosis de exposición a ozono gaseoso 3 ppm), durante 28 días de almacenamiento permite controlar la pérdida de peso, así mismo mantener la firmeza, el color, apariencia general y reducir el recuento de mohos y levaduras en racimos de uva, Red Globe.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Fomentar la utilización del ozono gaseoso como una tecnología de mínimo proceso con capacidad antimicrobiana para conservar las propiedades nutricionales y extender la vida útil en frutas.

Evaluar el efecto del ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento en el contenido de compuestos fenólicos totales, flavonoides y antocianinas en uvas durante diferentes tiempos de almacenamiento.

Evaluar el efecto del ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento a 1 °C, sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras y aceptabilidad general en diferentes variedades de uva.

Evaluar y comparar el efecto del ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas con tratamientos tradicionales como el anhídrido sulfuroso.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Acuña, J. 2009. Preservación de pepinos mediante el empleo de coberturas de quitosano. Universidad de La Habana. Tesis para título en Licenciatura en Ciencias Alimentarias. La Habana, Cuba.

Aguayo, E.; Escalona, V. H.; Artés, F. 2010. El ozono y su utilización en la industria agroalimentaria. Grupo de Post-recolección y Refrigeración. Departamento de Ingeniería de Alimentos. Universidad Politécnica de Cartagena. Murcia, España.

Agudo L. 2014. La Vid. Organografía y Fisiología. IES CENCIBEL, Villarrobledo, España.19-20.

Albanese, D., Russo, L., Cinquanta, L., Brasiello, A. y Matteo, M. 2007. Physical and chemical changes in minimally processed green asparagus during cold-storage. *Journal Food Chemistry*, 101: 274-280.

Alexandre E., Santos – Pedro D., Brandao T. y Silva C. 2011. Influence of aqueous ozone, blanching and combined treatments on microbial load of red bell peppers, strawberries and watercress. *Journal of Food Engineering*. 101: 277-282.

Amigo P. y Palacios, A. 2002. Evolución colorimétrica de los frutos del tomate contenidos en atmósfera ozonificada. EUITA. Madrid, España.

Anzaldúa - Morales. 2005. Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Armando J. 2007. Frutas auto estabilizadas en el envase por la tecnología de obtáculos. Primera edición. Editorial Taller de las Artes Gráficas. Nayarit, México: 37-38.

Artés-Hernández, F., Rodríguez-Hidalgo S. y Artés F. 2010. Establecimiento de vida comercial en uva mínimamente procesada con distintos lavados. Post-recolección y refrigeración. Departamento de Ingeniería de Alimentos. Universidad Politécnica de Cartagena, España.

Ávalos A., Ramirez Y., Goytia M., Barrientos P. y Saucedo C. 2006. Etileno en la abscisión del fruto de tres especies del género *Opuntia*. Revista Chapingo. Serie horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, 12: 127-133.

Bataller-Venta M, Santa S, García M. 2010. El ozono: una alternativa sustentable en el tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas. Revista CENIC Ciencias Biológicas. La Habana, Cuba, 41(3): 155-164.

Balboa, J. 2004. Aplicaciones del frío en la industria alimentaria. Editorial Ceysa. Barcelona, España.

Beltrán, A. 2010. Estudio de la vida útil de fresas (*Fragaria Vesca* L.) mediante tratamiento con luz ultravioleta de onda corta UV-C. Trabajo de grado, Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Camacho A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, M., Serrano, B., y Velásquez O. 2009. Método para la cuenta de mohos y levaduras en

alimentos. Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª edición Facultad de Química, UNAM. México DF, México.

Cajamar, 2014. Parámetros de Calidad Externa en La Industria Agroalimentaria. Disponible en: <http://www.fundacioncajamar.es/pdf/bd/comun/transfereencia/003-calidad-externa-1401191044.pdf> Fecha de acceso 2016, 11 de marzo.

Casp A. y Abril J. 2003. Procesos de conservación de alimentos. Segunda Edición. Editorial Mundi-prensa. Madrid, España.

Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. 2009. Tablas peruanas de composición de alimentos. Instituto nacional de salud. Ministerio de Salud. Lima, Perú.

Chávez W. y Arata 2004. Control de plagas y enfermedades en el cultivo de la Vid. Desco. Centro de estudios y promoción de desarrollo.

CITEvid. 2008. Centro de Innovación Tecnológico Vitivinícola. Manual de Enología. Incremento de la productividad y rentabilidad de los productores de uva, pisco y vino en Ica, Pisco y Cascas. Primera edición. Editorial Falcón García de Castro Vilma Rosario. Ica, Perú.

Cliff M., Dever M. y Reynolds, A. 1996. Descriptive profiling of new and commercial British Columbia table grape cultivars. American Journal Enology and Viticulture, 47: 301-308.

Clydesdale, F. 1993. Color as a factor in food choice. Critical Review in Food Science and Nutrition, 33:83-101.

Cote S. 2011. Efecto de la intensidad de la radiación UV-C sobre la calidad sensorial, microbiológica y nutricional de frutos. Tesis para título de Magister en Tecnología e Higiene de los Alimentos. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina.

De Lama D. 2010. Tendencia en la conservación de alimentos en IV Gama. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

FDA (Food And Drug Administration) 2015. Disponible en: <http://www.fda.gov/>. Fecha de acceso: 2015, 20 de septiembre.

García D. 2011. Evaluación del efecto del clon en la producción y calidad de la uva en la variedad de shiraz (*Vitis vinifera* L.). Tesis para optar el título de Ingeniero agrónomo en horticultura. Universidad Autónoma Agraria. Torreón, Coahuila, México.

Garmendia G. y Vero S. 2007. Métodos de sanitización y conservación de hortalizas y frutas frescas. Proyecto MOTSA-IICA. Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Ministerio de Fomento Industria y Comercio (MIFIC), Universidad Nacional Agraria.

GESTIÓN, 2015. Minagri: Agroexportaciones peruanas se vendieron a 147 países en el 2015. Disponible en: <http://gestion.pe/economia/minagri-agroexportaciones-peruanas-se-vendieron-147-paises-2015-2154146>. Fecha de acceso: 2016, 20 de febrero. Minagri.

Gil G. 2004. Madurez de la fruta y manejo postcosecha. Frutas de clima templado y subtropical y uva de vino. Colección en agricultura.

Facultad de agronomía e Ingeniera forestal. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, Chile.

Gimferrer A. 2011. Aplicación de ozono en lavado de frutas y hortalizas. Revista Fruit Profits. Barcelona, España.

Glowacz M., Colgan R. y Rees D. 2014. Influence of continuous exposure to gaseous ozone on the quality of red bell peppers, cucumbers and zucchini. Rees Natural Resources Institute, University of Greenwich, Chatham, Kent, United Kingdom.

Godoy A. 2004. Conservación de dos variedades de arándano alto en condiciones en frío convencional. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar de Plata. Buenos Aires, Argentina.

Gómez-Galindo F., Herppich W., Gekas V., Sjöholm I. 2004. Factor affecting quality and postharvest properties of vegetables: integration of water relations and metabolism. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 44: 139-154.

González-Aguilar G., Ayala-Zavala J., Rivera-López J., Zavaleta-Gatica R., Villegas-Ochoa M. y Tejedor W. 2005. Reducción de deterioro en frutos de mango, durazno y nectarina utilizando irradiación ultravioleta (UV-C). *Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*, 3(1): 49-57.

Grupo de investigación en Viticultura 2009. Morfología de la Vid (*Vitis vinifera* L.). Universidad Politécnica de Madrid. España. Disponible en: <http://ocw.upm.es/produccionvegetal/viticultura/contenidos/tema1morfologia.pdf>. Fecha de acceso: 2016, 11 de marzo.

Guzel-Seydim, Z.; Greene, A. y Seydim, A. 2004. Use of ozone in food industry, Swiss Society of Food Science and Technology, published by Elsevier Ltd.

Hernández-Muñoz P., Almenar E., Del Valle V., Vélez D. y Gavara R. 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry quality during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 110: 428 - 435.

Horvitz S. y Cantalejo M. 2007. Efecto del ozono sobre la calidad de pimiento rojo cv. Lamuyo mínimamente procesado Universidad Pública de Navarra. Navarra, España.

Intermediate Technology Development Group. 2006. Técnicas de almacenamiento, United Nations Development Fund for Women, ITDG. Lima, Perú. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=dWfaSzI0K0EC&pg=PA3&dq=inadecuadas+en+el+almac%C3%A9n&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwjMhNzsn7nLAhXDqx4KHZiAAr8Q6AEIJzAA#v=onepage&q=inadecuadas%20en%20el%20almac%C3%A9n&f=false>. Fecha de acceso: 2016, 11 de marzo.

James J. y Ngarmsak T. 2010. Processing of fresh-cut tropical fruits and vegetables: A Technical Guide. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/014/i1909e/i1909e00.htm>. Fecha de acceso: 15 de Setiembre de 2014.

Karaca, H., y Velioglu, S. Y. 2007. Ozone applications in fruit and vegetables processing. *Food Reviews International*, 23: 91-106.

Lin D. y Zhao Y. 2007. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 6: 60-75.

Madrid M. 2011. Conservación de la calidad en bayas frescas después de la cosecha: el reto y las soluciones. *Revista Fruit Profits*. Barcelona, España.

Márquez L. y Pretell C. 2010. Coberturas biodegradables gelatina-almidón-tara y las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de uva (*Vitis vinifera* L.) Red goble, durante el almacenamiento. *Pueblo Continente: Revista oficial de la Universidad Privada Antenor Orrego*. Trujillo, Perú, 21 (1): 199-214.

Márquez L., Pretell C. y Minchón C. 2012. Efecto de la dosis de irradiación UV-C y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas, y antioxidantes en rebanadas de carambola (*Averrhoa carambola* L.), variedad Golden Star mínimamente procesada. *Pueblo Continente: Revista oficial de la Universidad Privada Antenor Orrego*. Trujillo, Perú, 23 (2) 357:358.

Martínez-Romero D. Guillén F., Valverde J., Bailén G., Zapata P., Serrano M., Castillo S. y Valero D. 2007. Influence of carvacrol on survival of *Botrytis cinerea* inoculated in table grape. *International journal of food microbiology*, 115: 144-148.

Mendoza C. 2014. Efecto de la dosis de irradiación de UV-C y tiempo de almacenamiento a 1 °C sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras y aceptabilidad general de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) Tesis para optar el título de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego Trujillo, Perú.

Meng X., Liu J. y Tian S. 2008. Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. *Food chemistry*, 106: 501-508.

MINAG, 2011. Uva. Perú, un campo fértil para sus inversiones y el desarrollo de sus exportaciones. Disponible: [http://www.minag.gob.pe/portal/download/pdf/biblioteca-virtual/ficha-tecnica-2011/ficha\\_uva.pdf](http://www.minag.gob.pe/portal/download/pdf/biblioteca-virtual/ficha-tecnica-2011/ficha_uva.pdf). Fecha de acceso: 2015, 16 de septiembre.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2014. Los parásitos de la Vid. Estrategias de protección razonada. 5ta Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

MINSA. 2008. Norma Resolución Ministerial. N° 591-2008. Lima, Perú.

Montgomery D. 2004. Diseño y análisis de experimentos. Segunda Edición. Universidad estatal de Arizona. Editorial Limusa S.A. México DF, México.

Organización Mundial de la Salud. 2016. Calidad del aire (exterior) y salud. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>. Fecha de acceso: 03 de abril de 2016.

Parzanese, M. 2001. Ozono en alimentos – Tecnologías para la Industria Alimentaria. Alimentos argentinos – MinAgri. Buenos Aires, Argentina.

Pelayo, C. y Castillo, D. 2002. Técnicas de Manejo Postcosecha a pequeña escala. Manual para los Productos Hortofrutícolas. Series de Horticultura Postcosecha N° 8. Universidad Autónoma Metropolitana. Iztapala. Iztapala, México.

Pérez A. 2012. Aplicaciones del ozono en la industria alimentaria. Centro nacional de ciencia y tecnología de alimentos. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Rivera D., Gardea A., Martínez M. y González-Aguilar G. 2007. Efectos Bioquímicos Postcosecha de la irradiación UV-C en frutas y hortalizas. Revista Fitotecnia Mexicana, 30: 361-372.

Rivero M. y Quiroga M. 2010. Es el 1-MCP (1-Metilciclopropeno) una alternativa al uso del dióxido de azufre en conservación de uva de mesa? Revista iberoamericana de tecnología postcosecha, 11: 8-17.

Salas N. 2010. Efecto de dos tipos de ácidos y tres concentraciones de quitosano en la película comestible, en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de las fresas (*Fragaria vesca* L.) almacenadas en refrigeración. Tesis para optar el título de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Sarig P., Zahavi Y., Zuthhi S., Yannai N., Lisker y Ben-Arie R. 2007. Ozone for control of post-harvest decay of table grapes caused by

*Rhizopus stolonifer*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 48: 403-415.

Schulz E. 2006. Avances en maduración y post - recolección de frutas y hortalizas. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.

Selma M., Ibáñez A., Cantwell M. y Suslow T. 2008. Reduction by gaseous ozone of *Salmonella* and microbial flora associated with fresh-cut cantaloupe. *Food Microbiology*, 25:558-565.

Seminario L., Acuña J. y Williams S. 2010. El ozono y su aplicación en la conservación de alimentos. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

Varese C. 2014. Efecto del tiempo de exposición a ozono gaseoso y del tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras y aceptabilidad general en arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Biloxi. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Vite D. 2014. Efecto del tiempo de exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y aceptabilidad general en fresas (*Fragaria Vesca* L.). Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Vergara S. 2010. Perfil de mercado de la Uva fresca de Cascas en Colombia y Ecuador. Trujillo, Perú.

Wei K., Zhou H., Zhou T. y Gong J. 2005. Comparación del ozono acuoso y el cloro como desinfectantes en la industria alimentaria: el impacto en la calidad del producto agrícola fresco. Programa de investigación alimentaria, agricultura y agroalimentación. Ontario, Canadá.

Xu L. 2008. Uso de Ozono para mejorar la seguridad de frutas y vegetales frescos. Revista Científica Mundo Alimentario. Edición Noviembre/Diciembre.

Zapata L., Mallaret A., Lesa C. y Rivadeneira M. 2010. Estudio sobre cambios de la firmeza de bayas de arándanos durante su maduración. Ciencia, Docencia y Tecnología, 41: 159-171.

## VIII. ANEXOS

ANEXO A. Pérdida de peso en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso durante el almacenamiento.

### REPETICIÓN 1

Tiempo (Días)	Pérdida de peso (%)		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	0.00	0.00	0.00
7	5.99	1.80	4.36
14	6.11	5.67	5.93
21	9.07	8.10	8.81
28	14.63	13.24	11.62

### REPETICIÓN 2

Tiempo (Días)	Pérdida de peso (%)		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	0.00	0.00	0.00
7	4.68	2.43	4.05
14	7.99	4.08	4.52
21	10.26	4.29	7.66
28	13.10	8.65	12.20

### REPETICIÓN 3

Tiempo (Días)	Pérdida de peso (%)		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	0.00	0.00	0.00
7	3.52	1.06	3.17
14	9.77	5.71	7.29
21	11.85	2.65	9.39
28	12.44	7.58	12.26

ANEXO B. Valores de la firmeza en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso durante el almacenamiento.

REPETICIÓN 1

Tiempo (Días)	Firmeza (N)		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	4.18	4.20	4.00
7	3.75	4.00	3.78
14	3.33	3.40	3.72
21	2.90	3.31	3.56
28	2.93	3.13	3.30

REPETICIÓN 2

Tiempo (Días)	Firmeza (N)		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	3.99	4.05	4.04
7	3.72	3.98	3.93
14	3.34	3.72	3.71
21	2.95	3.19	3.51
28	2.50	3.11	3.30

REPETICIÓN 3

Tiempo (Días)	Firmeza (N)		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	3.98	4.04	4.02
7	3.93	3.90	3.95
14	3.15	3.61	3.78
21	2.97	3.14	3.53
28	3.01	3.20	3.34

ANEXO C. Valores de Luminosidad  $L^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso durante el almacenamiento.

#### REPETICIÓN 1

Tiempo (Días)	Luminosidad ( $L^*$ )		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	32.14	31.38	31.61
7	22.85	25.53	23.08
14	19.97	23.79	21.20
21	18.39	22.48	20.48
28	17.74	21.01	19.68

#### REPETICIÓN 2

Tiempo (Días)	Luminosidad ( $L^*$ )		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	31.65	31.62	30.25
7	22.32	25.11	24.46
14	20.46	21.85	21.12
21	18.22	20.14	19.85
28	16.96	19.25	18.58

#### REPETICIÓN 3

Tiempo (Días)	Luminosidad ( $L^*$ )		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	28.16	31.15	30.28
7	22.96	24.01	23.54
14	19.24	21.21	20.03
21	18.65	19.98	17.10
28	17.62	19.68	17.94

ANEXO D. Valores de  $a^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso durante el almacenamiento.

REPETICIÓN 1.

Tiempo (Días)	$a^*$		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	4.54	4.03	4.32
7	5.60	4.18	4.83
14	6.82	5.69	5.82
21	7.17	6.23	6.49
28	7.63	6.51	7.14

REPETICIÓN 2

Tiempo (Días)	$a^*$		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	4.10	4.28	4.25
7	5.25	4.86	5.34
14	6.31	5.51	5.72
21	7.14	5.82	6.88
28	7.91	6.03	7.01

REPETICIÓN 3

Tiempo (Días)	$a^*$		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	4.73	3.89	4.45
7	5.51	4.30	5.03
14	6.62	5.27	6.24
21	7.12	6.57	6.51
28	7.42	7.06	7.11

ANEXO E. Valores de  $b^*$  en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso durante el almacenamiento.

### REPETICIÓN 1

Tiempo (Días)	$b^*$		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	0.99	0.85	0.74
7	1.06	1.13	1.18
14	1.65	1.35	1.48
21	2.11	1.58	1.76
28	2.51	1.85	1.98

### REPETICIÓN 2

Tiempo (Días)	$b^*$		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	0.65	0.59	0.76
7	1.20	0.86	1.02
14	1.82	1.04	1.34
21	2.09	1.47	1.66
28	2.22	1.52	1.86

### REPETICIÓN 3

Tiempo (Días)	$b^*$		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	0.84	0.71	0.98
7	1.59	1.02	1.11
14	1.91	1.14	1.36
21	2.25	1.32	1.56
28	2.34	1.42	1.66

ANEXO F. Recuento de mohos y levaduras en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso durante el almacenamiento.

REPETICIÓN 1

Tiempo (Días)	Recuento de mohos y levaduras		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	296	92	21
7	971	131	45
14	1123	239	72
21	2042	438	124
28	2250	628	190

REPETICIÓN 2

Tiempo (Días)	Recuento de mohos y levaduras		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	441	88	15
7	809	193	68
14	1245	287	88
21	1892	480	147
28	2164	571	183

REPETICIÓN 3

Tiempo (Días)	Recuento de mohos y levaduras		
	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
0	319	95	19
7	1004	179	51
14	1294	230	83
21	1937	457	118
28	2209	611	198

ANEXO G. Resultados de la evaluación sensorial en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso durante el almacenamiento.

JUECES	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Día 0	419	312	217
1	9	9	8
2	7	8	7
3	7	9	7
4	8	8	8
5	7	7	8
6	6	9	8
7	7	7	8
8	6	7	7
9	7	8	7
10	8	7	8
11	7	7	8
12	7	7	8
13	7	8	8
14	9	8	7
15	8	8	6
16	7	6	5
17	9	9	8
18	6	9	8
19	7	5	6
20	7	6	7
21	8	7	8
22	8	8	7
23	7	7	9
24	7	9	8
25	8	8	7
26	9	8	8
27	7	7	8
28	8	7	8
29	7	8	7
30	9	7	8
TOTAL	224	228	225
PROMEDIO	7.47	7.60	7.50

JUECES	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Día 7	419	312	217
1	7	9	8
2	8	7	9
3	7	8	8
4	7	8	7
5	8	7	8
6	8	8	7
7	7	8	8
8	7	9	8
9	5	6	6
10	7	8	9
11	8	7	7
12	7	8	6
13	6	7	8
14	8	8	6
15	6	7	7
16	7	8	8
17	8	7	7
18	7	9	8
19	6	7	7
20	7	6	7
21	8	8	8
22	7	8	7
23	6	7	8
24	7	8	8
25	8	8	7
26	8	7	8
27	6	7	6
28	6	7	8
29	7	8	7
30	8	7	8
TOTAL	212	227	224
PROMEDIO	7.07	7.57	7.47

JUECES	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Día 14	419	312	217
1	7	8	7
2	8	7	6
3	6	8	7
4	7	8	7
5	7	7	8
6	8	8	7
7	7	8	8
8	6	9	8
9	6	7	7
10	8	8	8
11	8	7	7
12	7	8	6
13	6	7	8
14	7	8	6
15	6	7	7
16	8	8	8
17	8	7	7
18	7	8	8
19	6	7	8
20	7	6	7
21	8	8	8
22	7	8	7
23	6	5	7
24	7	6	6
25	6	7	7
26	7	7	8
27	7	6	7
28	6	7	8
29	7	8	7
30	6	7	8
TOTAL	207	220	218
PROMEDIO	6.90	7.33	7.27

JUECES	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Día 21	419	312	217
1	6	6	7
2	5	6	6
3	4	6	8
4	4	5	7
5	5	7	6
6	5	6	7
7	4	6	6
8	4	6	6
9	5	7	7
10	5	8	6
11	5	7	7
12	7	8	6
13	6	7	6
14	7	8	6
15	6	7	6
16	5	8	7
17	5	7	8
18	7	9	6
19	6	7	6
20	7	6	7
21	5	8	8
22	7	8	7
23	6	7	6
24	7	6	8
25	5	6	7
26	5	7	8
27	7	6	7
28	6	7	6
29	7	8	6
30	5	7	6
TOTAL	168	207	200
PROMEDIO	5.60	6.90	6.67

JUECES	CONTROL	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Día 28	419	312	217
1	3	5	
2	5	7	5
3	6	6	6
4	4	4	7
5	6	5	5
6	3	4	7
7	5	7	6
8	4	7	6
9	5	6	3
10	1	6	3
11	5	7	6
12	5	6	3
13	3	7	6
14	5	6	5
15	4	6	6
16	5	6	5
17	4	7	6
18	5	6	7
19	3	6	4
20	5	7	5
21	5	6	6
22	4	7	5
23	3	6	5
24	6	6	4
25	5	4	4
26	2	7	3
27	5	5	5
28	6	7	4
29	5	6	6
30	5	7	6
TOTAL	132	182	149
PROMEDIO	4.40	6.07	5.14

Anexo H. Diagrama de flujo para la obtención de racimos de uva Red Globe con exposición a ozono gaseoso.



Recepción



Selección



Exposición a Ozono gaseoso



Almacenamiento



Envasado



Pesado