



Efecto de la concentración de ozono gaseoso sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y apariencia general en uva (*Vitis vinifera* L.) variedad red globe

Effect of gaseous ozone concentration on physicochemical, microbiological characteristics and general appearance in red globe variety grape (*Vitis vinifera* L.)

Bruno Valdiviezo Saavedra^a; Carla Pretell Vasquez^{a,*}; Luis Marquez Villacorta^a

^a Universidad Privada Antenor Orrego. Av. América Sur 3145, Trujillo – Perú.

*Autor para correspondencia: cpretellv@upao.edu.pe (C. Pretell).

Recibido 27 Mayo 2016; Aceptado 25 Julio 2016

RESUMEN

El uso de dióxido de azufre en la conservación de uva de mesa está siendo cuestionado por el daño que causa al medio ambiente y la salud del trabajador; por lo que se viene buscando agentes sustitutos. El ozono, es usado como desinfectante en frutas, pudiendo convertirse en método alternativo de aplicación industrial. Evaluar el efecto de la concentración de ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y apariencia general en uva variedad Red Globe. Se trabajó con racimos sin daños que fueron acopiados en una cámara de vidrio donde se inyectó el gas utilizando un equipo generador de ozono con flujo de 500 mg/h, y un medidor digital para cuantificar la concentración de ozono. Se utilizó el análisis de varianza para determinar el efecto significativo ($p < 0,05$) sobre las variables respuestas y la prueba Duncan para orientarnos al mejor tratamiento. El análisis de varianza mostró efecto significativo de la concentración de ozono y tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso, firmeza, color y recuento de mohos y levaduras de las bayas. La Prueba Duncan, determinó que, empleando 3 ppm de ozono se obtuvo la menor pérdida de peso, la mayor firmeza, luminosidad y apariencia general durante 28 días de almacenamiento. Así mismo, que la dosis de 25 ppm de ozono permitió obtener el menor recuento de mohos y levaduras en los frutos.

Palabras clave: Mínimo proceso, conservación no térmica, uva, ozono gaseoso.

ABSTRACT

The use of sulfur dioxide in the conservation of table grapes is being questioned by the damage caused to the environment and health of the worker; therefore it seeks substitutes. Ozone is used as a disinfectant in fruit, can become alternative method of application. To evaluate the effect of the ozone gas concentration and storage time on the physicochemical, microbiological characteristics, and general acceptability in Red Globe variety grape. We worked with grape variety Red Globe collected in a glass chamber where the gas is injected using an ozone generator equipment with flow of 500 mg / h, and a digital meter to measure the concentration of ozone. Analysis of variance was used to determine significant effect on the responses variables and Duncan test to determine the best treatment ($p < 0.05$). Analysis of variance showed significant effect of the ozone concentration and storage time on weight loss, firmness, color and count of molds and yeasts. The Duncan test determined that, to 3 ppm ozone the less weight loss and more light at the end of storage was obtained; likewise, a dose of 25 ppm ozone they allowed the greater firmness and lower molds and yeasts count. The general acceptability determined that the sample with 3 ppm ozone obtained the highest sensory acceptance at the end of storage.

Keywords: Minimal processing, non-thermal preservation, grape, gaseous ozone.

1. 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 (SO₂) en la conservación de uva de mesa está siendo cuestionado; motivo por el cual las investigaciones se orientan en desarrollar métodos alternativos para el control de pudriciones en esta fruta (Rivero y Quiroga, 2010).

La tendencia del consumidor por adquirir alimentos frescos ha provocado la demanda de uso de desinfectantes que permitan la conservación de los productos sin dejar residuos en ellos y que extiendan la vida útil de frutas y hortalizas, conservando sus características fisicoquímicas, sensoriales 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 los Estados Unidos con respecto a una reducción de hasta 5 ciclos logarítmicos en microorganismos presentes en productos hortofrutícolas (FDA, 2015).

El ozono, es un eficaz desinfectante utilizado en carne, pescado, mariscos, frutas, hortalizas, quesos, huevos, entre otros alimentos; 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, así mismo tiene la capacidad de eliminar de forma rápida los aldehídos o el etileno que desprenden los vegetales que son responsables de acelerar su proceso de maduración (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 se reduce por la pérdida de firmeza y decaimiento en la baya, así como, la decoloración del tallo (Meng *et al.*, 2008), la deshidratación del escojabo, la pudrición por *Botrytis cinerea* que genera el blanqueamiento del fruto (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 del

año anterior, con lo que este producto ocupó un privilegiado lugar dentro del ranking de las exportaciones agrícolas no tradicionales, después del café y el espárrago fresco (GESTIÓN, 2015).

Debido a la importancia que está tomando la uva de mesa en el Perú y el mundo, la presente investigación pretende evaluar el efecto de la concentración de ozono gaseoso como agente alternativo de conservación sobre la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de la uva variedad Red Globe, durante el almacenamiento.

2. Materiales y métodos

Materiales

Racimos de uva variedad Red Globe, proporcionados por la empresa Agrícola San José S.A. ubicado en Cieneguillo Centro s/n Carretera Tambogrande (San Lorenzo), Piura-Perú, los cuales fueron seleccionados de acuerdo a su aspecto general (ausencia de signos de putrefacción y deterioro físico como grietas y magulladuras). La clasificación fue en base al color rojo uniforme en toda la baya, lo que indica su estado de madurez comercial.

Tratamiento con ozono

Se generó ozono gaseoso mediante una máquina ozonificadora (marca Ozonomatic, modelo OZ-500) con un flujo de 500 mg/h, el cual se inyectó en una cámara de frío con temperatura de 8 °C (Figura 1) que contenía nueve racimos de uva por tratamiento, sometidos a concentraciones de 3 y 25 ppm, lo cual fue controlado utilizando un medidor digital de ozono gaseoso (marca Crowcon, modelo Gasman O3, sensibilidad $\pm 0,1$ ppm). Se consideró una muestra control (sin ozonificación).

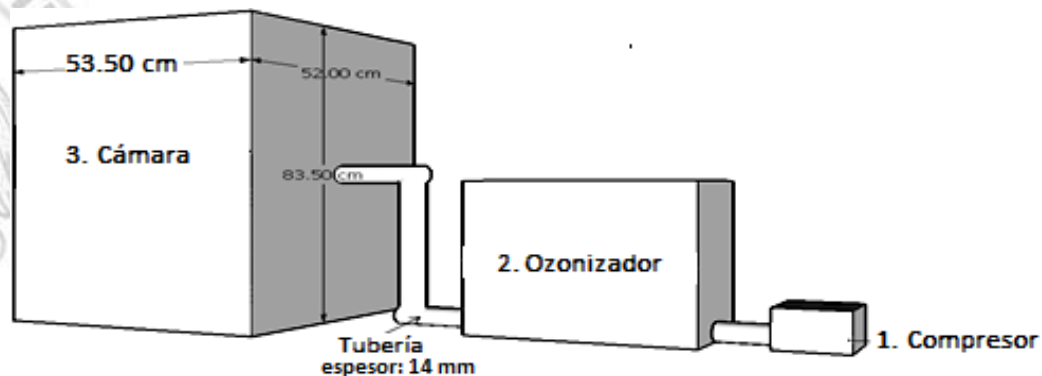


Figura 1. Esquema de cámara de frío y equipo generador de ozono

Los frutos se almacenaron en una refrigeradora con control de temperatura (marca Bosch, modelo KSU44, capacidad 346 L) durante 28 días a $2\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $85\text{-}90\% \pm 0,1\%$ de humedad relativa, control realizado con un termohigrómetro (Marca Fluke, Modelo 971, sensibilidad $\pm 2,5\%$).

Métodos de análisis

Pérdida de peso Se determinó por diferencia en los distintos tiempos de evaluación. Los datos se expresaron en porcentaje, respecto al peso inicial (Godoy, 2004). Se utilizó una balanza digital, marca Ohaus, modelo CP602, precisión 0,01.

Firmeza. Se determinó de manera instrumental, utilizando un texturómetro marca Instron Modelo 3342 (Zapata *et al.*, 2010). Se midió la fuerza máxima de ruptura alrededor del diámetro ecuatorial que se expresó en Newtons (N), utilizándose un punzón cilíndrico de 3,2 mm de diámetro, a una velocidad de 1,0 mm/s considerándose por cada tratamiento una muestra de 5 bayas de $2,3 \pm 0,2$ cm de diámetro, reportando el promedio de los resultados.

Color. Se utilizó el sistema CIELAB, usando un colorímetro (marca Kónica-Minolta, modelo CR-400). El equipo fue calentado durante 10 min y calibrado con un blanco estándar. Las características de color evaluadas fueron la luminosidad (L^*) y el valor a^* . Las medidas fueron tomadas en cinco diferentes de frutos, reportando el promedio de los resultados (Godoy, 2004).

Recuento mohos y levaduras. Se pesó 10 g de muestra que fueron homogenizados 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 Agar Sabouraud. Los recuentos de colonias se enumeraron luego de una incubación a $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 48 h. Los resultados se reportaron en ufc/g (Wei *et al.*, 2005).

Apariencia general. Se evaluó en base a las características sensoriales de color visual en la cáscara y firmeza táctil del fruto usando una escala hedónica de 9 puntos, donde 1: extremadamente malo, 3: malo, 5: aceptable y límite de aceptabilidad, 7: bueno y 9: excelente. Se trabajó con 30

panelistas no entrenados (Martínez-Romero *et al.*, 2007).

Análisis estadístico. Se empleó con un No coincide con el año de la referencia diseño bifactorial, utilizando el análisis de varianza para determinar el efecto significativo en las variables respuestas y se aplicó la prueba de Duncan para orientarnos hacia el mejor tratamiento. Todas las pruebas se trabajaron con un nivel de confianza del 95%, utilizándose el programa Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 22.0.

3. Resultados y discusión

Pérdida Peso

En la Figura 1 se muestra la pérdida de peso durante el almacenamiento para los diferentes tratamientos, observando un incremento de la variable en el tiempo.

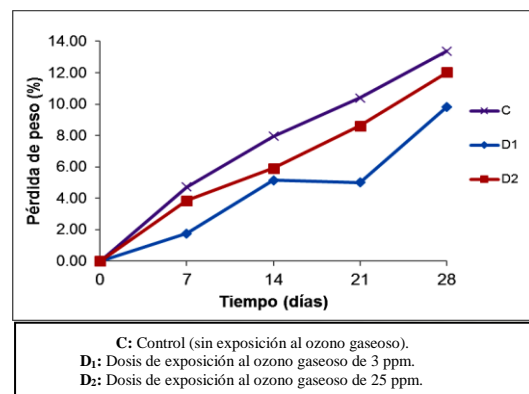


Figura 1. Pérdida de peso en uva Red Globe tratada con ozono en función del almacenamiento.

Los racimos de uva Red Globe tratados con ozono gaseoso a 3 y 25 ppm, presentaron las menores pérdidas de peso a los 28 días de almacenamiento con 9,83 y 12,02%, respectivamente. La muestra control sin exposición a ozono mostró la mayor pérdida con 13,39%.

La pérdida de peso de las frutas se asocia principalmente con la respiración y evaporación de la humedad a través de la cáscara, que se ve favorecida por la degradación de la membrana y la pared celular durante el almacenamiento, lo que también resulta en la pérdida de turgencia del fruto. La pérdida de peso puede implicar disminución de la calidad y, en conse-

cuencia, el rechazo de los consumidores (James y Ngarmak, 2010).

Pérdidas de peso de un orden del 8 - 11% pueden causar en ciertas frutas deshidrataciones y marchitamientos 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 (Artés-Hernández *et al.*, 2010). Las condiciones recomendadas para la aplicación de ozono gaseoso son temperaturas de refrigeración y alta humedad relativa (HR 90%), debido a que favorecen la 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 *et al.*, 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 que Varese (2014) reportó la pérdida de peso en arándanos, con exposición a ozono gaseoso en 35 y 65 ppm y almacenados durante 30 días a 1 °C, obteniendo valores de 8,40 y 9,27%, respectivamente. En comparación, la muestra control que presentó la mayor pérdida con 11,16%. Vite (2014) evaluó la pérdida de peso en fresas, con exposición a ozono gaseoso en 3 y 25 ppm, almacenados durante 12 días a 4 °C, obteniendo resultados de 3,69 y 1,95%, respectivamente. Mientras que para la muestra control mostró la mayor pérdida con 5,37%.

El análisis de varianza indicó que la concentración de ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento presentaron efecto significativo ($p < 0,05$) sobre la pérdida de peso. Resultados similares fueron reportados por Varese (2014) y Vite (2014) quienes encontraron efecto significativo ($p < 0,05$) de la exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso en arándanos y fresas, respectivamente. La prueba de Duncan indicó que el tratamiento aplicación de ozono a 3 ppm presentó la menor pérdida

de peso con 9,83% a los 28 días de almacenamiento.

Firmeza

En la Figura 2 se presenta el comportamiento de la firmeza en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función del almacenamiento.

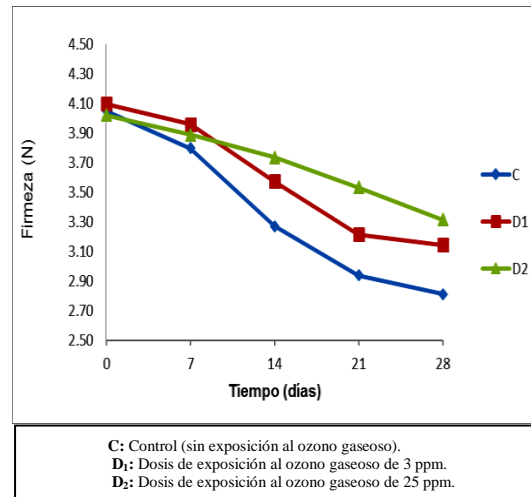


Figura 2. Firmeza en uva Red Globe tratada con ozono gaseoso en función del almacenamiento.

La firmeza en las bayas disminuyó durante el almacenamiento para todos los tratamientos. Los racimos de uva Red Globe tratados con ozono gaseoso a 25 y 3 ppm, presentaron la mayor firmeza a los 28 días de almacenamiento con 3,31 y 3,15 N, respectivamente. La muestra control mostró el menor valor con 2,81 N.

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.

Varese (2014) reportó resultados similares en arándanos expuestos a ozono gaseoso en 35 y 65 ppm, que presentaron la mayor firmeza durante 30 días de almacenamiento a 1 °C con 1,93 y 1,71 N, respectivamente. Mientras, la muestra control, presentó el

menor valor con 1,58 N. Vite (2014) reportó la disminución de la firmeza en fresas con exposición a ozono gaseoso en 25 y 3 ppm, almacenadas durante 12 días a 4 °C, obteniendo valores de 1,64 y 1,44 N, respectivamente. En comparación, la muestra control denotó un valor de 1.39 N. El análisis de varianza denotó que la concentración de ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento presentaron efecto significativo ($p < 0,05$) sobre la firmeza. Resultados similares fueron reportados por Varese (2014) y Vite (2014) quienes encontraron efecto significativo ($p < 0,05$) de la exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre la firmeza en arándanos y fresas, respectivamente. La prueba de Duncan indicó que los tratamientos 25 y 3 ppm de ozono fueron estadísticamente iguales, presentando la mejor firmeza con 3,31 y 3,15 N, a los 28 días de almacenamiento.

Color

La Figura 3 muestra el comportamiento de la Luminosidad en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función del almacenamiento.

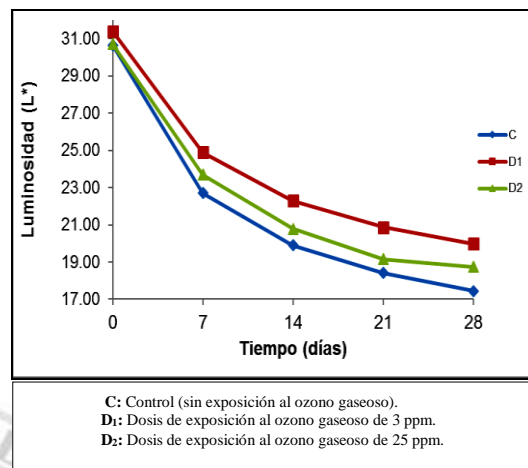


Figura 3. Luminosidad (L^*) en uva Red Globe tratada con ozono gaseoso en función del almacenamiento.

La Luminosidad en las bayas disminuyó durante el almacenamiento para todos los tratamientos. Los racimos de uva Red Globe tratados con ozono gaseoso a 3 y 25 ppm, presentaron valores más altos de L^* a los 28 días de almacenamiento con 19,98 y 18,73, respectivamente. La muestra control mostró el menor valor con 17,44.

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

Diversas investigaciones manifiestan el efecto favorable de la aplicación de ozono gaseoso en uvas y otras bayas. Así tenemos que Artés-Hernández *et al.* (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 ozonificadas gaseoso presentaron valores de 32,4, en comparación, de la muestra control con 28,6. Varese (2014) evaluó la luminosidad L^* 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 la muestra tratada a 65 ppm con 23,79. Mientras, que las muestras control, presentó el menor valor con 22,85.

El análisis de varianza denotó que la concentración de ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento presentaron efecto significativo ($p < 0,05$) sobre la Luminosidad. Resultados similares fueron reportados por Artés-Hernández *et al.*, (2010) y Varese (2014) quienes encontraron efecto significativo ($p < 0,05$) de la exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre la luminosidad en uvas de mesa variedad *Crimson seedles* y arándanos, respectivamente. La prueba de Duncan indicó que los tratamientos 3 y 25 ppm de ozono fueron estadísticamente iguales, presentando los mejores valores con 19,98 y 18,73, respectivamente.

En la Figura 4 Se presenta el comportamiento del valor a^* en racimos de uva Red Globe expuestos a ozono gaseoso en función del almacenamiento.

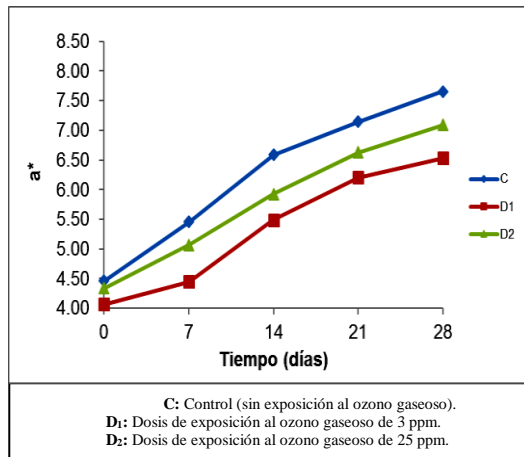


Figura 4. Valores de a^* en uva Red Globe tratada con ozono gaseoso en función del almacenamiento.

Los valores positivos de a^* indican que la fruta presenta una tonalidad rojiza, el aumento en esta característica de color refleja una mayor intensidad en la tonalidad de la cáscara. Los racimos tratados con ozono gaseoso a una dosis de 3 y 25 ppm, presentaron los menores valores a los 28 días de almacenamiento con 6,53 y 7,09, respectivamente. Mientras, que la muestra mostró el mayor valor con 7,65.

El valor a^* es un indicador de madurez en la uva (Cajamar, 2014). Los valores de a^* aumentan debido al incremento de la concentración de antocianinas totales y la pérdida de agua en el fruto durante el almacenamiento. Se ha encontrado que el ozono retarda la acción del etileno y su acción oxidante lo cual permite retrasar el desarrollo del pardeamiento enzimático disminuyendo así el oscurecimiento de las frutas durante el almacenamiento (Rivera *et al.*, 2007; Hernández-Muñoz *et al.*, 2008). 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 estos compuestos; 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 *et al.* (2010) mostraron comportamientos similares en el valor a^* para uvas de mesa expuestas a ozono gaseoso (0,6 ppm por 2 min) después de 23 días de almacenamiento a 5 °C, reportando

un valor de 10,9, en comparación, de la muestra control 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. Mientras, la muestra control tuvo un valor de 20,14.

El análisis de varianza muestra que la concentración y el tiempo de almacenamiento presentaron un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre el valor a^* en racimos de uva. La prueba de Duncan mostró que el tratamiento 3 ppm de ozono presentó el mejor valor con 6,53 a los 28 días de almacenamiento.

Recuento de mohos y levaduras

En la Figura 5 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.

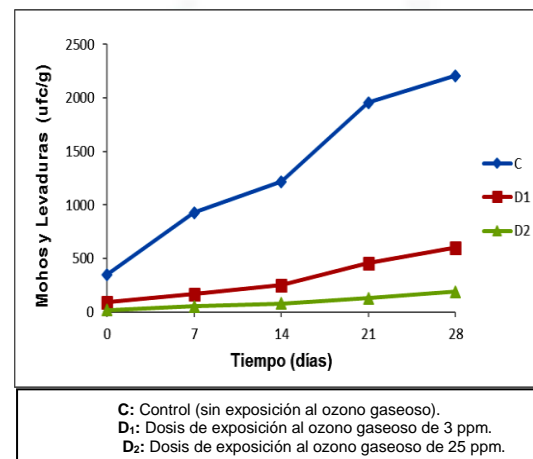


Figura 6. Recuento de mohos y levaduras uva Red Globe tratada con ozono gaseoso en función del almacenamiento.

El aumento del crecimiento microbiano fue 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 esta tecnología 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 y 603 ufc/g para dosis de 25 y 3 ppm, respectivamente. Los valores en todas las muestras

analizadas, se encontraron por debajo al límite máximo permisible de 1×10^6 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 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. Al utilizar ozono en grandes concentraciones se puede evitar un mayor incremento de microorganismos, al ser un potente agente antimicrobiano que destruye bacterias, esporas, mohos, levaduras y virus (Selma *et al.*, 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 y demás microorganismos, originando la oxidación de la pared celular que conlleva la ruptura celular (Seminario *et al.*, 2010).

Resultados similares a los obtenidos en esta investigación fueron reportados por Varese (2014), quién evaluó la exposición de ozono gaseoso (65 y 35 ppm) en arándanos, 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 la muestra control mostró 21600 ufc/g. Sarig *et al.* (2007) evaluaron la exposición con ozono gaseoso (20 min) en racimos de uvas y observaron una considerable reducción de colonias bacterianas, hongos, levaduras, así como, en las pérdidas por pudrición; atribuyeron estos resultados a la actividad antimicrobiana del ozono.

El análisis de varianza muestra que la concentración de 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. Resultados similares fueron reportados por Varese (2014), y Alexandre *et al.* (2011) quienes encontraron efecto significativo ($p < 0,05$) de la exposición a ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre el recuento de mohos y levaduras en

arándanos y fresas, pimientos y berros; respectivamente. La prueba de Duncan indicó que el tratamiento 25 ppm de ozono presentó el mejor valor con 190,33 ufc/g a los 28 días de almacenamiento.

Apariencia general

En la Figura 7 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 .

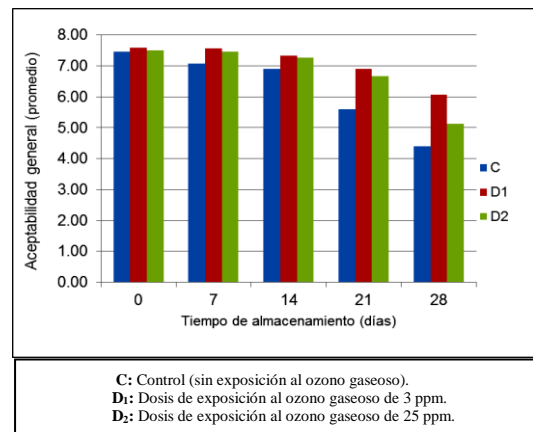


Figura 7. Calificaciones de apariencia general uva Red Globe tratada con ozono gaseoso en función del almacenamiento.

La evaluación de la apariencia en racimos de uva Red Globe se realizó mediante la aplicación de una escala hedónica de 9 puntos, las pruebas se efectuaron a los 0, 7, 14, 21 y 28 días de almacenamiento. Según la percepción general de los panelistas indicadas en la cartilla de evaluación, entre los días 0 y 28 de almacenamiento, se observó una tendencia decreciente, sin embargo, los panelistas indicaron que las muestras tratadas con 3 ppm presentaron los mayores valores de aceptabilidad distinguiendo un color muy característico de la variedad de uva, así como, una firmeza táctil rígida, teniendo percepciones de “me gusta ligeramente, que corresponden a 6 puntos. Por otro lado el día 28 de almacenamiento, en las muestras 25 ppm de ozono y control, se observó una disminución del grado de aceptación de los panelistas, que percibieron en los frutos una pérdida de brillantez en la cáscara y firmeza semi-blanda, 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 las bayas se encuentra entre las más grandes, es de maduración tardía y presenta un color rojo claro en estado óptimo de madurez. Los racimos de uva están compuestos por bayas y raspones. 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 pardeamiento aunque se encuentre bajo almacenamiento en refrigeración (Crisosto *et al.*, 2001).

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 *et al.*, 2002). Tendencias similares fueron repostadas por Artés-Hernández *et al.* (2010) quienes indicaron que uvas de mesa con exposición a ozono gaseoso (0,6 ppm por 2 min) fueron aceptadas por los panelistas al día 23 de almacenamiento, mientras que la muestra control fue rechazada.

La prueba no paramétrica de Friedman indicó un efecto significativo ($p < 0,05$) de la concentración de ozono gaseoso sobre la apariencia general a los 21 y 28 días de almacenamiento. Por otra parte, la prueba de Wilcoxon, confirmó la diferencia significativa del tratamiento 3 ppm de ozono en el día 28 con los demás tratamientos, representando el mejor tratamiento en cuanto a percepción sensorial.

4. Conclusiones

Se determinó efecto significativo de la concentración de 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 variedad Red Globe. El tratamiento de 3 ppm de ozono gaseoso permite reducir la pérdida de peso y obtener los mejores valores de firmeza, color y

aceptabilidad general, así como, un bajo recuento de mohos y levaduras durante 28 días de almacenamiento en los racimos de uva Red Globe. La aplicación de ozono gaseoso como tecnología postcosecha se presenta como una interesante alternativa para la conservación de características de calidad en frutas tipo bayas a nivel industrial.

Referencias

- Alexandre, E.; Santos – Pedro, D.; Brandao, T.; 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.
- Artés-Hernández, F.; Rodríguez-Hidalgo, S.; 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.
- Bataller-Venta, M.; Santa, S.; García, M. 2010. El ozono: una alternativa sustentable en el tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista CENIC* 41(3): 155-164.
- 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.
- Cajamar, 2014. Parámetros de Calidad Externa en La Industria Agroalimentaria. Disponible en: <http://www.fundacioncajamar.es/pdf/bd/comun/tranferencia/003-calidad-externa-1401191044.pdf>
- Carpenter, R.; Lyon, D.; Hasdell, T. 2002. Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Acribia. S.A. España.
- Crisosto, C.H.; Smilanick, J.L.; Dokoozlian, N.K. 2001. Table grapes suffer water loss, stem browning during cooling delays. *California Agricultura* 55: 39-42.
- FDA, (Food and Drug Administration) 2015. Disponible en: <http://www.fda.gov/>.
- Garmendia, G.; 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. Agroexportaciones peruanas se vendieron a 147 países en el 2015. MINAGRI. Disponible en: <http://gestion.pe/economia/minagri-agroexportaciones-peruanas-se-vendieron-147-paises-2015-2154146>.
- 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.

- Hernández-Muñoz, P.; Almenar, E.; Del Valle, V.; Vélez, D.; 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.; Cantalejo, M. 2007. Efecto del ozono sobre la calidad de pimiento rojo cv. Lamuyo mínimamente procesado Universidad Pública de Navarra. Navarra, España.
- James, J.; Ngarmasak, 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.
- Márquez, L.; 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*: 21 (1): 199-214.
- Martínez-Romero, D.; Guillén, F.; Valverde, J.; Bailén, G.; Zapata, P.; Serrano, M.; Castillo, S.; Valero, D. 2007. Influence of carvacrol on survival of *Botrytis cinerea* inoculated in table grape. *International journal of food microbiology* 115: 144-148.
- Meng, X.; Li, B.; Liu, J.; Tian, S. 2008. Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. *Food Chem.* 106: 501-508.
- MINSA, 2008. Norma Resolución Ministerial. N° 591-2008. Lima, Perú.
- 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.; Martínéz, M.; González-Aguilar, G. 2007. Efectos Bioquímicos Postcosecha de la irradiación UV-C en frutas y hortalizas. *Revista Fitotecnia Mexicana* 30: 361-372.
- Rivero, M.; 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.
- Sarig, P.; Zahavi, Y.; Zuthhi, S.; Yannai, N.; Lisker, N.; 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.
- Selma, M.; Ibáñez, A.; Cantwell, M.; 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.; 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.
- Wei, K.; Zhou, H.; Zhou, T.; 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.
- Zapata L.; Mallaret A.; Lesa C.; Rivadeneira M. 2010. Estudio sobre cambios de la firmeza de bayas de arándanos durante su maduración. *Ciencia, Docencia y Tecnología* 41: 159-171.

