

## La ozonización como propuesta para la conservación frutihortícola.

Nicolás Marchessi<sup>1</sup>, Liliana Galián<sup>1</sup>, Antonella Chamorro<sup>1</sup>, Eliana Del Rio<sup>1</sup>, Gladys Corbalán<sup>1</sup>, Pamela Pezuk<sup>1</sup>, Domingo Ramos<sup>2</sup>, Daniel Alonso<sup>1</sup>, Nora Trejo<sup>1</sup>, Ernesto Benavidez<sup>1</sup>

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora<sup>1</sup>. ECO 03<sup>2</sup>

### Resumen

En la actualidad se buscan procedimientos de conservación que no dejen residuos tóxicos principalmente en los alimentos perecederos como los frutihortícolas. El Centro de Investigación Desarrollo e Innovación para los Procesos Agroalimentarios (CIDiPA) y las Cátedras de Microbiología e Industria de la Cadena de los Productos Agrarios de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora en el marco del convenio de cooperación técnica científica con la empresa ECO 03, evaluaron la efectividad de la ozonización combinada con la refrigeración sobre la conservación de plantas de brócoli y la inhibición de *Penicillium* sp. en frutos de limón durante el periodo de postcosecha. Los resultados preliminares sugieren que la ozonización combinada con la refrigeración es efectiva para retardar la senescencia de las plantas de brócoli prolongando su vida útil. También se observó que la ozonización en los limones durante la postcosecha retarda la infección y la diseminación de *Penicillium* sp. entre los limones. Estos resultados incentivan a mantener vigente la propuesta de la ozonización como método de conservación frutihortícola.

**Palabras Claves. Ozono. Conservación. Brócoli. Limones.**

### Introducción.

La industria alimenticia se ve obligada a desarrollar nuevas técnicas y procesos sostenibles y amigables con el medio ambiente respondiendo a la tendencia mundial orientada hacia el consumo de alimentos saludables que posean una producción y comercialización que muestren una marcada responsabilidad empresarial. En el campo de la conservación, actualmente se investiga el desarrollo de procesos alternativos con principios biocidas y/o bioestáticos más efectivos y seguros que la utilización de agentes químicos, minimizando los efectos tóxicos residuales. Para tal fin se proponen alternativas basadas en la aplicación de radiaciones ultravioletas y ozonización (Parzanese, 2013).

Los alimentos de origen vegetal son propensos a sufrir alteraciones y daños desde la cosecha hasta el expendio al consumidor final. El acopio de los vegetales en los mercados frutihortícolas se realiza en cámaras de refrigeración que pueden o no tener control de gases. Es muy común la acumulación de gas etileno liberado naturalmente por el vegetal, este gas acelera la maduración de los frutos y la senescencia de las hojas reduciendo significativamente la vida útil del vegetal, por ejemplo, el brócoli es muy sensible a este gas, mostrando en corto tiempo una evidente pérdida de calidad comercial.

La bibliografía señala que el ozono tiene un alto poder oxidante sobre el etileno, reaccionando con este transformándolo en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O). (Arnal *et al.*, 2005; Parzanese, 2013; Seminario *et al.*, 2010)

Por otro lado, las pérdidas económicas ocasionadas por las enfermedades de postcosecha representan uno de los principales problemas de la citricultura, siendo el 80 % atribuibles a infecciones fúngicas; dentro de estas el “moho verde” causado por *Penicillium digitatum* es la enfermedad de mayor incidencia y severidad causante de pérdidas en la exportación de limones (Carbajo, 2011).

Especialistas en citricultura del INTA Concordia comprobaron que la ozonización inhibe la esporulación de *Penicillium* sp. sobre naranjas en cámaras de conservación (Vázquez *et al.*, 2010).

La ozonización continua o intermitente del ambiente de las cámaras a concentraciones de 0,3 ppm (límite máximo para exposiciones de hasta 15 min según la legislación de los EEUU) no resulta fitotóxica e inhibe de forma importante el crecimiento aéreo de micelio y la esporulación en frutos conservados en frío (4-5°C), pudiendo así reducir la carga de inóculo fúngico presente en los almacenes y también evitar la proliferación de cepas patogénicas resistentes a los fungicidas (Vall *et al.*, 2004).

Existe evidencia que la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca propuso e incentivo la utilización del ozono, para la conservación y desinfección de agro alimentos, debido a la ausencia de residuos tóxicos. (Parzanese, 2013)

El Centro de Investigación Desarrollo e Innovación para los Procesos Agroalimentarios (CIDiPA) y las Cátedras de Microbiología e Industria de la Cadena de Productos Agrarios de la UNLZ FCA, en el marco del convenio de cooperación técnica científica con la empresa ECO 03; realizaron el presente trabajo cuyos objetivos fueron:

- evaluar la efectividad de la ozonización combinada con la refrigeración sobre la conservación de plantas de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*).
- evaluar la efectividad de la ozonización para la inhibición de *Penicillium* sp. en frutos de limón (*Citrus limon*) variedad Eureka durante el periodo de postcosecha.

### **Materiales y métodos:**

Los trabajos se realizaron en el Mercado Central de Buenos Aires (MCBA), en los laboratorios Central y de Microbiología de la FCA UNLZ y en las instalaciones de ECO 03. El ensayo de senescencia en plantas de brócoli se realizó con ozonización continua, durante ocho días utilizando generadores de ozono modelo AR 450 que suministran 2.8 ppm de ozono a la salida del equipo. Para el ensayo de inhibición de *Penicillium* sp. sobre limones se utilizó un generador AR 60 que proporciona 1 ppm de ozono, llegando a 0,5 ppm en cada repetición del tratamiento ozonizado, aplicado por 12 horas diarias durante 32 días. La medición de la concentración de ozono se efectuó en ambos casos mediante un medidor de ozono Porta Sens II modelo C16 Ozone Gas.

### **Ensayo de senescencia en plantas de brócoli:**

Muestreo: Se tomaron 4 jaulas de brócoli provenientes de un puesto mayorista con producción propia.

### Tratamientos.

Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental. Facultad de Ciencias Agrarias. UNLZ. Vol. 7 (3) 2020:42-48

Tratamiento 1. Cámara con refrigeración a 5°C de T° y ozonizada.

Tratamiento 2. Cámara con refrigeración a 5°C de T°.

Tratamiento 3. Cámara ozonizada.

Tratamiento 4. Control (condiciones de venta).

Al finalizar el periodo del ensayo se cuantifico el número de plantas con senescencia, expresándolo en porcentaje (plantas con senescencia/total de plantas) por tratamiento (Figura 1A-1F).

### **Ensayo de inhibición de *Penicillium* sp. sobre frutos de limón**

Muestreo: Se tomaron 44 limones de un mismo lote, de un comercio mayorista del MCBA.

Preparación del ensayo: sobre bandejas de plástico de 54 x 34 x 10 cm se colocaron 11 limones y como inóculo fúngico 3 limones infectados. Las bandejas fueron selladas con film plástico y sometidas a dos tratamientos por duplicado: T1 control y T2 ozonizado.

Al inicio, los limones tenían un porcentaje de azúcar de 7,2 – 8° Brix, medido con un refractómetro de mano genérico con escala de 0 -32° Brix.

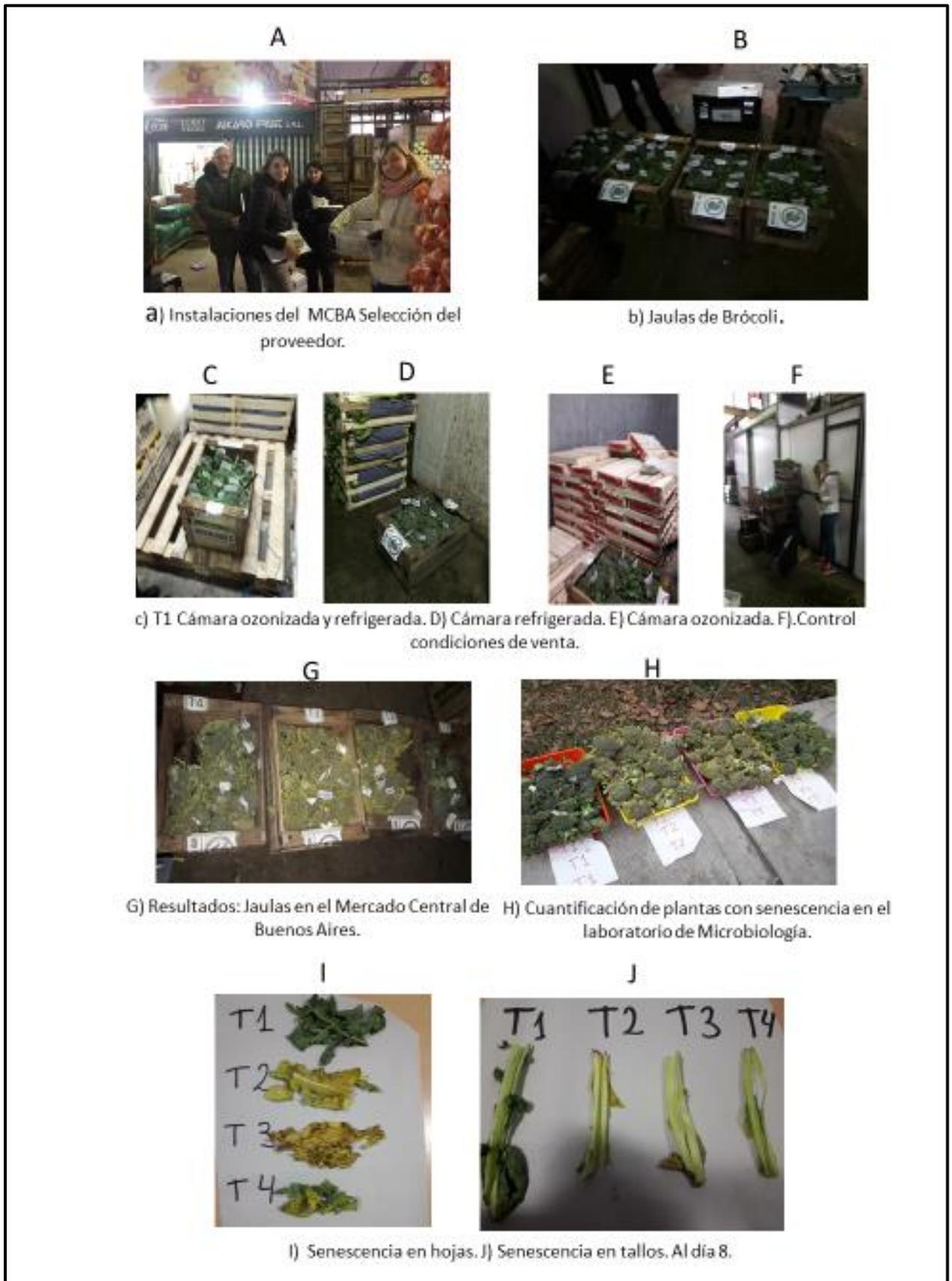
Para evaluar el efecto de la ozonización sobre el desarrollo de *Penicillium* sp. se realizaron observaciones directas diarias en ambos tratamientos verificando el desarrollo micelial sobre la superficie de los limones. Al finalizar el ensayo, día 32, se cuantifico el número de limones con daño fúngico expresándolo en porcentaje (limones con daño fúngico/total de limones).

Para evaluar el efecto del ozono sobre *Penicillium* sp. se realizaron observaciones de las estructuras reproductivas con la ayuda de un microscopio binocular Arcano XSZ107 BN con un aumento de 400X (Figura 2A-2E).

### **Resultados:**

Se determinaron en el ensayo de senescencia de plantas de brócoli los siguientes porcentajes: T1: 0%, T2: 80%, T3: 100% y T4: 50% (Figura 1 G-J).

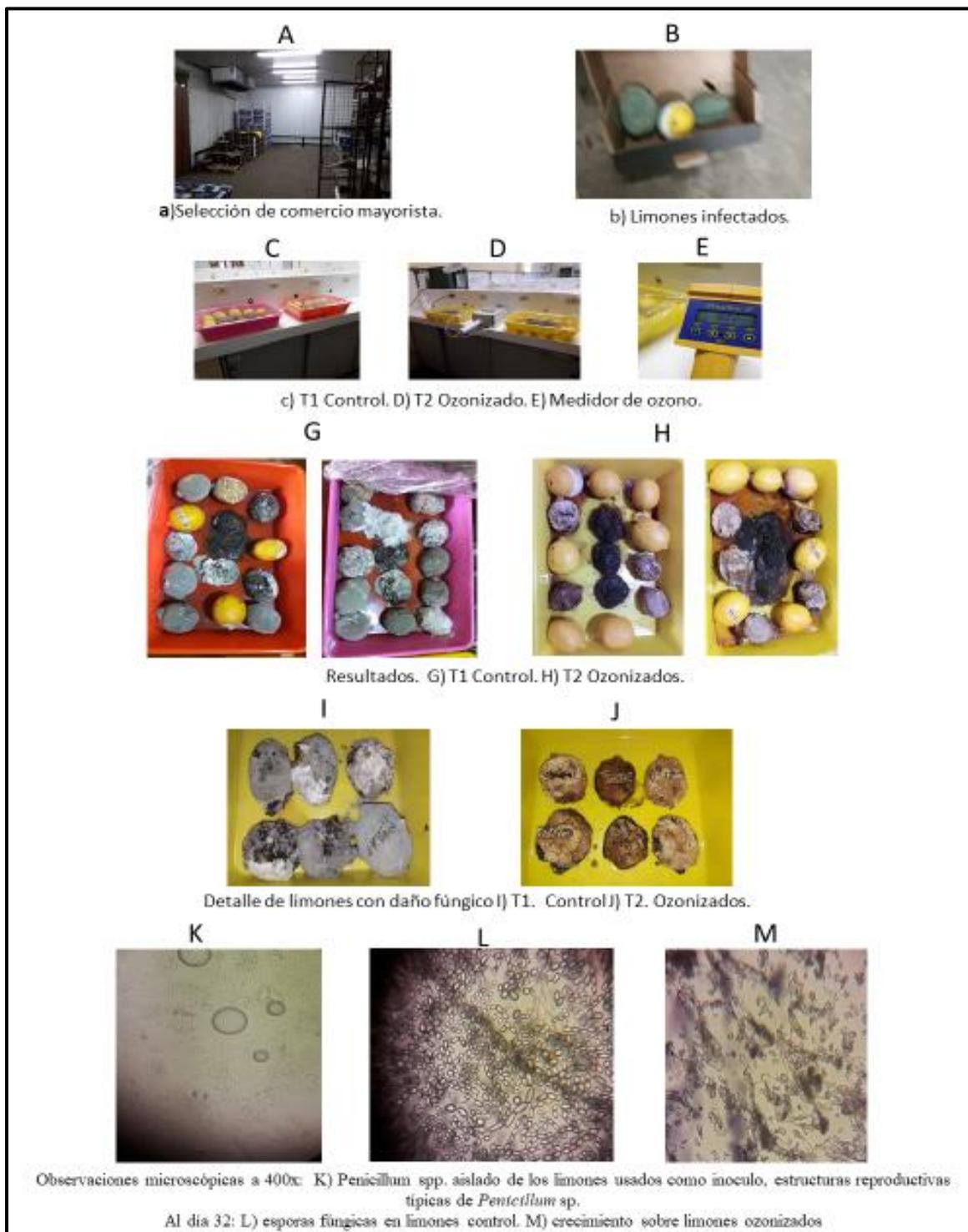
Se pudo observar un efecto positivo para la conservación de plantas de brócoli en el T1 con un 0% de senescencia bajo condiciones de ozonización y a 5°C de temperatura; en sentido contrario, se observó un efecto negativo con un 100% de senescencia en el T3, solamente con ozonización y un 80% en el T2 solamente con refrigeración. En el T4, control, se observó un 50% de senescencia. Hay que considerar que este tratamiento se realizó en el galpón de venta mayorista, con condiciones naturales de temperatura y ventilación que evitaron la acumulación de etileno.



**Figura 1.** Ensayo de senescencia en plantas de brócoli

Se determinaron en el ensayo de inhibición de *Penicillium* sp. en frutos de limón los siguientes porcentajes: T1, control, sin ozonizar presentó un 100% de limones con daño fúngico. El T2, ozonizado presento 45,5% de limones con daño fúngico (Figura 2 G-J).

Observaciones microscópicas de los conidios, en el T2 ozonizado presentaron conidios deshidratados con paredes engrosadas con daño subletal y baja esporulación, en comparación con el T1, sin ozonizar presentaron conidios normales, globosos y turgentes con una alta esporulación (Figura 2 K-M).



**Figura 2.** Ensayo de inhibición de *Penicillium* sp. sobre frutos de limón

**Conclusiones.**

La ozonización combinada con la refrigeración fue efectiva para retardar la senescencia de las plantas de brócoli prolongando la vida útil del alimento.

La ozonización retarda la infección de *Penicillium* sp. en frutos de limón.

El ozono daña subletalmente a *Penicillium* sp. inhibiendo parcialmente la esporulación y por ende la diseminación dentro del cajón. Este efecto es beneficioso para mitigar el desarrollo de la contaminación entre limones.

Estos resultados preliminares incentivan continuar investigando a la ozonización como método de conservación frutihortícola.

**Bibliografía.**

Arnal L, Salvador A, Martínez-Jávega JM. (2005). Efecto del ozono en el mantenimiento de la calidad de caqui 'rojo brillante'. *Revista Iberoamericana de tecnología postcosecha*, 6(2), 99-106.

Carbajo MS. (2011). Sistemas alternativos a los fungicidas químicos para el control de *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc. en limón. Trabajo de tesis para optar al grado de Magíster en Producción Vegetal, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Parzanese M. (2013). *Tecnologías para la Industria Alimentaria: Ozono en alimentos* (No. H2720). Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Buenos Aires (Argentina).

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, 1-7.

Vall LP, Smilanick JL, Crisosto CH. (2004). Conservación frigorífica de cítricos en atmósferas ozonizadas: efecto sobre las enfermedades de postcosecha. *Levante Agrícola: Revista internacional de cítricos*, (372), 321-328.

Vázquez DE, Meier GE, Bello F, Cocco M, Almirón NJ. (2010). Aplicación de oxígeno ionizado en conservación de naranja [*Citrus sinensis* [L. Osbeck] Lane Late. In Congreso Argentino de Citricultura. 6. 2010 06 02-04, 2, 3 y 4 de Junio 2010. Tucumán. AR.

**Bibliografía de consulta.**

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

de Souza LP, Faroni LR, Heleno FF, Cecon PR, Gonçalves TDC, da Silva GJ, Prates, LHF. (2018). Effects of ozone treatment on postharvest carrot quality. *LWT*, 90, 53-60.

Guamán Batallas AE. (2017). *Aplicación de atmósfera de ozono como tratamiento poscosecha en mora (Rubus glaucus)*. Bachelor's thesis, Ciencias de la Ingeniería e Industrias. Facultad de Ingeniería de Alimentos.

Soto F, Tramón C, Aqueveque P, de Bruijn J. (2018). Microorganismos antagonistas que inhiben el desarrollo de patógenos en post cosecha de limones (*Citrus limon* L.). *Chilean journal of agricultural animal sciences*, 34(2), 173-184.

Vite Chávez DM. (2015). Efecto del tiempo de exposición al ozono gaseoso y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y aceptabilidad general en fresas (*Fragaria vesca* L.).