

# ELIMINACIÓN DE MICROORGANISMOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE OZONO

Rodriguez Barboza Karen Guadalupe (1), Abraham Juárez Ma. Del Rosario (2), Rivera Caballero David (3)

1 Licenciatura en Ingeniería en Alimentos, Universidad de Guanajuato | kg.rodriguezbarboza@ugto.mx

2 Departamento de Alimentos, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-salamanca, Universidad de Guanajuato | mabraham@ugto.mx

3 Asociación de Profesionales en Ozono, (ASPRO<sub>3</sub>), Ozono Carbars | riveradavid4@yahoo.com.mx

## Resumen

El ozono está formado por tres átomos de oxígeno y es una molécula inestable. El ozono en la actualidad ya es usado como un agente desinfectante en diferentes áreas debido a que afecta directamente a las macromoléculas de los microorganismos. En el presente trabajo se diseñó una experimentación con frutos de jitomate para conocer el porcentaje de eliminación de bacterias con una solución de ozono a diferentes tiempos de contacto y variando la agitación en la solución, cuantificando la cantidad de bacterias mesofílicas aerobias, se identificaron las variables importantes en la ozonización. A continuación se presentan los resultados de cada tratamiento así como la conclusión del método más efectivo para la eliminación de bacterias con ozono y algunas sugerencias para futuras pruebas.

## Abstract

Ozone is formed by three oxygen atoms and is an unstable molecule. Currently ozone is already used as a disinfecting agent in different areas because it directly affects the macromolecules of microorganisms. In this paper an experiment with tomato fruits was designed to meet the percentage removal of bacteria with a solution of ozone at different contact times and varying the agitation in the solution, quantifying the amount of mesophilic aerobic bacteria, variables were identified important ozonation. The results of each treatment and the conclusion of the most effective method for removing bacteria with ozone and some suggestions for future testing are presented.

## Palabras Clave

Bacterias mesofílicas aerobias 1; fruto de jitomate 2; concentración de ozono 3

## INTRODUCCIÓN

La molécula de ozono está formada por tres átomos de oxígeno, es inestable y reacciona rápidamente con compuestos orgánicos. En presencia de agua, el ozono se descompone produciendo radicales hidroxilo, OH, así como radicales superóxidos  $O_2^-$ , e hidroperóxidos HO<sub>2</sub>, HO<sub>3</sub> [1] El ozono es una forma alotrópica del oxígeno que ha sido utilizado ampliamente por su poder oxidante como desinfectante en la producción de agua potable [2]. Su poder desinfectante permite que el ozono tenga muchas otras aplicaciones en sectores de la salud, en la ganadería, avicultura y en el proceso de empacado de frutas y verduras [3]. El ozono afecta directamente las macromoléculas presentes en los seres vivos por lo que en consecuencia, al poner en contacto microorganismos con ozono, éste reaccione con las proteínas, enzimas, lípidos y los ácidos nucleicos de las bacterias, hongos y virus. La literatura reporta el ataque químico del ozono sobre proteínas, lípidos enzimas intracelulares y ácidos nucleicos, así como sobre las proteínas presentes en las cubiertas de las esporas en bacterias [4]. Las frutas y hortalizas presentan una tendencia inherente a deteriorarse por razones mecánicas, fisiológicas, biológicas y ambientales. La cuantía media de las pérdidas por deterioro de estos productos es estimada entre 5 y 25 % en países industrializados y entre 20 y 50 % en países en desarrollo [5]. Los enjuagues de alimentos con cloro y ozono son dos de los tratamientos de desinfección más comunes disponibles. El ozono fue aprobado para su uso como tratamiento antimicrobiano en alimentos por la FDA en 2001 y ha mostrado evidencia de ser una aplicación muy efectiva [6].

Hoy en día se pueden encontrar documentados casos sobre la desinfección con ozono en algunas frutas y hortalizas pero no se ha podido establecer el método más adecuado ya que las experiencias en cada reporte son totalmente diferentes debido a que las condiciones y el método de ozonificación son diferentes y muy variadas, además de que cada fruta y hortaliza tiene propiedades diferentes.

En el presente trabajo se llevó a cabo una desinfección en el fruto de jitomate de la variedad saladette usando una solución acuosa de ozono en diferentes concentraciones y tiempos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del método de desinfección.

- Se utilizaron 15 frutos de Jitomate de la variedad saladette para cada tratamiento y el blanco, los cuales fueron comprados en una frutería de la ciudad de Irapuato.
- Para la generación de ozono se utilizó un equipo de la empresa BRJ. Ozono S.A. de C.V. el cuál está diseñado para suministrar 1.17 g/h (0.0195 g/min) y la solución se hizo en un medio acuoso con 4litros de agua del grifo.
- La desinfección se llevó a cabo en un recipiente de plástico de 20cm de altura y un diámetro de 30cm.

Se saturó el volumen de agua con ozono burbujando el ozono desde el fondo del recipiente mediante un difusor de cerámica por un periodo de 20 minutos. Después se colocaron los frutos de jitomates de prueba dejando el equipo generador de ozono en operación por el tiempo de prueba, como se muestra en la tabla 1. En el caso de las pruebas donde se tenía agitación, se agito la solución de ozono con un agitador magnético a partir de que esta se comenzara a saturar y hasta el final de la prueba. La concentración de ozono se calculó a partir de los minutos de prueba y el volumen de agua utilizada.

Descripción del método de evaluación microbiológica.

Se tomó un fruto de jitomate al azar después de cada prueba y se realizaron 5 diluciones en agua peptonada para sembrarse por vaciado en placa en agar para cuenta estándar, incubándose a 37°C durante 24 hrs. posteriormente se realizó una cuenta total de bacterias mesofílicas aerobias según la norma oficial mexicana *NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa* [7].

**Tabla 1: Tiempos de exposición de los frutos de Jitomate a la solución de ozono, concentración de ozono en la solución y agitación en el medio.**

	Tiempo de aplicación de ozono (min)	Concentración de Ozono (gramos de ozono/L de concentración).	Agitación
Blanco	No aplica.	No aplica.	No aplica
Tratamiento 1	15	0.073	sin
Tratamiento 2	15	0.073	con
Tratamiento 3	30	0.146	sin
Tratamiento 4	30	0.146	con
Tratamiento 5	10	0.049	sin
Tratamiento 6	5	0.024	sin
Tratamiento 7	No aplica.	No aplica.	Agitación durante 15min

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de la incubación de las placas estas se leyeron y se contaron las unidades formadoras de colonias, en la tabla 2 podemos observar el efecto de cada tratamiento así como el porcentaje de eliminación de bacterias mesofílicas aerobias con la desinfección con una solución de ozono.

**Tabla 2: Resultados cuenta total de bacterias mesofílicas aerobias.**

	Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias en agar para cuenta estándar, incubadas 24 horas a 37 °C.	Porcentaje de eliminación de bacterias mesofílicas aerobias.
Blanco	9.1X10 <sup>4</sup> UFC/ml de muestra.	No aplica.
Tratamiento 1	Sin crecimiento.	100%
Tratamiento 2	Sin crecimiento.	100%
Tratamiento 3	Sin crecimiento.	100%
Tratamiento 4	Sin crecimiento.	100%
Tratamiento 5	2.4x10 <sup>2</sup> UFC/ml de muestra (valor estimado)	99.70%
Tratamiento 6	4.5x10 <sup>2</sup> UFC/ml de muestra	99.50%
Tratamiento 7	8.3x10 <sup>4</sup> UFC/ml de muestra.	9%

Los resultados indican que todos los tratamientos con ozono son eficaces para la eliminación de bacterias mesofílicas aerobias y que el ozono si tiene capacidad desinfectante en el fruto de jitomate, por lo que para fines prácticos y hacer más eficiente el proceso es recomendable diseñar más experimentos variando el tiempo de contacto ya que se observó que para estos tratamientos la agitación no tiene efecto en la eliminación de bacterias

Comparando estos resultados con un artículo de la asociación internacional de ozono [8], en el cual se usa la concentración de ozono como variable, se analizó la inactivación de *E. coli*, mediante la aplicación de ozono en frutos de jitomate y analizando los resultados se puede observar que

la concentración si es una variable importante por lo que en futuros trabajos sería conveniente medir directamente la concentración de ozono para tener información más exacta.

## CONCLUSIONES

Como resultado de la experimentación realizada se puede concluir que el ozono si tiene un efecto desinfectante en el fruto de jitomate, eliminando bacterias mesofílicas aerobias. Con una eliminación de hasta el 99.5% con una concentración de ozono de 0.024g/L de concentración.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la supervisión de la Dra. Ma. Del Rosario Abraham Juárez y el Dr. David Rivera Caballero a quienes extiendo un profundo agradecimiento por su conocimiento y tiempo compartido, así como al Dr. Víctor Olalde Portugal. A la empresa BRJ. Ozono S.A. de C.V. Y al Lic. Carlos Barajas Díaz por permitirme entrar a sus instalaciones y por el equipo facilitado así como al gerente de la misma Mauricio Rabindranath Barajas por permitirme ser parte de este proyecto.

## REFERENCIAS

- [1] Lanao, M., Ormad, P., Ibarz, C., Miguel, N. & Ovellerio, J., (2008), Bactericidal.
- [2] Leeuwen, J., Sridhar, A., Harrata, A.K., Esplugas, M., Onuki S., Cai L., & Koziel, A, (2009), Improving the Biodegradation of Organic Pollutants with Ozonation During Biological Wastewater Treatment, *Ozone: Science and Engineering* 31:63-70.
- [3] Karaca, H., & Velioglu, S, (2007), Ozone Applications in Fruit and Vegetable Processing, *Food reviews International* 23:91-106.
- [4] Mahfoudh, A., Moisan M., Seguin, J., Barbeau, J., Kabouzi, & Keroack, D, (2010), Inactivation of Vegetative and Sporulated Bacteria by Dry Gaseous Ozone, *Ozone Science and Engineering* 32:180-198.
- [5] Bataller, M., Cruz, S & García, M, (2010), El ozono: una alternativa sustentable en el tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas, *CENIC. Ciencias Biológicas* 41: 155-164.
- [6] Laurence, M. (2005), La Aplicación de la tecnología de ozono a la salud pública y a la industria, *Food Safety & Security at Kansas State University*.

[7] "Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa", Norma oficial mexicana NOM-092-SSA1-1994. Diario oficial de la federación, 12 de diciembre de 1995.

[8] Bataller, M., Cruz, S., Fernández I., García, M., Veliz, E., Ramos, Y., 1 & Menéndez, S. (2010), Ozone Application for Postharvest Disinfection of Tomatoes, *Ozone: Science & Engineering* 32: 361–371.