

## Efecto del ozono en los sistemas de higienización de frutas y hortalizas de los laboratorios especializados de la FIIA-UNASAM

Effect of ozone sanitizing systems for fruit and vegetables in the specialized laboratories FIIA -UNASAM

<sup>1</sup>Nelly Castro Vicente\*, Angel Quispe Talla<sup>2</sup>

### RESUMEN

El desarrollo de las exigencias nutricionales, sensoriales y de inocuidad en los consumidores cada vez es mayor y surgen los productos de cuarta y quinta gama que se destacan en las preferencias del consumidor, el laboratorio especializado de frutas y hortalizas de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias cuenta con una línea de agua ozonificada para el uso en mínimo procesamiento de frutas y hortalizas; estas se han visto optimizadas a partir de la obtención de los parámetros de aplicación y las concentraciones óptimas para su uso en frutas y hortalizas permitiendo así la validación microbiológica de los productos tratados con agua ozonificada; la investigación ha permitido prolongar el tiempo de vida útil de la naranja, y el choclo pelado con el uso de agua ozonificada a partir de 1,5 ppm y en tiempos de contacto de 4 minutos.

Además; a partir de 8 minutos de tiempo de contacto e inmersión, se eliminan gérmenes a cualquiera de las concentraciones de ozono empleadas, sin embargo, la lechuga requiere un tiempo mínimo de 10 minutos para su tratamiento con ozono.

Las características de calidad sensorial que mostraron los productos higienizados fueron de aceptable y de preferencia sobre los productos tradicionalmente ofertados en el mercado.

**Palabras clave:** Ozono; Alimentos de cuarta Gama

### ABSTRACT

The development of nutritional requirements, to sensory and consumer safety is a growing and emerging products of fourth and fifth range highlighted in consumer preferences, the laboratory specializes in fruit and vegetables in the Faculty of Engineering Industries Food have an ozonated water line for use in minimally processed fruits and vegetables, and these have been optimized after obtaining the application parameters and the optimal concentrations for use in fruits and vegetables allowing microbiological validation products treated with ozonated water, research has allowed to extend the shelf life of orange peel and corn with the use of ozonated water from 1.5 ppm and at contact times of 4 minutes as well, to eight minutes from time of contact and immersion, removes germs to any of the ozone concentrations used, however, lettuce requires a minimum of 10 minutes for treatment with ozone.

The sensory quality characteristics showed acceptable products were cleaned and preferably on products traditionally offered in the market.

**Key word:** Ozone; Food quarter Range

\* Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.  
<sup>2</sup> Ing. de Industrias Alimentarias

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tendencia del consumidor es comer sano y variado. Se ha incrementado el consumo de los productos de cuarta y quinta gama y los productos con mínimo procesamiento no escapan a este consumo.

En el callejón de Huaylas la mayoría de frutas y hortalizas están siendo comercializadas sin el mínimo de higienización, presentándose al consumidor con mucha carga de gérmenes viables e incluso con muchos patógenos que producen daño al consumidor y por ende disminuyen su calidad comercial.

Los laboratorios especializados de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias cuentan con una línea de agua ozonificada para el uso en mínimo procesamiento de frutas y hortalizas. Estos se han visto optimizados a partir de la obtención de los parámetros de aplicación y las concentraciones óptimas para su uso en frutas y hortalizas permitiendo así la validación microbiológica de los productos tratados con agua ozonificada.

El empleo del ozono permite a la industria hortofrutícola garantizar la seguridad microbiológica y la calidad de los productos; su alto poder oxidante y la no-generación de residuos tienen como ventaja, la reducción de la carga microbiana y de compuestos orgánicos tóxicos, no confiere ni olor ni sabor residual a los productos tratados.

Organizaciones ambientales y de salud han expresado su preocupación por los agentes sanitizantes tradicionales con respecto a la formación de subproductos como los trihalometanos (THMs), y otros residuos químicos que se forman en las aguas residuales que regresan al ambiente EPRI Graham (1997), citado por Cena (1998).

Durante la manipulación, post cosecha y en particular, en el procesado de frutas y hortalizas frescas cortadas presentadas como productos de cuarta gama; una de las prácticas comunes es la recirculación del agua; esta práctica se viene realizando no sólo por razones económicas; sino también por ser cada vez más exigentes las regulaciones sobre vertidos y depuración de las aguas residuales; el empleo de ozono descarta este procedimiento.

Las investigaciones y aplicaciones comerciales han indicado que el ozono puede reemplazar al cloro con mayores beneficios. En 1997, el ozono se declaró GRAS (Generalmente Reconocido como Seguro)

como desinfectante de alimentos por un panel independiente de expertos patrocinados por Epri Graham (1997) citado por Cena (1998). Esta afirmación fue oportuna para la industria de frutas y verduras según la Iniciativa de Seguridad de Frutas y Vegetales. La industria frutas y verduras está muy interesada en el uso de ozono y le gustaría saber cómo, cuándo y dónde aplicarla.

Las consideraciones anteriores permiten que el presente trabajo sea una alternativa de higienización de frutas y hortalizas mediante el uso de agua ozonificada para cumplir el objetivo general de prolongar la vida útil de las frutas y hortalizas higienizadas con agua ozonificada, y los objetivos específicos siguientes:

- Prolongar la vida útil de las frutas y hortalizas higienizadas con agua ozonificada.
- Determinar las concentraciones óptimas de ozono en el agua de higienización para frutas, hortalizas y el tiempo de inmersión.
- Generar los procedimientos para el uso de los sistemas de ozonificación de los laboratorios especializados de la FIIA – UNASAM, para frutas y hortalizas.
- Evaluar la presencia de microorganismos viables en los productos higienizados.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo de investigación se realizó en la UNASAM - FIIA, en el departamento de Ancash, provincia de Huaraz, en las instalaciones de los Laboratorios Especializados de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias, en los ambientes de los: LABORATORIOS ESPECIALIZADOS FIIA – UNASAM y en el LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS.

La investigación es de tipo experimental – analítico, con un diseño experimental de arreglo Factorial de 75 observaciones para ser evaluadas mediante el programa estadístico INSTAN.

### Materiales

Materia prima e insumos

#### a. Materia prima

Se usaron las frutas y hortalizas provenientes del Callejón de Huaylas, recolectadas de los productores.

b. Insumos: Agua ozonificada, Agua tratada, Empaque para frutas, Empaque para hortalizas, Medio de cultivos para análisis microbiológico, Medios de cultivos de análisis rápidos

microbiológicos, Policel comercial: Impermeable al vapor de agua y al oxígeno, Kilol Mix (Desinfectante natural).

c. Equipos: Equipo de mínimo procesamiento, Empacadoras al vacío; Equipos de determinación Microbiológica: Incubadora, Horno esterilizador, Autoclave, Balanza mecánica, Mecheros de gas, Espátulas y utensilios estériles



Figura 1. Equipos de ozonificación empleado en la investigación

### Metodología Experimental

Los pasos a seguir para el estudio reportan las operaciones siguientes:

Caracterización de la materia prima

#### a. Recepción

Las frutas y hortalizas se recibieron y colocaron en un ambiente fresco y seco a temperatura de refrigeración 5–10°C

#### b. Selección y limpieza

Mediante inspección visual se eliminan los productos deteriorados.

#### c. Higienización con agua ozonificada

Las frutas y hortalizas se higienizaron con agua ozonificada con las concentraciones de ozono siguientes:

- Frutas: 0,1 – 0,5 – 1,0 – 1,5 – 2,0 ppm de  $O_3$  con tiempos de retención de 2 – 4 – 6 – 8 – 10 minutos.
- Hortalizas: 0,5 – 1,0 – 1,5 – 2,0 – 2,5 ppm de  $O_3$  con tiempos de retención de 2 – 4 – 6 – 8 – 10 minutos.

#### d. Empacado.

El empacado se realizó en bolsas de policel y laminados con sistema de atmósfera normal y atmósfera de vacío para prolongar su vida útil.

## RESULTADOS

Reporte de las medidas biométricas de frutas y hortalizas

**Tabla 1.** Medidas biométricas de promedio de 100 muestras

| Materia prima | Diámetro (cm.) | Altura (cm.) | Peso (g) | Densidad aparente (Kg /m <sup>3</sup> ) | Forma Biométrica |
|---------------|----------------|--------------|----------|---|------------------|
| Naranjas      | 22,52          | 7,66         | 86,75    | 1 041,565                               | Esférica         |
| Manzana       | 17,52          | 5,76         | 87,67    | 1 049,955                               | Esférica         |
| Palta         | 21,68          | 13,51        | 384,05   | 1 059,950                               | Periforme        |
| Papa          | 32,76          | 8,98         | 286,69   | 1 089,070                               | Esférica         |
| Nabo          | 26,85          | 28,98        | 326,69   | 1 001,780                               | Cilíndrica       |
| Pepino        | 36,45          | 41,88        | 296,63   | 998,980                                 | Cilíndrica       |
| Lechuga       | 56,79          | 17,48        | 196,35   | 449,590                                 | Esférica         |
| Zanahoria     | 16,79          | 22,78        | 102,75   | 1 040,070                               | Cilíndrica       |
| Cebolla       | 36,79          | 8,62         | 202,75   | 976,890                                 | Esférica         |
| Choclo        | 18,95          | 17,36        | 322,37   | 965,060                                 | Cilíndrica       |

Como se podrá observar de los cuadros anteriores, para los productos que muestran un contenido de humedad alto, su densidad aparente y global tiende a la del agua.

**Carga microbiana de las frutas y hortalizas antes de ser Higienizadas.**

La tabla 2 reporta la carga microbiana de las frutas y hortalizas antes de ser higienizadas.

**Tabla 2.** Resultado de análisis microbiológico de las frutas y hortalizas antes de ser Higienizadas.

| Muestra         | Coliformes totales (N.M.P./dL) | Coliformes fécales (N.M.P./dL) |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Naranja         | < 1                            | < 1                            |
| Manzana         | 1.0 x 10 <sup>1</sup>          | < 1                            |
| Palta fuerte    | 1.0 x 10 <sup>1</sup>          | < 1                            |
| Papa Tomasa     | 1.2 x 10 <sup>2</sup>          | 1                              |
| Nabos           | 1.0 x 10 <sup>1</sup>          | < 1                            |
| Pepinos         | 1.0 x 10 <sup>2</sup>          | 1                              |
| Lechugas        | 1.0 x 10 <sup>2</sup>          | < 1                            |
| Zanahorias      | 1.0 x 10 <sup>1</sup>          | < 1                            |
| Cebollas        | < 1                            | < 1                            |
| Choclos pelados | 1.0 x 10 <sup>1</sup>          | < 1                            |

## Resultados de la higienización de frutas y hortalizas

Tabla 3: Resultados de higienización de frutas y hortalizas tratadas con agua ozonificada en diferentes tiempos de contacto

| CONCENTRACION DE OZONO (ppm) | TIEMPO DE CONTACTO (min) | PRESENCIA DE GERMINES VIABLES |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 0,1                          | 2                        | +                             |
| 0,5                          | 2                        | +                             |
| 1,5                          | 2                        | +                             |
| 2,0                          | 2                        | +                             |
| 0,1                          | 4                        | +                             |
| 0,5                          | 4                        | +                             |
| 1,5                          | 4                        | +                             |
| 2,0                          | 4                        | +                             |
| 0,1                          | 6                        | +                             |
| 0,5                          | 6                        | +                             |
| 1,5                          | 6                        | +                             |
| 2,0                          | 6                        | +                             |
| 0,1                          | 8                        | +                             |
| 0,5                          | 8                        | +                             |
| 1,5                          | 8                        | +                             |
| 2,0                          | 8                        | -                             |
| 0,1                          | 10                       | -                             |
| 0,5                          | 10                       | -                             |
| 1,5                          | 10                       | -                             |
| 2,0                          | 10                       | -                             |

## DISCUSION

Según el reporte de las medidas biométricas, estas medidas están dentro del rango de las medidas indicadas por Calzada (1 978) y Alva (2 009).

De otra parte para el análisis microbiológico de las frutas y hortalizas antes de ser higienizadas, el cuadro 9 muestra que todas las frutas tuvieron un contenido microbiológico no apto para el consumo humano y de los productos a higienizar la papa muestra hasta contenido de  $1.2 \times 10^2$  N.M.P./dL coliformes totales y 1 N.M.P./dL coliformes fecales; esta carga se debe a que estos tubérculos son expendidos con mucho contenido de tierra y material orgánico, todas las otras mostraron un comportamiento similar a excepción de la naranja y la cebolla, la naranja está higienizada y la cebolla

tiene un contenido de humedad muy bajo; se debe indicar que algunas cebollas presentaron visualmente presencia de esporas negras.

Finalmente, después de la higienización de frutas y hortalizas; al evaluar los resultados de los cuadros del 10 al 19 se observó que los tratamientos que presentaron mayor concentración de ozono mayores de 1,5 ppm y mayor tiempo de contacto reducen drásticamente el contenido de patógenos y coliformes totales; y solo se reportaron presencias de gérmenes viables que fueron eliminados por el mayor tiempo de contacto de el agua ozonificada, el tiempo de 4 minutos resultó un valor óptimo para la eliminación de los gérmenes viables y los coliformes. Estos valores coinciden con lo que afirma Kim *et al.* (1 999).

## CONCLUSIONES

Al término del estudio podemos establecer las conclusiones del trabajo de laboratorio que tendrán que acreditarse en la línea de mínimo procesamiento del laboratorio especializado de frutas y hortalizas:

1. Es posible prolongar el tiempo de vida útil de la naranja, y el choclo pelado con el uso de agua ozonificada a partir de 1,5 ppm y en tiempos de contacto de 4 minutos.
2. A partir de 8 minutos de tiempo de contacto e inmersión, se eliminan gérmenes a cualquiera de las concentraciones de ozono empleadas.
3. La lechuga requiere un tiempo mínimo de 10 minutos para su tratamiento con ozono.
4. Las características de calidad sensorial que mostraron los productos higienizados fueron de aceptable y de preferencia sobre los productos tradicionalmente ofertados en el mercado.

## Referencias Bibliográficas

- Alva Garro y Quispe Angel. 2 009. Tecnología de conservación y ventajas competitivas de la pulpa de palta, producida en el callejón de Huaylas, como materia prima para la industria: Aporte Santiaguino Mayo, 63 – 67.

## Correspondencia:

Nelly Castro Vicente  
Psje. Sarita Colonia 248 – Huaraz  
043-423853  
nellyraquelca@hotmail.com

- Calzada Benza. José 1978. "143 frutales nativos."Edt. UNALAM.
- Cena I 1998 . Uso del ozono para seguridad de frutas y vegetales. Extraído de [http://www.alimentariaonline.com/media/ma027\\_ozono.pdf](http://www.alimentariaonline.com/media/ma027_ozono.pdf).
- Gras J. A. I 1997. Ozone-induced disruptions of lung transcriptones. Biochem. Biophys. Res. Commun. 305, 719-728.
- Kim, J., Yousef, A. E., Dave, S. 1999a. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review. Journal of Food Protection, 62: 1071-1087.
- Kim, J., Yousef, A. E, Chism, G. W. 1999b. Use of ozone to inactivate microorganisms on lettuce. Journal of Food Safety, 19: 17-34.
- Epri Graha M. I 1997. Effect of ozone fumigation on crop composition. Journal of Food Science, 40: 672-676.