Catequil Tekné, Volumen I, N°2 2° Semestre 2018
ISSN : 2522-3828
htpp://revistacatequiltekne-citecedepas.org,pe

©Creative Commons Attribution 3.0

Impacto del ozono en el control fitosanitario, reduccion de peso, maduración y firmeza de frutos en el proceso productivo en banano de exportación, piura-2017

Impact of ozone on the phytosanitary control, weight reduction, maturation and firmness of fruits in the production process in export banana, piura-2017.

René Aguilar Anccota
raanccota@hotmail.com

Resumen

En Piura se exporta banano orgánico hacia los mercados de Estados Unidos y Europa, sin embargo a nivel de proceso se viene presentando la pudrición de corona que afecta la calidad de la fruta ocasionando pérdidas económicas. Además durante el transporte marítimo se reporta pérdida de peso y firmeza. El objetivo fue evaluar el impacto del ozono en el control fitosanitario y mermas de peso, firmeza y grado de maduración en el proceso productivo. La metodología consistió en inyectar el O_3 al agua de proceso a concentraciones de 1 y 2 gr/m^3, los frutos fueron sumergidos por 5 y 10 min., luego empacados en cajas de cartón e incubados en cámara de refrigeración (14°C) por 21 días y otros 4 días en cámara de maduración, se evaluó la severidad de la enfermedad, mermas de peso, firmeza y grado de maduración. En todos los tratamientos con agua ozonizada se obtuvieron una severidad de grado cero y se perdería en promedio 782gr/caja y sin ozono 1028 gr/caja. Esto demostraría que los frutos procesados con ozono reducirían la pérdida de peso en 246gr/caja y por contenedor 266 kg. La firmeza de los frutos osciló de 1.35 a 1.60 kgf, superando al testigo absoluto que alcanzó 1.30 de kgf. Los tratamientos T3 (1gr, 10 min SBF), T5 (2gr, 5 min SBF), T6 (2gr, 5 min CBF) y T7 (2gr, 10 min SBF) registraron grado 5 de maduración, muestran características de fruta amarilla uniforme en la cáscara con pedicelo verde, ideal para ser exhibidas en los supermercados.

Palabras claves: Ozono, pudrición de corona, mermas de peso

Abstract

In Piura, organic bananas are exported to markets in the United States and Europe, however at the process level, crown rot that affects the quality of the fruit causing economic losses has been presented. In addition, during shipping, weight loss and firmness are reported. The objective was to evaluate the impact of ozone on phytosanitary control and weight loss, firmness and degree of maturation in the production process. The methodology consisted of injecting the O3 into the process water at concentrations of 1 and 2 gr / m3, the fruits were immersed for 5 and 10 min., Then packed in cardboard boxes and incubated in a refrigeration chamber (14 ° C) by 21 days and another 4 days in the maturation chamber, the severity of the disease, weight loss, firmness and degree of maturation were evaluated. In all the treatments with ozonated water a zero degree severity was obtained and an average of 782gr / case and without ozone 1028 gr / case would be lost. This would show that the fruits processed with ozone would reduce the weight loss in 246 gr / box and per container 266 kg. The firmness of the fruits ranged from 1.35 to 1.60 kgf, surpassing the absolute control that reached 1.30 kgf. Treatments T3 (1gr, 10 min SBF), T5 (2gr, 5 min SBF), T6 (2gr, 5 min CBF) and T7 (2gr, 10 min SBF) registered degree 5 of maturation, show characteristics of uniform yellow fruit in the shell with green pedicel, ideal to be displayed in supermarkets.

Keywords: Ozone, crown rot, weight loss

1. Introduccion

En el departamento de Piura se viene exportando banano orgánico hacia los mercados de Estados Unidos y Europa, su crecimiento en los últimos años ha sido significativo, sin embargo a nivel de proceso y/o empaque se viene presentando un problema fitosanitario que es la pudrición de corona en frutos de banano en post cosecha que afecta considerablemente la calidad de la fruta y por consiguiente ocasionan pérdidas económicas a los productores bananeros. Además durante el transporte de los contenedores se reporta pérdida de peso y firmeza del fruto. Frente a este panorama muy preocupante el Centro Ecuménico de Promoción y Acción Social Norte (CEDEPAS), coordinó con el especialista para realizar investigación sobre la aplicación de ozono en el control de la enfermedad de pudrición de la corona en frutos de banano orgánico para reducir la severidad, mejorar la calidad y retardar la maduración; los resultados obtenidos en la investigación serán difundidos a los técnicos, productores y al personal involucrado en la cadena productiva.

2. Objetivo

Evaluar el impacto del ozono en el control fitosanitario y mermas de peso, firmeza y grado de maduración en el proceso productivo y/o centros de empaque de banano orgánico.

3. Materiales y metodología

3.1 Ubicación y duración del trabajo de investigación

Se realizó en la parcela del Sr. Raúl Márquez, ubicado en el Distrito de Salitral, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, tuvo una duración de 10 meses, se inició en octubre del año 2016 y finalizó agosto del año 2017.

3.2 Instalación del equipo de ozono (O_3)

Se instaló el equipo procesador de ozono (O_3), en la parte lateral de la tina de proceso que fue construida de material de concreto y recubiertas con mayólica con una capacidad de volumen de 9 m^3. El equipo tuvo la capacidad de generar 5 y 10 gr de O_3/h.

3.3 Ozonización del agua de procesamiento

Las tinas de proceso se abastecieron con agua de pozo, se agregaron 150 ppm de cloro y alumbre 100 ml/m^3, con un equipo ozonizador se inyectó gas Ozono (O_3) teniendo cuidado que la inyección sea homogénea, para un volumen de 5 m^3 fue necesario inyectar 10 g de O_3/h, la concentración se registró con tiras reactivas de

Figura 10. Inyección de ozono en tinas con agua de proceso, Distrito de Salitral, Sullana – Piura.

Figura 11. Medición de la concentración de O_3 del agua de proceso con tiras reactivas.

3.4 Tratamientos de frutos con agua ozonizada

Se cosecharon racimas de banano con madurez fisiológica, fueron closteados y sumergidas en tinas de proceso con agua ozonizada a concentraciones de 1 y 2g de O_3/m^3 de agua por un tiempo de 5 y 10 min., en seguida en la corona de los frutos fueron asperjadas con biofungicida orgánico BC 1000 (1%), los clusters fueron pesados con una balanza gramera, embaladas en cajas de cartón con bolsas de empaque e identificados con stikers, se registró los tratamiento y repeticiones. Por cada tratamiento se empleó 10 clúster de banano (repeticiones), el tratamiento testigo absoluto consistió en sumergir los frutos en agua de proceso sin ozono, las características de los tratamientos se presentan en el cuadro 7.

3.5 Refrigeración e incubación de frutos en cámara frio ozonizada

Los frutos de banano empacadas se incubaron en cámara de frío ozonizado a 14 °C de temperatura, por un tiempo de 21días y otros 4 días en cámara de maduración, con el fin simular el transporte marítimo a los países de destino. La cámara fue facilitada por la empresa Dole, ubicada en Sullana - Piura; en dicha cámara se instaló un equipo generador de O_3 con la finalidad de retardar la maduración al bloquear la liberación del gas etileno y que la fruta tenga buenas características de firmeza, consistencia y calidad.

Cuadro8. Tratamientos con agua de proceso ozonizado a concentraciones de 1 y 2 gr de O_3 /m^3 de agua a diferentes tiempos de sumersión de frutos de banano para el control de la enfermedad de pudrición de la corona, Distrito de Salitral, Piura-2017.

Nº de trats.	Conc. O_3/m^3 H_2O	Tiempo
T1	1 gr	5 min CBF
T2	1 gr	10 min CBF
T3	1 gr	5 min SBF
T4	1 gr	10 min SBF
T5	2 gr	5 min CBF
T6	2 gr	10 min CBF
T7	2 gr	5 min SBF
T8	2 gr	10 min SBF
T9	Testigo absoluto	Agua

SBF= Sin biofungicida, CBF= Con biofungicida

3.6 Parámetros de evaluación

3.6.1. Evaluación de severidad

La evaluación del grado severidad se realizó a los 25 días después de la inoculación (ddi), teniendo como referencia la escala propuesta por Douglas (1997) (Cuadro 8).

Cuadro 9. Escala de severidad para evaluar la pdrición de la corona en frutos de banano (Douglas, 1997).

Grado	Características
0	Fruto sano sin pudrición
1	Micelio visible en la corona.
2	Micelio cubriendo enteramente la corona e iniciando una decoloración.
3	Superficie necrótica de un 40% de la corona.
4	Superficie necrótica de un 80% de la corona
5	Corona necrótica sin infección de pedicelos
6	Corona totalmente con pudrición, pedicelos y parte de la cáscara y pulpa.

3.6.2. Evaluación de peso de clusters

Después 25 días de incubación en cámara de refrigeración se realizó pesado de clusters, posteriormente se calculó la diferencia de peso en el día del proceso con agua ozonizada y después de refrigeración.

3.6.3. Evaluación de firmeza del fruto

Después de madurar los frutos de banano, se procedió a medir la firmeza con un equipo llamado penetrometro, que consistió en pelar una sección de la cascara del fruto para introducir en la pulpa el equipo y finalmente se registró los datos por cada tratamiento (Figura 12).

Figura 12. Medición de la firmeza de la pulpa de frutos de banano con un equipo llamado “penetrometro”.

3.6.4. Evaluación del grado de maduración

Para la evaluación del grado de maduración de los frutos de banano se empleó la escala de Von Loesecke (Soto 2008).

Cuadro10. Escala del grado de maduración de frutos de banano diseñado por Von Loesecke (Soto 2008).

Grado	Color	Características
1	Verde	Color normal al arribo
2	Verde claro	Primer cambio de color durante el ciclo de maduración
3	Verde amarillento	Cambio pronunciado del color, está listo para enviar al detallista en estaciones de clima templado
4	Mas amarillo que verde	Color recomendado para enviar al detallista en temporada fría
5	Amarillo con pedicelo y punta verde	Color ideal para colocar en los exhibidores de los detallistas
6	Amarillo total	Apto para venta y consumo
7	Amarillo con puntos cafes	Completamente maduro con mejor sabor y mayor valor nutritivo

Figura 13. Pesaje de clústers e identificación con stickers.

4. Resultados y discusion

4.1. Evaluación de severidad

Después de 25 días de incubación en cámara de refrigeración, se realizó las evaluaciones de severidad por el investigador y el equipo técnico de Cedepas, los resultados de grado de severidad se observan en el cuadro 5. Todos los tratamientos presentaron grado de severidad cero (0), la corona de los frutos no presentaron síntomas de la enfermedad (Figura 5), mientras testigo absoluto presentó grado 0.8 de severidad. En este trabajo de investigación se empleó agua limpia a la cual se le inyectó ozono, probablemente esto haya influenciado en reducir el inoculo y por lo tanto se observó las coronas de frutos de banano completamente sanas.

4.2. Firmeza de frutos

En el cuadro 6, se observan los resultados donde en todos los tratamientos procesadas con agua ozonizada, la firmeza de los frutos osciló de 1.35 a 1.60 kilogramo fuerza (kgf), estos datos fueron superiores al testigo absoluto que alcanzó 1.30 de kgf.

4.3. Grado de maduración de los frutos

Los resultados se observan en el cuadro 6, donde los tratamientos T3 (1gr, 10 min SBF), T5 (2gr, 5 min SBF), T6 (2gr, 5 min CBF) y T7 (2gr, 10 min SBF) registraron grado 5 de maduración, muestran características de fruta amarilla uniforme en la cáscara con pedicelo verde, con color ideal para ser colocadas en los exhibidores de los supermercados, reúne los estándares de maduración que exige el mercado internacional.

La uniformidad de la coloración se debe a que la funda de empaque tuvo orificios, que permitieron una mejor distribución del gas etileno en la caja. Sin embargo con el tratamiento testigo absoluto se obtuvo grado 7 de maduración con características de amarillamiento con puntos marrones completamente maduros.

Según, investigadores Bataller–Venta *et al.,* (2010) concluyeron que la aplicación adecuada del ozono es una alternativa de tratamiento sustentable en la poscosecha de frutas y hortalizas, que merece su espacio como una necesidad del desarrollo sostenible, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, dada la necesidad del incremento de la producción agrícola y la búsqueda de alternativas viables para el tratamiento y conservación de estos productos agrícolas. También elimina de forma continua el etileno del ambiente, alargando la vida útil de frutas y hortalizas.

La aplicación del ozono tanto en fase gaseosa y acuosa, permite inactivar bacterias, virus, hongos y parásitos que contaminan los alimentos (Kim, *et al.*, 1999).

También hay estudios de degradación de micotoxinas con ozono, las cuales son metabolitos secundarios producidos por las especies de *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. y *Fusarium* spp. (Graman, 2002).

4.4. Peso de clusters de frutos de banano

En los cluster de banano tratados con agua ozonizada de 1 y 2 gr el peso por cluster se redujo en 33.3 a 48.4gr, fue ligeramente inferior al tratamiento testigo que alcanzó 51.4 gr (cuadro 9). Por caja de frutos de banano procesadas con agua ozonizada se perdería en promedio 782gr y sin ozono se perdería 1028 gr/caja. Esto demostraría que los frutos procesados con ozono reducirían la pérdida de peso en 246gr/caja y por contenedor 266 kg.

4.5. Consideraciones finales de la aplicación de ozono

Respecto a la aplicación del ozono, en nuestro país es una nueva tecnología en el proceso de frutos de banano de exportación, teniendo en cuenta los aspectos evaluados en este trabajo, como estrategia de aplicación del ozono se propone realizar un análisis integral del sistema de producción y proceso. El punto o puntos críticos, dentro de la cadena de proceso, deben ser identificados para que la ozonización tenga mayor impacto y factibilidad.

La aplicación del ozono bajo concentraciones adecuadas (2 gr de O3) y tiempos apropiados (10 min), permitió obtener excelente calidad de la fruta e incrementó su resistencia al ataque de microorganismos.

La aplicación del ozono en un futuro cercano, tiene perspectivas importantes en el manejo de frutos en postcosecha; mantiene las características organolépticas, retarda la maduración, brinda protección fitosanitaria, posee excelente calidad, presentación, reduce los costos en el procesamiento, no deja residuos tóxicos y no contamina el ambiente.

Cuadro 11. Peso de clusters de banano antes y después de refrigeración en cámara de frío por 25 días previamente sometidas en agua ozonizada, Distrito de Salitral-Piura, 2017.

Nº de trats.	Conc. O_3/m^3 H_2O	Tiempo	Antes	Después	Diferencia
T1	1 gr	5 min SF	941.7	901.5	40.2
T2	1 gr	5 min CF	1149.3	1107	42.3
T3	1 gr	10 min SF	908.3	875	33.3
T4	1 gr	10 min CF	946.9	912	34.9
T5	2 gr	5 min SF	989.2	950.5	38.7
T6	2 gr	5 min CF	941	902.5	38.5
T7	2 gr	10 min SF	1199.8	1157	42
T8	2 gr	10 min CF	1217.9	1169.5	48.4
T9	Testigo absol.	Agua	1075.9	1024.5	51.4

Cuadro 12. Severidad de la enfermedad de pudrición de la corona en frutos de banano orgánico previamente procesadas con agua ozonizada en el distrito de Salitral, Piura - 2017.

Nº de trats.	Conc. O_3/m^3 H_2O	Tiempo	Severidad
T1	1 gr	5 min SBF	0
T2	1 gr	5 min CBF	0
T3	1 gr	10 min SBF	0
T4	1 gr	10 min CBF	0
T5	2 gr	5 min SBF	0
T6	2 gr	5 min CBF	0
T7	2 gr	10 min SBF	0.5
T8	2 gr	10 min CBF	0
T9	Testigo absol.	Agua	0.8

SBF= Sin biofungicida, CBF= Con biofungicida

Cuadro 13. Firmeza y grados de maduración de frutos de banano orgánico procesadas con agua ozonizada en el distrito de Salitral, Piura - 2017.

Nº de trats.	Conc. O_3/m^3 H_2O	Tiempo	Firmeza (kgf)	Grado de maduración
T1	1 gr	5 min SBF	1.55	7
T2	1 gr	5 min CBF	1.35	7
T3	1 gr	10 min SBF	1.55	6
T4	1 gr	10 min CBF	1.55	5
T5	2 gr	5 min SBF	1.55	6
T6	2 gr	5 min CBF	1.6	5
T7	2 gr	10 min SBF	1.5	6
T8	2 gr	10 min CBF	1.35	5
T9	Testigo absol.	Agua	1.3	7

SBF= Sin biofungicida, CBF= Con biofungicida

Figura 14. Coronas de frutos de banano sin pudrición previamente procesadas con agua ozonizada muestran buena calidad, pedicelo verde y cascara de color amarillo uniforme.

5. Conclusiones

1. Todos los tratamientos con agua ozonizada presentaron grado de severidad cero (0), la corona de los frutos no presentaron síntomas de la enfermedad, mientras que el testigo absoluto presentó grado 0.8 de severidad.
2. Los tratamientos con agua ozonizada se registró un perdia de peso de 33.3 a 48.4 gr, y tratamiento testigo alcanzó 51.4 gr.
3. La firmeza de los frutos tratados con agua ozonizado osciló de 1.35 a 1.60 kgf que fueron superiores al testigo absoluto que obtuvo 1.30 de kgf.
4. Los tratamientos T3 (1gr, 10 min SBF), T5 (2gr, 5 min SBF), T6 (2gr, 5 min CBF) y T7 (2gr, 10 min SBF) registraron grado 5 de maduración, muestran características de fruta amarilla uniforme en la cáscara con pedicelo verde, con color ideal para ser exhibidas en los supermercados.

6. Recomendaciones

1. Realizar más ensayos en el procesamiento con agua ozonizada para validar la investigación.
2. Realizar trabajos de investigación con ozono frente a hongos asociados a la pudrición de la corona.

7. Referencias bibliograficas

- Bataller–Venta, M.; S. Cruz–Broche y M. García–Pérez (2010). El ozono. Una alternativa sustentable en el tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas. Revista CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 41, No. 3, pp. 155-164.
- Kim, J.G.; Yousef, A. y Dave, S. (1999). Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods. Food Protec. 62:1071-87.
- Graham, D. M. (2002). Ozone antimicrobial applications in food processing. Ozone III Conference, Fresno CA, USA.
- Soto, M. (2008). Bananos: Técnicas de Producción, Manejo Poscosecha y Comercialización. Tercera Edición. San José, Costa Rica. Litografía e Imprenta LIL. 1 disco compacto, 8mm.

https://www.researchgate.net/publication.