

Influencia del tiempo de contacto y concentración de ácido paracético en la carga microbiana de pulpa de mango

Influence of contact time and concentration of paracetic acid on microbial load of mango pulp

Dember A. Palacios^{1,a}, Pedro M. Palacios^{1,b}, José L. Sosa-León^{1,c,*}

¹ Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales, Universidad Católica Sedes Sapientiae, Programa de Agroindustria y de biocomercio, Filial Morropón, Chulucanas, Piura, Perú.

^a Ing., ✉ emberalexis@gmail.com,  <https://orcid.org/0009-0004-9887-8141>

^b Mg., ✉ ppalacios@ucss.edu.pe,  <https://orcid.org/0009-0003-6232-8909>

^c M.Sc., ✉ jsosa@ucss.edu.pe,  <https://orcid.org/0000-0001-8149-8063>

* Autor de Correspondencia: Tel. +51 975048801

<http://dx.doi.org/10.25127/riagrop.20251.1033>

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP>

revista.riagrop@untrm.edu.pe

Recepción: 18 de octubre 2024

Aprobación: 03 de diciembre 2025

Este trabajo tiene licencia de Creative Commons.
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0
International Public License – CC-BY-NC-SA 4.0



Resumen

Esta investigación se hizo con el objetivo de determinar la influencia del tiempo de contacto y concentración de ácido paracético sobre la carga bacteriana de pulpa de mango. Para esta investigación se utilizó mango IQF variedad Edward orgánico proveniente de Agroindustrias Naser. Se evaluaron dos niveles de concentración de ácido paracético (40 y 80 ppm) y tres niveles de tiempo de contacto (10, 20 y 40 segundos), en un diseño factorial de 2x3. Los resultados mostraron valores microbiológicos en los tratamientos T₁, T₂, T₃, T₄ fueron > 10 UFC/g estando fuera de los parámetros microbiológicos que exigen los clientes; mientras que los tratamientos T₅ y T₆ si cumplieron con las fichas técnicas de los clientes y la Norma Sanitaria Peruana (Resolución Ministerial N° 591-MINSA/2008).

Palabras claves: Ácido paracético, mango, carga microbiana.

Abstract

This research was developed with the aim of determining the influence of contact time and degree of concentration of paracetic acid on the microbial load of mango pulp. For this research, organic Edward variety mango IQF from Agroindustrias Naser was used. Two concentration levels of paracetic acid was evaluated (40 and 80 ppm) and three contact times (10, 20 and 40 seconds) in a 2x3 factorial arrangement. The results showed microbiological values of treatments T₁, T₂, T₃, and T₄ higher than 10 CFU/g, being outside the microbiological parameters required by clients; while treatments T₅ and T₆ did comply with the clients' technical sheets and the Peruvian Sanitary Standard (Ministerial Resolution No. 591-MINSA/2008).

Keywords: Paracetic acid, mango, microbial load.

1. INTRODUCCIÓN

La microbiología de los alimentos es muy importante en el sector agroindustrial, por los beneficios y alteraciones que pueden causar los microorganismos, a raíz de la manipulación de los productos en las diferentes etapas del proceso. La microbiología alimentaria es un punto de atención muy importante en las diferentes compañías que transforman alimentos, centrado en la inocuidad del producto y las amenazas a la salud del consumidor. El desarrollo microbiano incontrolado y no deseado destruye grandes cantidades de alimentos, traducándose en pérdidas económicas para la empresa, asimismo, los alimentos con alta carga microbiana o presencia de microorganismos patógenos son los causantes de enfermedades graves e incluso pueden conducir a la muerte (Aguilar, 2018).

El criterio microbiológico es uno de los aspectos principales que los clientes exigen para adquirir un producto procesado y cada vez son más exigentes, resultado necesario aplicar insumos que reduzcan (coliformes totales y *E. coli*) y contrarresten los microorganismos de carácter patógeno (*Salmonella spp.* y *L. monocytogenes*). En tal sentido, el ácido paracético es un

desinfectante ampliamente utilizado en la industria alimentaria para reducir y eliminar los patógenos que afectan la inocuidad del alimento, asimismo, la salud humana (García *et al.*, 2017).

El tiempo de contacto producto-desinfectante y la concentración (ppm) juegan un rol crucial en la obtención de productos inocuos, libres de patógenos y que esté acorde con las exigencias del mercado. Asimismo, para obtener productos inocuos en la industria alimentaria es vital el uso de desinfectantes eficaces, económicos y amigables con el medio ambiente, como lo es el ácido paracético. No obstante, el tiempo de contacto del desinfectante-producto es un punto crítico, el cual tiene que ser validado buscando reducir o eliminar la carga microbiana; pero evitando la modificación de las propiedades organolépticas y fisicoquímicas del producto (Cubas, 2020). Por ello, el objetivo del estudio ha sido determinar la influencia del tiempo de contacto y la concentración de ácido paracético en la desinfección de pulpa de mango, enfocado en la evaluación de la carga microbiana.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar y factores de estudio

La investigación se ejecutó en las instalaciones de la empresa agroindustrial DOMINUS S.A.C, ubicada en la ciudad de Tambo Grande - Piura. El estudio fue estructurado bajo la manipulación de dos factores: La concentración del desinfectante (40 y 80 ppm) y el factor tiempo (10, 20 y 40 segundos).

En la Tabla 1 se detallan las formulaciones, resultado de la combinación de las dos variables independientes (concentración de ácido paracético y tiempo de contacto), combinaciones que tendrán un efecto sobre la variable dependiente (carga microbiana). La variable concentración de ácido paracético está representada por la letra P y el tiempo de contacto por la letra T. Asimismo, se puede observar que T₁, T₂ y T₃ tuvieron la misma concentración de ácido paracético, variando solamente el tiempo de contacto (10, 20 y 40 segundos). Para las formulaciones T₄, T₅ y T₆ la concentración de ácido paracético fue de 80 ppm con 10, 20 y 40 segundos de tiempo de contacto. En síntesis, cada formulación tiene al menos un factor diferente.

Tabla 1. *Tratamientos evaluados en la investigación.*

Tratamientos	Concentración de ácido paracético (ppm)	Tiempo de contacto (segundos)
T ₁	40.00	10.00
T ₂	40.00	20.00
T ₃	40.00	40.00
T ₄	80.00	10.00
T ₅	80.00	20.00
T ₆	80.00	40.00

2.2. Diseño experimental y análisis estadístico

Para analizar los datos de carga microbiana se utilizó un diseño factorial de 2x3, el cual incluyó dos niveles de concentración de ácido paracético y tres niveles de tiempo de contacto. Los datos fueron analizados mediante el programa SPSS versión 25, la comparación de promedios se hizo con la prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 5%.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Microbiología

En la Tabla 2 se detalla el análisis de varianza para los parámetros microbiológicos de coliformes de la pulpa de mango IQF variedad Edward orgánico. La variable concentración de desinfectante (p-valor = 0.0001 < α = 0.05) influyó significativamente en la carga microbiana (coliformes) del producto, asimismo, el tiempo de contacto producto-desinfectante (p-valor = 0.0082 < α = 0.05) fue influyente en el nivel de carga microbiana.

Con respecto a los parámetros microbiológicos de *E. coli* se observó que la concentración de ácido paracético (p-valor = 0.0001 < α = 0.05) fue estadísticamente significativo sobre la carga microbiana, asimismo, el factor tiempo de contacto (p-valor = 0.0294 < α = 0.05) fue influyente en el nivel microbiológico. Los resultados estuvieron dentro de los parámetros que exige la Norma Sanitaria N° 591-2008MINSA/DIGESA v.01, asimismo, cumplió con las especificaciones técnicas de los diferentes clientes (Naturandina, Nature's Touch, Clovis Farms).

Los resultados de coliformes y *E. coli* estuvieron comprendidos entre 6 a 100 UFC/g y <10 UFC/g respectivamente, estando dentro de los

parámetros microbiológicos (menor o igual a 100 UFC/g) que exige la Norma Sanitaria que establece los criterios de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (RM N° 591-2008MINSA/DIGESA v.01). Sin embargo, solo el T₆ cumplió con los parámetros exigidos por el cliente Clovis Farms, el cual establece en su especificación técnica que el producto debe tener < 10 UFC/g en coliformes y *E. coli*. Es necesario mencionar que todos los tratamientos presentaron ausencia en *Listeria monocytogenes* y *Salmonella*.

Los valores de este estudio (T₅ y T₆) fueron similares a los reportados por Lázaro y Zamudio (2019), quienes reportaron valores microbiológicos <10 UFC/g en coliformes, 0

UFC/g de *E. coli*. Asimismo, en *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* presentó ausencia. En su investigación trabajaron 60-80 ppm de ácido paracético con un tiempo de 14 a 20 segundos. Los estudios difieren en el tiempo de contacto de desinfección producto-desinfectante, esto puede estar influenciado por otros factores como el tipo de corte del producto (chunk 20x20, chunk 25x25, dices 10x10, etc.). Barrera y Reyes (2023), en un estudio de mango IQF variedad Kent reportaron resultados de coliformes y *E. Coli* < 10 UFC/g; asimismo, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella* presentó ausencia. Los resultados fueron similares a los tratamientos T₅ y T₆ de este estudio, sin embargo Barrera y Reyes (2023) trabajaron con ácido cítrico en concentraciones de 0.2, 0.4 y 0.6 % con tiempos de contacto de 20 a 30 segundos.

Tabla 2. Análisis de varianza de los parámetros microbiológicos

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Coliformes					
Concentración	31000.50	1	31000.50	1044.96	<0.0001
Tiempo	436	2	218	7.35	0.0082
Concentración*Tiempo	36	2	18	0.61	0.5610
Error	356	12	29.670		
Total	31828.50	17			
<i>E. coli</i>					
Concentración	200	1	200	276.92	<0.0001
Tiempo	18.11	2	9.06	12.54	0.0011
Concentración*Tiempo	2.33	2	1.17	1.62	0.2392
Error	6.67	12	0.72		
Total	229.11	17			

FV, fuentes de variación; SC, suma de cuadrados; GL, grados de libertad; CM, cuadrados medios; F, valor de F.

La prueba de Tukey determinó que las formulaciones (T₁, T₂ y T₃) compuestas por 40 ppm de concentración de ácido paracético, presentan mayor nivel de carga microbiana en coliformes y *E. Coli*. Sin embargo, T₄, T₅ y T₆ (80 ppm de desinfectante) presentaron menor carga microbiana. Asimismo, T₁ y T₂ se encuentran en el mismo nivel (A), pero estadísticamente T₁ presentó mayor carga microbiana en coliformes y *E. coli*. Además, T₅ y T₆ se encuentran en el mismo nivel (C) tanto en coliformes como en *E. coli*; pero estadísticamente el que presenta mayor media fue T₅ como se muestra en la Tabla 3.

Gonzales (2016), en un estudio de mango IQF demostró que para obtener un producto inocuo y libre de patógenos. se debe trabajar en concentraciones de 10 a 20 ppm de ácido paracético por un tiempo entre 10-25 segundos. Los resultados de Gonzales difieren con los valores reportados en este estudio, donde se obtuvo resultados al límite cuando se trabaja a concentraciones menores o iguales a 40 ppm de ácido paracético. Por ejemplo, T₁ con una concentración de 40 ppm arroja resultados al límite de lo que exige la Norma de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (RM N° 591-2008MINSA/DIGESA v.01). Las diferencias con el estudio de Gonzales pueden estar influenciadas por otros factores como el tipo de corte, dimensiones de corte, el grado de cumplimiento de las BPM y BPH.

Tabla 3. Post ANOVA – Test de Tukey para los parámetros microbiológicos del mango IQF variedad Edward orgánico

Tratamientos	Medias	N	EE	Grupos	
Coliformes					
T1	100	3	3.14	A	
T2	95	3	3.14	A	B
T3	85	3	3.14		B
T4	15	3	3.14		C
T5	10	3	3.14		C
T6	6	3	3.14		C
<i>E. coli</i>					
T1	9	3	0.49	A	
T2	8	3	0.49	A	
T3	7.33	3	0.49	A	
T4	3.33	3	0.49		B
T5	0.67	3	0.49		C
T6	0.33	3	0.49		C

EE, error estándar.

En la Figura 1 se presenta el nivel de carga microbiana por tratamiento con respecto a coliformes, donde T₁ compuesto por 40 ppm de ácido paracético con un tiempo de 10 segundos y T₂ (40 ppm de ácido paracético y un tiempo de 20 segundos) comparten el mismo nivel (A), sin embargo, estadísticamente T₁ presente mayor carga microbiana. Por otro lado, T₄, T₅ y T₆ compuestos por 80 ppm de ácido paracético presentan menor grado de carga microbiana.

En la Figura 2 se presenta el nivel de carga microbiana por tratamiento con respecto a *E. coli*. donde T₁, T₂ y T₃ compuesto por 40 ppm de ácido paracético con un tiempo de 10 segundos comparten el mismo nivel; sin embargo, estadísticamente T₁ presenta mayor carga microbiana. Por otro lado. T₄, T₅ y T₆ comparten el nivel B, donde T₄ es que presento mayor promedio de carga microbiana (UFC).

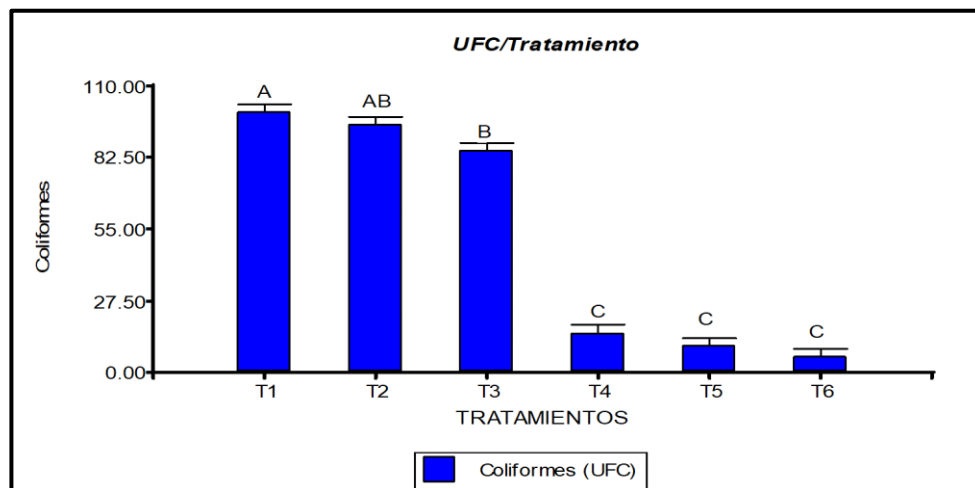


Figura 1. Nivel de carga microbiana con respecto a coliformes por tratamiento.

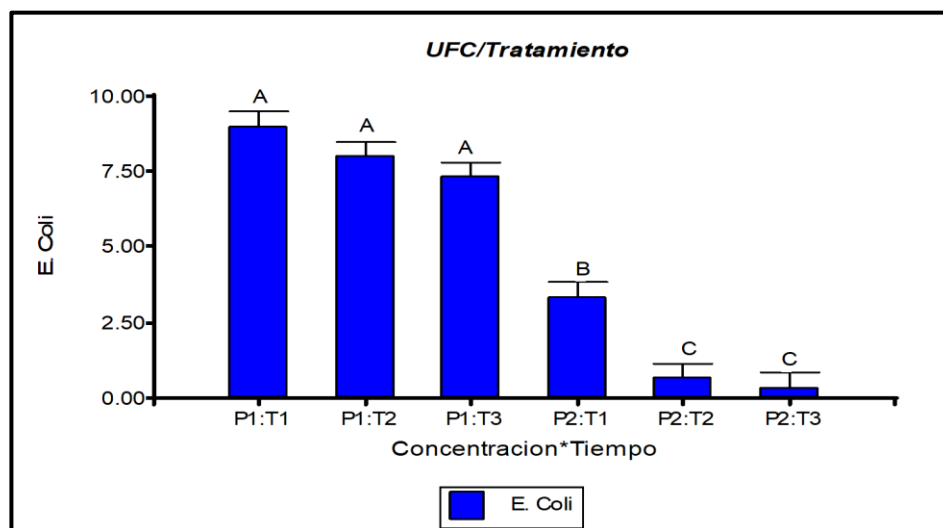


Figura 2. Nivel de carga microbiana con respecto a coliformes por tratamiento.

4. CONCLUSIONES

Los parámetros microbiológicos de los diferentes tratamientos cumplen con la con la Norma Sanitaria (N° 591-MINSA-2008), la cual establece criterios microbiológicos de coliformes <100 UFC/g, *E. coli* <10 UFC/g, *Listeria* y *Salmonella* ausencia. Sin embargo; solo T₅ y T₆ cumplieron con las especificaciones microbiológicas requeridas por los diferentes clientes de la compañía.

El tiempo de contacto más adecuado entre el producto-desinfectante fue entre 20 a 40 segundos con una concentración de ácido paracético de 80 ppm.

Declaración de intereses

Ninguna.

Referencias

Aguilar. C.N. (2018). *Fundamentos teóricos y prácticos de*

microbiología de los alimentos. DIA-UAdeC.

22.

Barrera, H.L. y Reyes, S.J. (2023). *Efecto de la aplicación de ácido cítrico en el control microbiológico y propiedades sensoriales del chunks de mango Kent (Mangifera indica L.)*. [Tesis de grado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/12693>

Cubas, F.M. (2020). *Evaluación de la desinfección de mango (mangífera indica) variedad Edward con ácido peracético*. [Tesis de grado. Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6575>

García, J.M., Medina, L.J., Mercado, J. N. y Báez, R. (2017). Evaluación de desinfectantes para el control de microorganismos en frutas y verduras. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 18 (1), pp. 9 -

Gonzales, J.P. (2016). *Mango congelado IQF*. [Tesis de grado. Universidad Privada Telesup]. <https://repositorio.utelesup.edu.pe/bitstream/UTEL-ESUP/1479/1/GONALES%20SANCHEZ%20JACQUELIN%20PATRICIA.pdf>

Lázaro, K.O. y Zamudio, C.A. (2019). *Mejora del sistema HACCP para garantizar la inocuidad del mango congelado en Santa Sofía del Sur S.A.C. Casma*. 2019. [Tesis de grado. Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/43989>

Resolución Ministerial N° 591-2008-MINSA. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Diario Oficial El Peruano. Lima, Perú. 27 de agosto del 2008. pp.1.