



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 5 Num. 1 (2024) - Publicado: 22/03/24

DOI: 10.57166/micaela.v4.n2.2023

Páginas: 1- 6

Recibido 20/08/2024; Aceptado 04/09/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n1.2024.130>

Autores:

1. ORCID  <https://orcid.org/0009-0005-2347-131X> Jhesmin Katherin Castillo Totocayo, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. 182071@unamba.edu.pe.
2. ORCID  <https://orcid.org/0009-0004-5237-4239> José Simón Molina Llachua, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. 201271@unamba.edu.pe
3. ORCID  <https://orcid.org/0009-0009-9754-9190> Janeth Soras Nina, Universidad Micaela Bastidas de Apurímac, 172087@unamba.edu.pe
4. ORCID  <https://orcid.org/0009-0002-1233-3286> Sidane Stalyn Borda Vargas, Universidad Micaela Bastidas de Apurímac. 181073@unamba.edu.pe
5. ORCID  <https://orcid.org/0000-0003-3337-3762> Víctor Hugo Sarmiento Casavilca, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. vsarmiento@unamba.edu.pe

ture, suggesting a significant improvement in air retention and the fluffiness of the cupcakes. The conclusions indicate that ozone not only enhances the physical properties of the dough but can also serve as a sustainable alternative to conventional chemical conditioners, offering an innovative approach in modern baking. This finding has relevant implications for the food industry, promoting healthier and more sustainable practices.

Keywords: Ozone, Dough conditioner, Food quality, Baking, Sustainability.

Aplicación del Ozono como Agente Mejorador en la Elaboración de Masas Panaderas

Application of Ozone as a Dough Improver in Bread Dough Preparation

Jasmine Castillo-Totocayo¹, José Molina Llachua², Janet Soras Nina³, Borda Vargas⁴, Víctor Hugo Sarmiento Casavilca⁵

Resumen.

El presente estudio investiga el uso del ozono (O₃) como agente mejorador en la elaboración de masas para cupcakes, evaluando su impacto en la calidad del producto final. Se realizaron pruebas sensoriales con diferentes concentraciones de ozono (0, 0.5, 1, 1.5 y 2 ppm) para determinar su efecto en el sabor, textura y apariencia. La metodología incluyó la preparación de masas, seguida de un análisis organoléptico por un panel de expertos. Los resultados mostraron que la concentración de 1.5 ppm de ozono fue la más favorecida, destacándose por su superioridad en sabor y textura, lo que sugiere una mejora significativa en la retención de aire y la esponjosidad de los cupcakes. Las conclusiones indican que el ozono no solo mejora las propiedades físicas de la masa, sino que también puede ser una alternativa sostenible a los mejoradores químicos convencionales, ofreciendo un enfoque innovador en la panadería moderna. Este hallazgo tiene implicaciones relevantes para la industria alimentaria, promoviendo prácticas más saludables y sostenibles.

Palabras Clave: Ozono, Mejorador de masas, Calidad de alimentos, Panadería, Sostenibilidad.

Abstract. This study investigates the use of ozone (O₃) as a dough conditioner in the preparation of cupcake batters, evaluating its impact on the quality of the final product. Sensory tests were conducted with different ozone concentrations (0, 0.5, 1, 1.5, and 2 ppm) to determine its effect on flavor, texture, and appearance. The methodology included the preparation of batters, followed by organoleptic analysis by a panel of experts. The results showed that the concentration of 1.5 ppm of ozone was the most favored, standing out for its superiority in flavor and texture, suggesting a significant improvement in air retention and the fluffiness of the cupcakes. The conclusions indicate that ozone not only enhances the physical properties of the dough but can also serve as a sustainable alternative to conventional chemical conditioners, offering an innovative approach in modern baking. This finding has relevant implications for the food industry, promoting healthier and more sustainable practices.

1 Introducción

La calidad de los productos de panadería, tales como pan y pasteles, está intrínsecamente ligada a las propiedades organolépticas y tecno funcionales de las masas utilizadas. Entre las características más críticas a nivel sensorial se encuentran el sabor, aroma, textura y apariencia, así como la hidratabilidad durante el amasado, que afecta directamente la estructura y cohesión de la masa [1]. En este contexto, la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías y agentes mejoradores es de relevante importancia para la industria panadera y que ayudaría a la implementación de nuevos emprendimientos en la región.

El ozono (O_3) es una molécula triatómica de oxígeno con un potente poder oxidante, ampliamente empleado en diversas industrias por sus propiedades desinfectantes y de mejora de la calidad de los alimentos [2]. En la industria de panadería, el ozono ha sido explorado como una alternativa a los tratamientos químicos tradicionales debido a su capacidad para modificar las propiedades reológicas de las masas y mejorar la calidad microbiológica de los ingredientes [3].

El objetivo de esta investigación es Evaluar el efecto del ozono como agente mejorador en la elaboración de masas panaderas, específicamente en la producción de cupcakes, considerando parámetros como sabor, textura y apariencia general del producto, así como su capacidad de hidratación durante el proceso de amasado. Este estudio se enfocó en determinar si el ozono puede ser un agente mejorador eficaz de la masa y que no solo mantenga, sino también potencialmente mejore, las características sensoriales y funcionales de los productos finales.

Investigaciones previas han reportado que el ozono puede influir en la estructura de las proteínas del gluten, lo que a su vez afecta la formación de la red de gluten y, por ende, la textura del producto de panadería [4]. Además, el ozono podría alterar la actividad enzimática en la masa, lo que puede tener implicaciones significativas en la fermentación y desarrollo del sabor [5]. Sin embargo, existen limitaciones en la literatura actual respecto a la comprensión completa de estos efectos, especialmente en relación con las propiedades organolépticas y la hidratabilidad de las masas de productos pasteleros como el cupcake.

Por lo tanto, este estudio busca llenar este vacío en el conocimiento al proporcionar una evaluación sensorial de los efectos del tratamiento con ozono en las masas para cupcakes con las masas no tratadas para determinar las diferencias significativas, ya que existen estudios de como el ozono influye en la estructura de la proteína de trigo [6], finalmente es importante tener claro que es necesario moderar la intensidad del tratamiento con ozono, ya que las concentraciones y presiones elevadas pueden tener efectos negativos en la fuerza de la masa y la calidad del pan y pasteles. Un tratamiento excesivo puede llevar a una disminución en la extensibilidad de la masa y afectar negativamente la textura de la masa. Por lo tanto, es crucial encontrar un equilibrio adecuado en las condiciones de ozonización para maximizar los beneficios sin comprometer la calidad de los productos de panadería [7].

2 Método

- a) **Preparación de la masa:** Para hacer la masa del cupcake de la experimentación se usó harina de trigo preparada para pastelería, azúcar rubia, mantequilla, huevos, leudantes, chocolate en polvo y agua; se pesó y preparo la formulación para 4 kilogramos de masa, con una receta estándar para preparar cupcakes, una vez obtenida la masa, esta se dividió en 5 partes iguales, para someterles al tratamiento con el Ozono a concentraciones de (0 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm, 1.5 ppm y 2 ppm). Al resultado de estos tratamientos se les caracterizó con medidas fisicoquímicas como pH, Acidez, volumen de la masa.

- b) **Aplicación de ozono:** Para aplicar el ozono Se realizó directamente en la masa, para ello se usó un generador de ozono con caudal de producción de 10 litros x minuto: en un recipiente se colocó la masa de cada tratamiento y se le burbujeó el ozono de acuerdo a tratamiento por tiempos de 0, 10, 20 30 40 y 50 segundos, para que se inyecte 0 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm, 1.5 ppm, 2 ppm de ozono de acuerdo al modelo del equipo. Asegurando de controlar el tiempo de exposición con el uso de un cronometro.
- c) **Horneado:** Las masas de los 5 tratamientos se colocaron en moldes y se llevaron al horno a 270 °C x 15 minutos, al terminar el proceso de cocción se enfrió y los cupcakes sirvieron para hacer una prueba de aceptabilidad con pruebas afectivas.
- d) **Evaluación Sensorial:**
- Selección de Panelistas, se contó con 25 de panelistas denominados consumidores para hacer pruebas afectivas que evalúen las características sensoriales de los cupcakes.
 - Diseño de la Prueba Sensorial, se usó una prueba preferencia y aceptación con consumidores de forma afectiva (Con una escala hedónica de 5 puntos) para evaluar sabor, textura y apariencia del cupcake.
- e) **Análisis Estadístico:**
- Se usaron las siguientes técnicas estadísticas para analizar los datos obtenidos.
- Prueba de Kruskal-Wallis, para comparar las diferencias entre las diferentes concentraciones de ozono.
 - Pruebas Post-Hoc (Tukey), para identificar qué concentraciones presentan diferencias significativas y hacer el ordenamiento por ranking y escoger el mejor tratamiento.

3 Resultados

3.1 Características físico químicas de la masa con tratamiento de ozono.

A las 5 masas de los tratamientos se les realizó pruebas de sus características fisicoquímicas, antes del horneado, los datos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla1. Características de la masa con tratamiento de ozono.

Tratamiento	pH	Acides titulable % ácido acético	Humedad %
Masa con 0 ppm ozono	5.6 ± 0.02	0.2 ± 0.01	55% ± 2
Masa con 0.5 ppm ozono	5.6 ± 0.01	0.21 ± 0.02	55% ± 0.5
Masa con 1 ppm ozono	5.5 ± 0.01	0.25 ± 0.01	54% ± 1.1
Masa con 1.5 ppm ozono	5.4 ± 0.03	0.26 ± 0.001	55% ± 0.7
Masa con 2.0 ppm ozono	5.4 ± 0.05	0.30 ± 0.2	55% ± 0.8

Las SD son de tres repeticiones.

3.2 Evaluación sensorial.

La evaluación sensorial de los 5 tratamientos con ozono, se efectuó con panelistas que degustaron el cupcake y sus resultados se presentan en el siguiente gráfico.

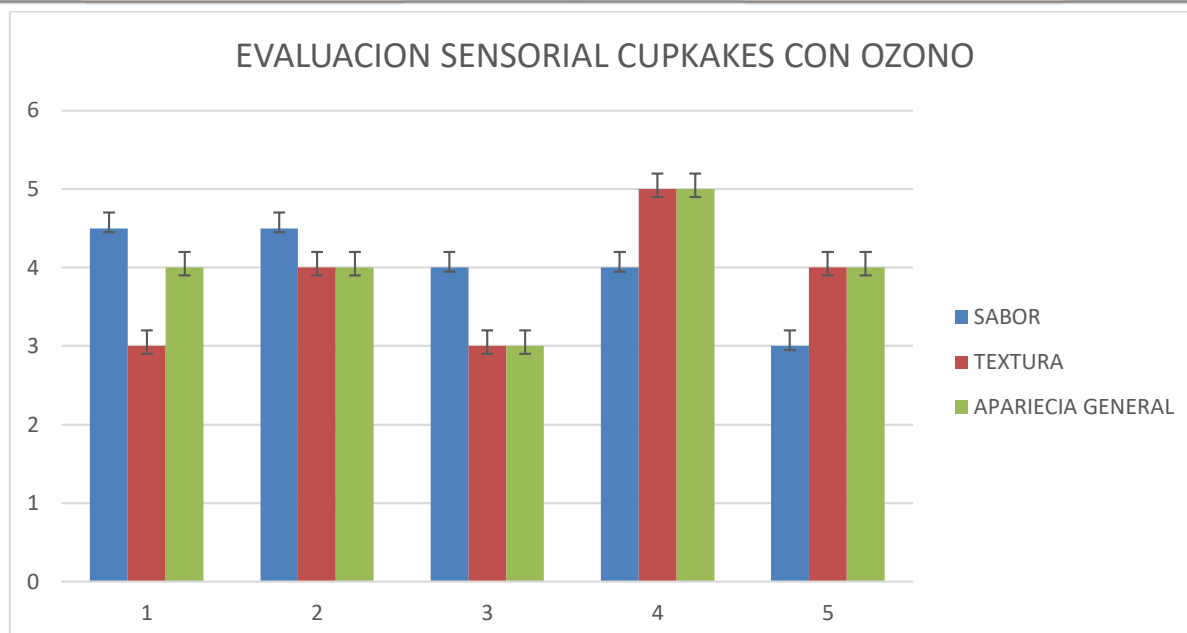


Fig. 1. Resultados del análisis sensorial para los cupcakes tratados con ozono.

Donde: 1 tratamiento con 0 ppm ozono; 2 tratamiento con 0.5 ppm ozono, 3 tratamiento con 1.0 ppm ozono, 4 tratamiento con 1.5 ppm ozono y 5 tratamiento con 2.0 ppm ozono.

En cuanto a las características fisicoquímicas de la masa sometida a los diversos tratamientos con ozono, se ha observado que las características evaluadas permanecen muy estables. El pH se mantiene entre 5.4 y 5.6, mientras que la acidez titulable se expresa en un porcentaje de ácido acético de 0.3%. En lo que respecta al volumen de la masa, no se detectan diferencias significativas entre los tratamientos cuando la masa está cruda, ya que, en ese estado, no se presenta una hinchazón considerable, a diferencia de lo que se observa al cocinarla. Sin embargo, el ozono, al ser un agente oxidante fuerte, puede inducir reacciones químicas con los grupos tiol ($-SH$) de las proteínas del gluten en la harina de trigo, específicamente con los aminoácidos gliadina y glutenina, que son las principales proteínas responsables de la formación de la red de gluten. Esta oxidación genera puentes disulfuro ($S-S$), y la reacción de los grupos tiol puede dar lugar a la formación de enlaces covalentes entre las cadenas de proteínas, creando puentes disulfuro. Estos enlaces fortalecen la red de gluten, mejorando su elasticidad y capacidad de retención de aire, tal como se menciona en [8]. Estas reacciones, producto de la oxidación causada por el ozono en la masa, podrían explicar las diferencias observadas en el volumen del cupcake horneado, donde se detectó una diferencia significativa en dichos volúmenes. Esta característica de hinchazón del producto horneado influye en la apariencia general del producto final. Así, el tratamiento con ozono ha demostrado mejorar las propiedades reológicas de la masa, reduciendo el tiempo de fermentación y horneado, y mejorando la calidad del producto, especialmente en harinas de trigo de baja calidad; estas mismas observaciones fueron reportadas en [11].

Por otro lado, en la evaluación sensorial realizada, se observó que el tratamiento con 1.5 ppm de ozono mejora la miga del producto horneado, reflejándose en un mayor puntaje en sabor (puntaje de 5), textura (puntaje de 5) y apariencia general (puntaje de 4). Es importante destacar que la aplicación de ozono en la masa del cupcake también puede afectar la microestructura de la miga, logrando una mayor uniformidad probablemente debido a la acción en la red de gluten. Se ha encontrado que el ozono contribuye a una miga más uniforme y consistente, lo que mejora la experiencia sensorial del consumidor al morder el producto. Este hallazgo es mencionado en [9], donde se señala que el tratamiento con ozono resulta en una red de gluten bien formada, evitando que la miga sea densa, un problema común en productos de panadería con un débil desarrollo del gluten. Al respecto, [12] menciona que el ozono afecta la solubilidad de las proteínas, aumentando la proporción de proteínas poliméricas insolubles, lo que puede mejorar la fuerza y tenacidad de la masa. Sin embargo, se debe tener cuidado con la intensidad del tratamiento, ya que un contacto excesivo con el ozono puede afectar negativamente a la masa. Aunque los mejoradores de la reología de la masa contribuyen a la calidad del pan al mejorar la reticulación de proteínas, sus mecanismos subyacentes y su posible toxicidad requieren más investigación [14, 15].

Finalmente, la oxidación provocada por el ozono en la masa puede facilitar la interacción de las grasas y azúcares, mejorando la emulsificación y, por ende, la textura y el sabor del cupcake, además de lograr una mejor retención de humedad. Esto se traduce en una textura más tierna y menos propensa a la resequedad del producto horneado [10, 13].

De los datos obtenidos, se puede concluir que el mejor tratamiento para mejorar la masa del cupcake con ozono fue el de 1.5 ppm, el cual se logró mediante un burbujeo de 40 segundos en la masa a un caudal de 10 L/s con el equipo utilizado. Esto contribuyó a una mejor hinchazón del producto final, lo cual fue bien recibido por el panel sensorial.

4 Referencias

- [1] R. G. de P. S. Franco, A. C. S. Oliveira y D. S. da Silva, "Influencia de los hidrocoloides en la elaboración de pan: una revisión", *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, vol. 39, no. 1, pp. 1-8, 2019.
- [2] A. B. Carmichael, S. N. Khan, and M. T. Kelly, "Ozone Technology for Food Processing: A Comprehensive Review," *International Journal of Food Microbiology*, vol. 270, pp. 1-14, 2018.
- [3] L. M. Gomez, J. B. Sanjuan, and C. P. Laguna, "Effects of Ozone Treatment on Wheat Flour and Dough Properties," *Journal of Cereal Science*, vol. 85, pp. 1-8, 2019.
- [4] M. H. Khan, A. S. Kader, and S. N. Hossain, "Impact of Ozone on Gluten Protein and Dough Rheology in Breadmaking," *Food Chemistry*, vol. 241, pp. 1-7, 2018.
- [5] N. J. M. Silva, K. R. F. Sant'Ana, and M. C. M. Oliveira, "Enzymatic Changes in Dough Treated with Ozone," *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 44, no. 2, pp. e14472, 2020.
- [6] F. M. Morales, P. M. Rodriguez, and G. S. Lopez, "Organoleptic and Functional Properties of Ozone-Treated Bakery Products," *Food Research International*, vol. 132, pp. 109060, 2020.
- [7] F. Violleau et al. "Efecto del proceso de ozonización del trigo Oxygreen® en la calidad de la masa de pan y la solubilidad de las proteínas". *Revista de Ciencia de los Cereales*, 55 (2012): 392- 396
<https://doi.org/10.1016/J.JCS.2012.01.014>.
<https://doi.org/10.1016/J.JCS.2012.01.014>.
- [8] Sholpan Tursunbayeva et al. "Desarrollo de una tecnología de cavitación ion-ozono altamente eficiente para la producción acelerada de pan". *Informes Científicos*, 11 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98341-w>.
- [9] R. Sharma et al. "Influencia de la ozonización en la funcionalidad de la harina de cereales y las características de la masa: una revisión". *Ozono: Ciencia e Ingeniería*, 43 (2021): 613 - 636. <https://doi.org/10.1080/01919512.2021.1898337>.
- [10] Wei Zhang et al. "Efecto de la intensidad del tratamiento con ozono en la propiedad de pegado, la composición de proteínas y la calidad del pan cocido al vapor de la harina de trigo tratada con ozono". *Revista de Calidad de los Alimentos* (2022). <https://doi.org/10.1155/2022/1584656>.
- [11] A. Iztayev, S. Tursunbayeva, S. Zhiyenbayeva, G. Iskakova, A. Matibayeva, R. Izteliyeva, y M. Yakiiyeva, "Highly Efficient Technology for Making Bread Using an Ion-ozone Mixture," *International Journal of Technology*, vol. 14, no. 4, 2023. [Enlace] <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i4.4242>. F.
- [12] W. Zhang, H. Wang, L. Li, X. Zeng, Z. Shu, y P. Wang, "Effect of Ozone Treatment Intensity on Pasting Property, Protein Composition, and Steamed Bread Quality of Ozone-Treated Wheat Flour," *Journal of Food Quality*, vol. 2022, Article ID 1584656, 2022. [Enlace] <https://doi.org/10.1155/2022/1584656>.

[13] I. Akkozha, A. Iztayev, B. Iztayev, R. Mukhtarkhanova, y M. Yakiyayeva, "Accelerated technology for bread preparation using activated water," *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, vol. 2023, Article ID 1881. [Enlace] <https://doi.org/10.5219/1881>.

[14] Z. Liang, J. Gao, P. Yu, y D. Yang, "History, mechanism of action, and toxicity: a review of commonly used dough rheology improvers," *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 63, pp. 947-963, 2021. [Enlace] <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1956427>.

[15] S. Tursunbayeva, A. Iztayev, A. Mynbayeva, M. Alimardanova, B. Iztayev, y M. Yakiyayeva, "Development of a highly efficient ion-ozone cavitation technology for accelerated bread production," *Scientific Reports*, vol. 11, 2021. [Enlace] <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98341-w>.