

## Estudio enfoque cuantitativo

### **Optimización de la Conservación Postcosecha de Zanahorias: Evaluación del Corte en Bastón y Empaque al Vacío para Mejorar la Durabilidad**

Mercado García, R. M.<sup>1</sup> (ORCID: 0009-0004-5396-1136); Obando Pichardo, I. A.<sup>1</sup> (ORCID: 0009-0001-9927-4305)

## RESUMEN

### *Historia de la investigación:*

Recibido el 14 de noviembre de 2025  
Aceptado el 10 de enero de 2026

*La presente investigación corresponde a un resumen ejecutivo. La versión completa del estudio está disponible para consulta en la biblioteca de UNIDES.*

### *Palabras clave:*

zanahoria, empaque al vacío, vida útil, postcosecha, IV gama

La presente investigación experimental tuvo como objetivo evaluar el efecto del corte en bastón y del tipo de empaque (al vacío y sin vacío) sobre la calidad y la vida útil de la zanahoria (*Daucus carota L.*) durante su almacenamiento en la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya, Chagüite Grande R.L., en el año 2025. El estudio se desarrolló bajo un diseño completamente al azar con enfoque cuantitativo y un arreglo factorial de 24 tratamientos, considerando variables asociadas al escaldado, centrifugado, calidad visual, humedad, vida útil, así como las condiciones de almacenamiento y temperatura. El análisis estadístico se realizó mediante análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de Duncan, utilizando instrumentos validados para la medición de variables físicas y operativas. Los resultados evidenciaron que, con excepción del corte en bastón, los tratamientos evaluados influyeron en la vida útil del producto, observándose el inicio del deterioro a partir del tercer día de almacenamiento. El empaque al vacío mostró limitaciones debido a la pérdida temprana del vacío, mientras que el escaldado y el centrifugado incidieron positivamente en la textura, firmeza y calidad visual. Se concluye que las prácticas postcosecha evaluadas influyen de manera diferenciada en la conservación de la zanahoria, aportando evidencia técnica para la optimización de procesos agroindustriales locales.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales-UNIDES

---

## ABSTRACT

---

---

*Key Word:*

carrot, vacuum packaging, shelf life, postharvest, fresh-cut vegetables.

This experimental study aimed to evaluate the effect of stick cutting and packaging type (vacuum and non-vacuum) on the quality and shelf life of carrot (*Daucus carota L.*) during storage at the Tomatoya Agricultural Services Cooperative, Chagüite Grande R.L., in 2025. The research followed a completely randomized quantitative design with a factorial arrangement of 24 treatments. Variables related to blanching, centrifugation, visual quality, moisture, shelf life, storage conditions, and temperature were analyzed. Statistical processing was performed using analysis of variance (ANOVA) and Duncan's test, with validated instruments for physical and operational measurements. Results showed that, except for stick cutting, all evaluated treatments affected shelf life, with deterioration observed from the third day of storage. Vacuum packaging showed limitations due to early loss of vacuum, while blanching and centrifugation positively influenced texture, firmness, and visual quality. The study concludes that postharvest practices differentially affect carrot preservation, providing technical evidence for optimizing local agro-industrial processes.

## Introducción

La zanahoria (*Daucus carota L.*) es una de las hortalizas de mayor importancia económica y alimentaria en Nicaragua, siendo ampliamente comercializada tanto en fresco como en presentaciones mínimamente procesadas destinadas a mercados locales y nacionales (López, 2014; Lumbí & Palma, 2023). En el departamento de Jinotega, el producto se comercializa tradicionalmente sin valor agregado, lo que limita la competitividad de pequeños productores y cooperativas agropecuarias (López, 2014).

Los productos de IV gama, como la zanahoria cortada y empacada, se caracterizan por someterse a procesos mínimos de transformación, tales como lavado, troceado y envasado, lo que incrementa su susceptibilidad al deterioro fisiológico y microbiológico si no se aplican prácticas poscosecha adecuadas (Bastidas Cadpata, 2015; Revenga, 2024).

Estudios realizados en la región han demostrado que factores como el tipo de empaque, las condiciones de almacenamiento y el manejo de la humedad influyen directamente en la calidad y vida útil de hortalizas mínimamente procesadas (Bravo & García, 2016; Ruiz Cardoza, 2009).

En Nicaragua, investigaciones recientes destacan avances en la articulación de cooperativas hortícolas con mercados más exigentes, mediante la incorporación de procesos de valor agregado y mejoras en la gestión poscosecha (Rikolto & UCHON, 2021).

Sin embargo, en la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya, Chagüite Grande R.L., se han identificado pérdidas aceleradas de calidad en zanahoria cortada en bastón, asociadas a deficiencias en el empaque y las condiciones de almacenamiento (González Castillo et al., 2024).

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del corte en bastón y del tipo de empaque (al vacío y sin vacío) sobre la calidad y la vida útil de la zanahoria durante un período de almacenamiento de 15 días, considerando además el impacto de tratamientos como el escaldado y el centrifugado, así como las condiciones reales de almacenamiento en la cooperativa.

## Métodos y materiales

La investigación se desarrolló en la Cooperativa Agropecuaria de Servicios Tomatoya, ubicada en el municipio de Jinotega, Nicaragua, durante los meses de junio y julio de 2025, en un contexto agroindustrial caracterizado por prácticas operativas empíricas y limitaciones en el control ambiental (González Castillo et al., 2024).

Se utilizó zanahoria de la variedad híbrida Bangor F1, seleccionada por su uniformidad, color naranja intenso y aceptación comercial, características que la hacen adecuada para su procesamiento en productos de IV gama (Semillas Hortícolas Bejo S. A., s. f.).

El diseño experimental fue de bloques completamente al azar, con un arreglo factorial compuesto por tres factores: forma de corte (bastón), tipo de empaque (al vacío y sin vacío) y tiempo de almacenamiento (0, 3, 6, 9, 12 y 15 días), con cuatro repeticiones, para un total de 24 tratamientos.

La población del estudio estuvo conformada por un lote de 6,850 libras de zanahoria acopiadas en la cooperativa. A partir de este lote se seleccionó una muestra de 96 libras mediante muestreo sistemático, incorporando 35 libras adicionales para compensar pérdidas por desperdicio, siguiendo el procedimiento descrito en el informe original.

El corte en bastón se realizó manualmente, obteniendo piezas de  $10 \times 1 \times 1$  cm, de acuerdo con las prácticas operativas de la cooperativa. Los tratamientos incluyeron escaldado ( $95-100$  °C durante 3 minutos) y centrifugado (5 minutos), procedimientos recomendados en el manejo poscosecha para la reducción de carga microbiana y estabilización de la humedad (Bastidas Cadpata, 2015; González Castillo, Hernández Durón y Vindel Reyes, (2024)).

El empaque se realizó en bolsas de poliamida/polietileno de 70 µm, selladas con máquina profesional de vacío; los tratamientos control se sellaron sin vacío. Cada bolsa contenía 454 g de producto. Las muestras se almacenaron en un cuarto frío con temperaturas fluctuantes entre 10 y 15 °C, condiciones que reflejan la realidad operativa de la cooperativa (González Castillo et al., 2024).

Las variables evaluadas incluyeron aire residual, oxígeno residual, textura, color (parámetros CIELab), humedad, calidad visual y vida útil. Los datos se registraron en formatos diseñados para el seguimiento del experimento y se analizaron mediante análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de Duncan con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ , utilizando Microsoft Excel, tal como se describe en estudios similares de conservación poscosecha (Ruiz Cardoza, 2009).

## Resultados

Los resultados obtenidos se presentan en tabla 1. En relación con el efecto del corte en bastón, los análisis mostraron que este factor no tuvo incidencia significativa en la vida útil de la zanahoria durante los 15 días de almacenamiento, resultado que coincide con observaciones previas en productos mínimamente procesados donde la forma de corte no siempre determina la velocidad de deterioro (Ruiz Cardoza, 2009).

| Fuente de variación                              | S.C. | G.L. | C.M. | Fc.  | F5% | F1%  |
|--|------|------|------|------|-----|------|
| Bloque   | 0.37 | 3    | 0.12 | 0.60 | NS  | 3.29 |
| Días de almacenamiento: 0, 3, 6, 9, 12 y 15 días | 1.79 | 5    | 0.36 | 1.71 | NS  | 2.90 |
| Error  | 3.14 | 15   | 0.21 |      |     |      |
| Total  | 5.30 | 23   |      |      |     |      |

| "p" número de medias involucradas en el rango de comparación |      |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|------|
|  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| r <sub>p</sub> 5%; 15 gle                                    | 3.01 | 3.16 | 3.25 | 3.31 | 3.36 |
| Sy   | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.23 |
| R <sub>p</sub> al 5%   | 0.69 | 0.72 | 0.74 | 0.76 | 0.77 |

| Categoría estadística | Medias de tratamiento | Almac. Día 15 | Almac. Día 12 | Almac. Día 9 | Almac. Día 6 | Almac. Día 3 | Almac. Día 0 | F <sub>p</sub> al 5% |
|-----------------------|-----------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|
| a                     | 9.89                  | 0             | 0.06 NS       | 0.07 NS      | 0.1 NS       | 0.10 NS      | 0.11 NS      | 0.77                 |
| a                     | 9.83                  |               | 0             | 0.01 NS      | 0.02 NS      | 0.04 NS      | 0.05 NS      | 0.76                 |
| a                     | 9.81                  |               |               | 0            | 0.01 NS      | 0.02 NS      | 0.04 NS      | 0.74                 |
| a                     | 9.80                  |               |               |              | 0            | 0.01 NS      | 0.03 NS      | 0.72                 |
| a                     | 9.79                  |               |               |              |              | 0            | 0.01 NS      | 0.69                 |
| a                     | 9.78                  |               |               |              |              |              | 0            |                      |

Tabla 1. Análisis de varianza, Valores críticos de Duncan y Comparativo de cada media de los tratamientos

En cuanto al tipo de empaque, se observaron diferencias significativas en los porcentajes de aire residual y oxígeno residual en las bolsas. La Tabla 2 y la Figura 1 evidencian un incremento progresivo de estos parámetros a partir del tercer día, lo que indica pérdida del vacío y disminución de la eficiencia del empaque, tal como ha sido reportado en estudios sobre materiales de empaque de bajo micraje (Besser Vacuum America, 2024).

| Días de almacenamiento | Tratamientos                                     | BLOQUES |         |         |         | Y <sub>L</sub> | —       |
|------------------------|--|---------|---------|---------|---------|----------------|---------|
|                        |  | I       | II      | III     | IV      |                |         |
| 0                      | Escaldado y centrifugado Sí. Empaque al vacío Si | 1.0     | 0.8     | 1.0     | 1.0     | 3.8            | 0.95    |
|                        | Escaldado y centrifugado Sí. Empaque al vacío No | 10      | 16      | 12      | 18      | 48.0           | 12.00   |
|                        | Escaldado y centrifugado No. Empaque al vacío Si | 10      | 12      | 10      | 18      | 80.0           | 15.25   |
|                        | Escaldado y centrifugado No. Empaque al vacío No | 1.0     | 1.0     | 1.0     | 1.0     | 80.0           | 15.00   |
| 3                      | Escaldado y centrifugado Sí. Empaque al vacío Si | 3.8     | 4.5     | 3       | 3.5     | 14.8           | 3.70    |
|                        | Escaldado y centrifugado Sí. Empaque al vacío No | 18.64   | 18.54   | 20.00   | 16.00   | 73.1           | 18.27   |
|                        | Escaldado y centrifugado No. Empaque al vacío Si | 1.0     | 1.0     | 1.0     | 1.0     | 37.1           | 9.25    |
|                        | Escaldado y centrifugado No. Empaque al vacío No | 21      | 25      | 23      | 27      | 102.0          | 25.50   |
| 6                      | Escaldado y centrifugado Sí. Empaque al vacío Si | 44.92   | 44.92   | 43.00   | 42.00   | 175            | 43.71   |
|                        | Escaldado y centrifugado Sí. Empaque al vacío No | 51.67   | 49.00   | 51.67   | 54.00   | 205            | 51.58   |
|                        | Escaldado y centrifugado No. Empaque al vacío Si | 1.0     | 1.0     | 1.0     | 1.0     | 205            | 51.49   |
|                        | Escaldado y centrifugado No. Empaque al vacío No | 59.00   | 59.00   | 59.00   | 59.00   | 205            | 59.00   |
| 9                      | Escaldado y centrifugado Sí. Empaque al vacío Si | 44.42   | 44.00   | 43.00   | 46.00   | 177            | 44.36   |
|                        | Escaldado y centrifugado Sí. Empaque al vacío No | 45.38   | 60.00   | 45.38   | 46.00   | 197            | 48.19   |
|                        | Escaldado y centrifugado No. Empaque al vacío Si | 1.0     | 1.0     | 1.0     | 1.0     | 185.28         | 48.19   |
|                        | Escaldado y centrifugado No. Empaque al vacío No | 325.73  | 325.75  | 327.00  | 329.00  | 1.308          | 326.88  |
| 12                     | Escaldado y centrifugado Sí. Empaque al vacío Si | 62.38   | 61.00   | 59.00   | 60.00   | 242            | 60.59   |
|                        | Escaldado y centrifugado Sí. Empaque al vacío No | 56.00   | 56.00   | 56.00   | 56.00   | 224            | 56.00   |
|                        | Escaldado y centrifugado No. Empaque al vacío Si | 42.00   | 42.00   | 42.00   | 42.00   | 241.43         | 42.00   |
|                        | Escaldado y centrifugado No. Empaque al vacío No | 426.53  | 426.33  | 426.33  | 426.33  | 1.705          | 426.33  |
| 15                     | Escaldado y centrifugado Sí. Empaque al vacío Si | 249.00  | 249.00  | 250.00  | 253.00  | 981            | 247.75  |
|                        | Escaldado y centrifugado Sí. Empaque al vacío No | 1407.59 | 1410.03 | 1425.00 | 1428.00 | 5.671          | 1417.05 |
|                        | Escaldado y centrifugado No. Empaque al vacío Si | 1405.49 | 1500.00 | 1600.00 | 1408.42 | 5.911          | 1447.70 |
|                        | Escaldado y centrifugado No. Empaque al vacío No | 5.329   | 8.425   | 5.528   | 5.330   | 21.284.45      | 225.31  |

Tabla 2. Porcentaje de aire residual en el empaque



Figura 1. Medias del % de aire residual en la bolsa

El escaldado mostró un efecto significativo sobre la textura y firmeza de los bastones, manteniendo valores estables en los primeros días de almacenamiento y mejorando progresivamente a partir del sexto día, de acuerdo con la Tabla 3 y las Figura 2.

| Categoría estadística | Medias de tratamiento | Almac. Día 15 | Almac. Día 12 | Almac. Día 9 | Almac. Día 6 | Almac. Día 3 | Almac. Día 0 | R <sub>p</sub> al 5% |
|-----------------------|-----------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|
|                       |                       | 8.53          | 8.31          | 7.50         | 7.31         | 6.38         | 6.38         |                      |
| a                     | 8.53                  | 0             | 0.22 NS       | 1.03 NS      | 1.22 NS      | 2.16 **      | 2.16 **      | 1.67                 |
| a                     | 8.31                  |               | 0             | 0.81 NS      | 1.00 NS      | 1.94 **      | 1.94 **      | 1.65                 |
| a                     | 7.50                  |               |               | 0            | 0.19 NS      | 1.13 NS      | 1.13 NS      | 1.62                 |
| b                     | 7.31                  |               |               |              | 0            | 0.94 NS      | 0.94 NS      | 1.57                 |
| b                     | 6.38                  |               |               |              |              | 0            | 0            | 1.50                 |
| b                     | 6.20                  |               |               |              |              |              | 0            |                      |

Tabla 3. Comportamiento de cada media de los tratamientos

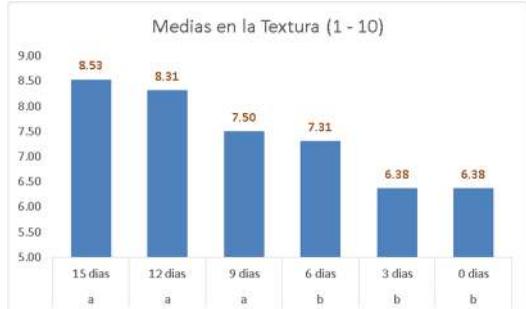


Figura 2. Medias de la textura en escala del 1 al 10.

Estos resultados son coherentes con la literatura que señala que el escaldado reduce la actividad enzimática y contribuye a la estabilidad de los tejidos vegetales (Bastidas Cadpata, 2015; Creative Commons, 2019).

El centrifugado incidió positivamente en la estabilización de la humedad y el color, como se observa en la Tabla 4 y la Figura 6, lo que coincide con estudios que destacan la importancia de eliminar el exceso de agua superficial para reducir el deterioro en productos de IV gama (Revenga, 2024).

La calidad visual, evaluada mediante color y textura, presentó variaciones significativas entre tratamientos y a lo largo del tiempo, tal como se muestra en la Tabla 4 y las Figura 3. En relación con la humedad, se registraron mermas progresivas desde el tercer día hasta el día 15, afectando el peso y la aceptabilidad del producto, resultados similares a los reportados por Bravo y García (2016).



Figura 3. Medias de tratamiento del centrifugado

| Días de almacenamiento | Tratamientos                                    | Calidad visual estimada:<br>Evaluación                      | Textura<br>Escala del 1 al 10 | Vida útil<br>Días |
|------------------------|---|---|-------------------------------|-------------------|
|                        |   | L <sup>a</sup> * a <sup>b</sup> * b <sup>c</sup> *          |                               |                   |
| 0                      | Escalado y centrifugado Si; Empaque al vacío Si | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=60 b <sup>c</sup> *=60 | Crujiente 10                  | 0                 |
| 3                      | Escalado y centrifugado Si; Empaque al vacío Si | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=60 b <sup>c</sup> *=60 | Crujiente 10                  | 3                 |
| 6                      | Escalado y centrifugado Si; Empaque al vacío Si | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=58 b <sup>c</sup> *=58 | Blanda 8                      | 0                 |
| 9                      | Escalado y centrifugado Si; Empaque al vacío Si | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=55 b <sup>c</sup> *=55 | Blanda 8                      | 0                 |
| 12                     | Escalado y centrifugado Si; Empaque al vacío Si | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=55 b <sup>c</sup> *=55 | Blanda 8                      | 0                 |
| 15                     | Escalado y centrifugado Si; Empaque al vacío Si | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=50 b <sup>c</sup> *=50 | Blanda 8                      | 0                 |
| 0                      | Escalado y centrifugado Si; Empaque al vacío No | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=60 b <sup>c</sup> *=60 | Crujiente 10                  | 0                 |
| 3                      | Escalado y centrifugado Si; Empaque al vacío No | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=60 b <sup>c</sup> *=60 | Crujiente 10                  | 2,5               |
| 6                      | Escalado y centrifugado Si; Empaque al vacío No | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=58 b <sup>c</sup> *=58 | Blanda 8                      | 0                 |
| 9                      | Escalado y centrifugado Si; Empaque al vacío No | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=55 b <sup>c</sup> *=55 | Blanda 8                      | 0                 |
| 12                     | Escalado y centrifugado Si; Empaque al vacío No | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=55 b <sup>c</sup> *=55 | Aguada 7                      | 0                 |
| 15                     | Escalado y centrifugado Si; Empaque al vacío No | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=50 b <sup>c</sup> *=50 | Aguada 7                      | 0                 |
| 0                      | Escalado y centrifugado No; Empaque al vacío Si | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=60 b <sup>c</sup> *=60 | Crujiente 10                  | 0                 |
| 3                      | Escalado y centrifugado No; Empaque al vacío Si | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=58 b <sup>c</sup> *=58 | Crujiente 10                  | 2,5               |
| 6                      | Escalado y centrifugado No; Empaque al vacío Si | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=58 b <sup>c</sup> *=58 | Blanda 8                      | 0                 |
| 9                      | Escalado y centrifugado No; Empaque al vacío Si | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=55 b <sup>c</sup> *=55 | Blanda 8                      | 0                 |
| 12                     | Escalado y centrifugado No; Empaque al vacío Si | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=55 b <sup>c</sup> *=55 | Blanda 8                      | 0                 |
| 15                     | Escalado y centrifugado No; Empaque al vacío Si | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=50 b <sup>c</sup> *=50 | Blanda 8                      | 0                 |
| 0                      | Escalado y centrifugado No; Empaque al vacío No | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=60 b <sup>c</sup> *=60 | Crujiente 10                  | 0                 |
| 3                      | Escalado y centrifugado No; Empaque al vacío No | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=58 b <sup>c</sup> *=58 | Blanda 8                      | 2                 |
| 6                      | Escalado y centrifugado No; Empaque al vacío No | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=58 b <sup>c</sup> *=58 | Aguada 7                      | 0                 |
| 9                      | Escalado y centrifugado No; Empaque al vacío No | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=55 b <sup>c</sup> *=55 | Aguada 7                      | 0                 |
| 12                     | Escalado y centrifugado No; Empaque al vacío No | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=55 b <sup>c</sup> *=55 | Aguada 7                      | 0                 |
| 15                     | Escalado y centrifugado No; Empaque al vacío No | L <sup>a</sup> *=60 a <sup>b</sup> *=50 b <sup>c</sup> *=50 | Aguada 7                      | 0                 |

Tabla 4 Calidad visual: Efecto en el color y la textura

Las condiciones de almacenamiento y la temperatura presentaron fluctuaciones durante el período experimental, influyendo negativamente en la estabilidad del producto, como se evidencia en la Tabla 5 y la Figura 4, en concordancia con lo señalado por González Castillo et al. (2024) sobre las limitaciones de control ambiental en plantas de procesamiento hortícola locales.

| Categoría estadística | Medias de tratamiento | Almac.<br>Día 15 | Almac. Día 12 | Almac. Día 9 | Almac. Día 6 | Almac. Día 3 | Almac. Día 0 | R <sub>al 5%</sub> |
|-----------------------|-----------------------|------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|
|                       |                       | 12.69            | 12.69         | 12.31        | 12.19        | 12.19        | 10.88        |                    |
| a                     | 12.69                 | 0                | NS            | 0.38 NS      | 0.50 NS      | 0.50 NS      | 1.81 NS      | 6.5                |
| a                     | 12.69                 |                  | 0             | 0.38 NS      | 0.50 NS      | 0.50 NS      | 1.81 NS      | 6.4                |
| a                     | 12.31                 |                  |               | 0            | 0.13 NS      | 0.13 NS      | 1.44 NS      | 6.3                |
| a                     | 12.19                 |                  |               |              | 0            | 0.00 NS      | 1.31 NS      | 6.1                |
| a                     | 12.19                 |                  |               |              |              | 0            | 1 NS         | 5.2                |
| b                     | 10.99                 |                  |               |              |              |              | 0            |                    |

Tabla 5: Comportamiento de cada media de los tratamientos



Figura 4 Medias en la fluctuación de la temperatura en el almacenamiento

## Discusión

Los resultados obtenidos confirman que el corte en bastón, bajo las condiciones evaluadas, no constituye un factor determinante en la vida útil de la zanahoria, lo cual coincide con estudios previos que señalan que el deterioro en productos de IV gama está más asociado a las condiciones postcosecha que a la forma de corte en sí (Ruiz Cardoza, 2009; Bastidas Cadpata, 2015).

El empaque al vacío mostró limitaciones en la conservación prolongada del producto, debido a la pérdida temprana del vacío, fenómeno que ha sido atribuido al tipo de material de empaque y a la eficiencia del sellado (Besser Vacuum America, 2024). Esta situación fue también reportada por el comprador y el proveedor de la empacadora, lo que refuerza la validez de los resultados obtenidos en el estudio.

El efecto positivo del escaldado y del centrifugado sobre la textura, firmeza y calidad visual concuerda con los principios teóricos del manejo postcosecha, donde la reducción de la actividad enzimática y el control de la humedad son fundamentales para la estabilidad del producto (Creative Commons, 2019; Revenga, 2024). No obstante, las fluctuaciones de temperatura y la coexistencia con otros productos en el cuarto frío pudieron haber acelerado el deterioro, limitando la generalización de los resultados, tal como se ha señalado en estudios previos en contextos similares (González Castillo et al., 2024).

## Conclusiones

A partir del diseño experimental aplicado, se concluye que todos los tratamientos evaluados, excepto el corte en bastón, tuvieron efecto en la vida útil de la zanahoria durante el almacenamiento. El empaque al vacío perdió efectividad a partir del tercer día, mientras que el escaldado y el centrifugado incidieron positivamente en la textura, firmeza y calidad visual del producto. Las condiciones de almacenamiento, particularmente la temperatura y la coexistencia con otros productos, influyeron de manera significativa en la estabilidad y conservación de la zanahoria. Estos resultados aportan evidencia técnica relevante para la optimización de prácticas postcosecha en cooperativas agroindustriales locales.

## Referencias

- Bastidas Cadpata, M. (2015). *Estudio del efecto de la aplicación de sanitizantes en la calidad de zanahoria (*Daucus carota L.*) de IV gama*.
- Besser Vacuum America. (2024). *Diferencias entre los tipos de bolsas para empacado al vacío*.
- Bravo, & García. (2016). *Conservación de lasca y puré de zanahoria*.
- Verdugo-Fuentes, A., Peñuelas-Rubio, O., Argentel-Martínez, L., Leyva-Ponce, J. A., & González-Aguilera, J. (2021). *Algunas consideraciones sobre el manejo poscosecha de la zanahoria / Some considerations on the postharvest management of carrot*. Acta Agrícola y Pecuaria, 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.30973/aap/2021.7.0071009>

González Castillo, Hernández Durón, & Vindel Reyes. (2024). *Manejo y procesos de transformación de zanahorias troceadas*

*de acuerdo a las Buenas Prácticas de Manufactura.* Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

López, M. A. M. R. (2014). *Agroindustria y sistemas de innovación en Nicaragua.* CINET-UNAN.

Lumbí, & Palma. (2023). *Evaluación económica de subproductos hortícolas para la Cooperativa de Servicios Múltiples Productores COOSMOPROJIN R.L.*

Revenga. (2024). *Productos de IV gama.*

Rikolto, & UCHON. (2021). *Cadena sostenible entre organizaciones cooperativas en la agroindustria hortícola.*

Ruiz Cardoza. (2009). *Efecto del tipo de empaque y tipo de atmósfera en las características físicas, sensoriales y microbiológicas de la zanahoria (*Daucus carota*).*