

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**

**“EVALUACIÓN DE LAS PRESIONES DE ENVASADO,  
TEMPERATURAS Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN  
LA CONSERVACIÓN DEL HONGO *Auricularia fuscosuccinea*”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Autores** : Egr. Jhonatan Angel Carhuapoma Castillo

Bach. María Yulisa Espilco Caro

**Asesores** : Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano

Dr. Polito Michael Huayama Sopla

**Línea de investigación:** LI\_IIA\_03 Ingeniería de Procesos Alimentarios

**JAÉN - PERÚ**

**2025**

# Jhonatan Angel Carhuapoma Castillo María Yulisa ...

## EVALUACIÓN DE LAS PRESIONES DE ENVASADO, TEMPERATURAS Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN LA CO...

 Quick Submit

 Quick Submit

 Universidad Nacional de Jaen

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3274438892

108 Páginas

Fecha de entrega

11 jun 2025, 9:04 p.m. GMT-5

30.839 Palabras

Fecha de descarga

11 jun 2025, 9:12 p.m. GMT-5

154.718 Caracteres

Nombre de archivo

YULISA\_CARHUAPOMA\_CASTILLO\_JONATHAN\_ANGEL\_INFORME\_DE\_TESIS.pdf

Tamaño de archivo

4.1 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN



Dr. Segundo Sánchez Tello  
Responsable (e) de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

## 3% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

### Fuentes principales

- 3%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

  
Dr. Segundo Sánchez Tello  
Responsable (e) de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 04 de Julio del año 2025, siendo las 11:00 horas, se reunieron de manera **presencial**, los integrantes del Jurado:

**Presidente:** Mg. Ralph Stein Rivera Botonares  
**Secretario:** Mg. Hans Himbler Minchán Velayarce  
**Vocal:** M.Cs. Eliana Milagros Cabrejos Barrios

para evaluar la Sustentación del:

- ( ) Informe de Plan de Trabajo de Investigación  
( X ) informe Final de Tesis  
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado “**EVALUACIÓN DE LAS PRESIONES DE ENVASADO, TEMPERATURAS Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN LA CONSERVACIÓN DEL HONGO *Auricularia fuscossuccinea***”

presentado por Egr. Jhonatan Angel Carhuapoma Castillo y Bach. María Yulisa Espilco Caro, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- ( X ) Aprobar                      ( ) Desaprobar                      ( X ) Unanimidad                      ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

- |                |            |          |
|----------------|------------|----------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | (      ) |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( 16 )   |
| c) Bueno       | 14, 15     | (      ) |
| d) Regular     | 13         | (      ) |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | (      ) |

Siendo las 12:00 horas, del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmado su participación con la suscripción de la presente.

  
Mg. Ralph Stein Rivera Botonares  
Presidente del Jurado Evaluador

  
Mag. Hans Himbler Minchán Velayarce  
Secretario del Jurado Evaluador

  
M. Cs. Eliana Milagros Cabrejos Barrios  
Vocal del Jurado Evaluador

## “Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

### ANEXO N°06:

#### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Yo, María Yulisa Espilco Caro, bachiller de la carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI 75864524.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“EVALUACIÓN DE LAS PRESIONES DE ENVASADO, TEMPERATURAS Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN LA CONSERVACIÓN DEL HONGO *Auricularia fuscosuccinea*”.  
Asesorado por el Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano y Dr. Polito Michael Huayama Sopla.

El mismo que presento bajo la modalidad de requisito para optar; el Título Profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 27, agosto y 2025.



---

María Yulisa Espilco Caro

## “Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

### ANEXO N°06:

#### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Yo, Jhonatan Angel Carhuapoma Castillo, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI 73109162.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“EVALUACIÓN DE LAS PRESIONES DE ENVASADO, TEMPERATURAS Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN LA CONSERVACIÓN DEL HONGO *Auricularia fuscosuccinea*”.  
Asesorado por el Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano y Dr. Polito Michael Huayama Sopla.

El mismo que presento bajo la modalidad de requisito para optar; el Título Profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 27, agosto y 2025.



Jhonatan Angel Carhuapoma Castillo

## ÍNDICE

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| <b>RESUMEN.....</b>                   | <b>9</b>  |
| <b>ABSTRACT.....</b>                  | <b>10</b> |
| <b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>          | <b>11</b> |
| <b>II. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b> | <b>13</b> |
| 2.1. Lugar de ejecución.....          | 13        |
| 2.2. Población y muestra.....         | 13        |
| 2.2.1. Población.....                 | 13        |
| 2.2.2. Muestra .....                  | 13        |
| 2.3. Variables de estudio.....        | 13        |
| 2.3.1. Variables independientes ..... | 13        |
| 2.3.2. Variables dependientes .....   | 14        |
| 2.4. Procedimiento metodológico ..... | 14        |
| 2.5. Análisis fisicoquímicos.....     | 16        |
| 2.5.1. Humedad (%).....               | 16        |
| 2.5.2. Ceniza (%) .....               | 17        |
| 2.5.3. Proteína (%).....              | 17        |
| 2.5.4. Fibra (%).....                 | 18        |
| 2.5.5. pH.....                        | 18        |
| 2.5.6. Color .....                    | 19        |
| 2.5.7. Dureza (N) .....               | 19        |
| 2.6. Recuento microbiológico .....    | 19        |
| 2.6.1. Aerobios mesófilos .....       | 19        |
| 2.6.2. Escherichia coli.....          | 20        |
| 2.6.3. Salmonella sp. ....            | 20        |
| 2.7. Cinética de deterioro .....      | 21        |
| 2.7.1. Reacción de orden cero.....    | 22        |
| 2.7.2. Reacción de orden uno.....     | 22        |
| 2.7.3. Reacción de orden dos .....    | 23        |
| 2.8. Evaluación sensorial .....       | 23        |
| 2.9. Diseño de la investigación ..... | 24        |
| 2.10. Análisis estadístico .....      | 25        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>III. RESULTADOS .....</b>                  | <b>26</b> |
| 3.1. Evaluación fisicoquímica .....           | 26        |
| 3.2. Análisis microbiológicos .....           | 34        |
| 3.3. Cinética de deterioro .....              | 35        |
| 3.4. Evaluación sensorial .....               | 39        |
| <b>IV. DISCUSIÓN .....</b>                    | <b>42</b> |
| <b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b> | <b>56</b> |
| <b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>    | <b>59</b> |
| <b>AGRADECIMIENTO .....</b>                   | <b>76</b> |
| <b>DEDICATORIA.....</b>                       | <b>77</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                            | <b>78</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 Promedios de las características fisicoquímicas de <i>A. fuscosuccinea</i> en estado fresco .....   | 26 |
| Tabla 2 Promedio de la Humedad, Ceniza, Proteína y Fibra de <i>A. fuscosuccinea</i> en conservación .....   | 27 |
| Tabla 3 Promedios de los parámetros pH, Color y Dureza de <i>A. fuscosuccinea</i> .....   | 28 |
| Tabla 4 Constante de velocidad de reacción (K) y coeficientes de determinación (R <sup>2</sup> ) del ajuste cinético del porcentaje de humedad de <i>A. fuscosuccinea</i> ..... | 36 |
| Tabla 5 Constante de velocidad de reacción (K) y coeficientes de determinación (R <sup>2</sup> ) del ajuste cinético del porcentaje de L* de <i>A. fuscosuccinea</i> .....      | 37 |
| Tabla 6 Constante de velocidad de reacción (K) y coeficientes de determinación (R <sup>2</sup> ) del ajuste cinético de a* de <i>A. fuscosuccinea</i> .....                     | 38 |
| Tabla 7 Constante de velocidad de reacción (K) y los coeficientes de determinación (R <sup>2</sup> ) del ajuste cinético de b* de <i>A. fuscosuccinea</i> .....                 | 39 |
| Tabla 8 Análisis de Mann-Whitney del perfil sensorial de hongos <i>A. fuscosuccinea</i> fritos en estado fresco y conservados .....   | 41 |
| Tabla 9 Test de Tukey para diferencias de humedad entre temperaturas de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ ) .....  | 89 |
| Tabla 10 Test de Tukey para diferencias de humedad entre los días de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ ) .....   | 90 |
| Tabla 11 Test de Tukey para diferencias de ceniza entre los días de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ ) .....  | 90 |
| Tabla 12 Test de Tukey para diferencias de proteína entre presión de envasado, temperatura y tiempo de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ ) .....                                 | 91 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 13 Test de Tukey para diferencias de proteína entre las temperaturas de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ ) .....                       | 93 |
| Tabla 14 Test de Tukey para diferencias de proteína entre los días de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ ) .....                               | 93 |
| Tabla 15 Test de Tukey para diferencias de fibra entre los días de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ ) .....                                  | 93 |
| Tabla 16 Test de Tukey para diferencias de pH entre presión de envasado, temperatura y tiempo ( $\alpha = 0.05$ ) .....                      | 94 |
| Tabla 17 Test de Tukey para diferencias de pH entre temperatura y tiempo ( $\alpha = 0.05$ ) .....   | 96 |
| Tabla 18 Test de Tukey para diferencias de pH entre las temperaturas de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ ) .....                             | 96 |
| Tabla 19 Test de Tukey para diferencias de pH entre los días de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ ) .....                                     | 96 |
| Tabla 20 Test de Tukey para diferencias de $a^*$ entre presión de envasado, temperatura y tiempo de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ ) ..... | 97 |
| Tabla 21 Test de Tukey para diferencias de $a^*$ entre los días de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ ) .....                                  | 98 |
| Tabla 22 Test de Tukey para diferencias de $b^*$ entre los días de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ ) .....                                  | 98 |
| Tabla 23 Test de Tukey para diferencias de dureza entre la temperatura de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ ) .....                           | 99 |
| Tabla 24 Test de Tukey para diferencias de $b^*$ entre los días de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ ) .....                                  | 99 |
| Tabla 25 Análisis microbiológico según condiciones de almacenamiento y normativa vigente .....   | 99 |
| Tabla 26 Puntuaciones obtenidas en el análisis sensorial del hongo <i>A. fuscosuccinea</i> fritos .....                                      | 99 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| Figura 1  | Flujograma del procesamiento del hongo <i>A. fuscosuccinea</i> mínimamente procesado .....                     | 15  |
| Figura 2  | Diseño experimental de <i>A. fuscosuccinea</i> .....   | 25  |
| Figura 3  | Gráfico de telaraña del perfil sensorial de <i>A. fuscosuccinea</i> fritos en estado fresco y conservado ..... | 40  |
| Figura 4  | Evolución del pH bajo diferentes condiciones de almacenamiento .....   | 81  |
| Figura 5  | Evolución de la humedad bajo diferentes condiciones de almacenamiento.....                                     | 82  |
| Figura 6  | Evolución de la ceniza bajo diferentes condiciones de almacenamiento .....                                     | 83  |
| Figura 7  | Evolución de la proteína bajo diferentes condiciones de almacenamiento .....                                   | 84  |
| Figura 8  | Evolución de la fibra bajo diferentes condiciones de almacenamiento.....                                       | 85  |
| Figura 9  | Evolución de la L* bajo diferentes condiciones de almacenamiento.....  | 86  |
| Figura 10 | Evolución de a* bajo diferentes condiciones de almacenamiento .....  | 87  |
| Figura 11 | Evolución de b* bajo diferentes condiciones de almacenamiento .....  | 88  |
| Figura 12 | Evolución de la dureza bajo diferentes condiciones de almacenamiento.....                                      | 88  |
| Figura 13 | Recolección .....  | 103 |
| Figura 14 | Selección.....   | 103 |
| Figura 15 | Lavado y desinfección.....   | 103 |
| Figura 16 | Escaldado.....   | 103 |
| Figura 17 | Oreado .....   | 104 |
| Figura 18 | Pesado.....  | 104 |
| Figura 19 | Envasado al vacío .....  | 104 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 20 Envasado sin vacío .....                    | 104 |
| Figura 21 Almacenamiento a 12°C .....                 | 105 |
| Figura 22 Determinación de humedad .....              | 105 |
| Figura 23 Determinación de ceniza .....               | 105 |
| Figura 24 Digestión y destilación de proteína .....   | 105 |
| Figura 25 Titulación de proteína.....                 | 106 |
| Figura 26 Determinación de fibra .....                | 106 |
| Figura 27 Determinación de pH.....                    | 106 |
| Figura 28 Determinación de color .....                | 106 |
| Figura 29 Determinación de dureza.....                | 107 |
| Figura 30 Determinación de aerobios mesófilos .....   | 107 |
| Figura 31 Determinación de <i>E. coli</i> .....       | 107 |
| Figura 32 Determinación de <i>salmonella</i> sp. .... | 107 |
| Figura 33 Hongos friéndose.....                       | 108 |
| Figura 34 Evaluación sensorial - panelistas.....      | 108 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |     |
|--|-----|
| Anexo 1 Identificación taxonómica de hongos.....   | 78  |
| Anexo 2 Ficha de consentimiento informado y ficha de evaluación sensorial.....   | 79  |
| Anexo 3 Análisis de datos de características fisicoquímicas durante el almacenamiento.....   | 81  |
| Anexo 4 Análisis microbiológicos.....  | 99  |
| Anexo 5 Resultados de la evaluación sensorial de <i>A. fuscosuccinea</i> .....   | 99  |
| Anexo 5 Galería fotográfica de la recolección, envasado, análisis fisicoquímico,<br>microbiológicos y evaluación sensorial de hongos <i>A. fuscosuccinea</i> ..... | 103 |

## RESUMEN

Los hongos comestibles *Auricularia fuscusuccinea*, debido a su alto contenido de humedad, son vulnerables al deterioro poscosecha si no se almacenan en condiciones adecuadas. Por lo tanto, el objetivo general de este trabajo fue determinar la presión de envasado, la temperatura de almacenamiento y tiempo más adecuadas para su conservación. Para ello, los hongos se almacenaron sin y con vacío (0.095 MPa) a 4, 8 y 12 °C durante 18 días, y se evaluaron sus características (humedad, ceniza, proteína, fibra, pH, color (L\*, a\* y b\*) y dureza) cada 6 días. No se observaron diferencias significativas entre presiones de envasado. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas entre temperaturas en humedad, pH, proteína y dureza. Mientras que el tiempo de almacenamiento afectó significativamente a todas las variables fisicoquímicas, con excepción de L\*. La cinética de deterioro de los parámetros de humedad y color se ajustó en mayor medida al modelo de orden cero, observándose un aumento en la tasa de deterioro a mayores temperaturas. En conclusión, el envasado al vacío a 4 °C fue la condición más adecuada para conservar el hongo durante 18 días, en esta condición el hongo mantuvo sus características fisicoquímicas, cumplió con los requisitos microbiológicos establecidos y fue sensorialmente aceptable (valores entre 6 y 7 en la escala hedónica de 9 puntos) en comparación con la muestra fresca.

**Palabras clave:** Hongos comestibles, conservación por refrigeración, características fisicoquímicas, atributos sensoriales, cinética de deterioro.

## ABSTRACT

The edible mushrooms *Auricularia fuscusuccinea*, due to their high moisture content, are vulnerable to postharvest deterioration if not stored under adequate conditions. Therefore, the overall objective of this study was to determine the most appropriate packaging pressure, storage temperature, and time for their preservation. To this end, the mushrooms were stored without and with vacuum (0.095 MPa) at 4, 8, and 12 °C for 18 days, and their characteristics (moisture, ash, protein, fiber, pH, color (L\*, a\*, and b\*), and hardness) were evaluated every 6 days. No significant differences were observed between packaging pressures. However, significant differences were found between temperatures for moisture, pH, protein, and hardness. Storage time significantly affected all physicochemical variables, with the exception of L\*. The deterioration kinetics of the moisture and color parameters best fit the zero-order model, with an increase in the deterioration rate being observed at higher temperatures. In conclusion, vacuum packaging at 4 °C was the most suitable condition for preserving the mushroom for 18 days. Under this condition, the mushroom maintained its physicochemical characteristics, met the established microbiological requirements, and was sensorially acceptable (values between 6 and 7 on the 9-point hedonic scale) compared to the fresh sample.

**Keyword:** Edible mushrooms, preservation by refrigeration, physicochemical characteristics, sensory attributes, deterioration kinetics.

## I. INTRODUCCIÓN

En las zonas tropicales del Perú abunda el hongo comestible *Auricularia fuscusuccinea* (Arteaga et al., 2018; Mendieta y Medina, 2006; Romero, 2015) conocido por su alto contenido nutricional, compuestos bioactivos, antioxidantes y bajo en calorías (Bandara et al., 2019; Kadnikova et al., 2015; Li et al., 2018; Oli et al., 2020). Este hongo crece silvestremente en troncos caídos de árboles de hoja ancha durante los meses de invierno (Wu et al., 2021), período en el que se producen grandes cantidades, que se pierden en su mayoría debido a que no se comercializan por su naturaleza altamente perecedera, limitándose su aprovechamiento principalmente a las comunidades rurales. Su corta vida útil se debe a su elevada humedad (88 a 90 %) (Cardenas, 2017; Oli et al., 2020; Srikrum y Supapvanich, 2016), la ausencia de una cutícula protectora y su alta frecuencia respiratoria al poseer una estructura epidérmica muy porosa en comparación de otros vegetales (Lendzian y Beck, 2021) lo hacen propenso a la deshidratación, deterioro microbiano, daños mecánicos y pardeamiento enzimático, factores que contribuyen a la rápida degradación de su calidad poscosecha (Subramaniam et al., 2021).

La comercialización e industrialización de hongos comestibles es una actividad económica con perspectivas de crecimiento muy importantes debido a la demanda de productos con alto valor nutritivo (Nisha, 2025). Por ello actualmente se busca encontrar, desarrollar y validar tecnologías de envasado y conservación para prolongar su vida útil. El envasado al vacío y la refrigeración se presentan como la opción más económica y sencilla para lograr dicho fin, ya que permite conservar sus propiedades fisicoquímicas y nutricionales (Campo y Gélvez, 2011; Silva et al., 2025), así como inhibir el crecimiento de microorganismos, ralentizar el metabolismo celular y las reacciones químicas que provocan el deterioro de los hongos comestibles (R. Li et al., 2021).

El envasado al vacío ha demostrado ser eficaz para retardar la pérdida de color, reducir la pérdida de peso y disminuir la tasa de respiración en comparación con el envasado sin vacío en hongos Enoki (*Flammulina velutipes*) almacenados a 1 °C (Shin et al., 2009). Asimismo, esta técnica mantiene la estabilidad del color y la textura en Enoki almacenados a 1 °C. (Choi et al., 2022). De igual forma, se ha comprobado que el envasado sin vacío a 4 °C conserva las propiedades fisicoquímicas del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) (pH, acidez, °Brix, humedad, color y textura) (Cortés et al., 2011) y de "niscalos" (*Lactarius deliciosus*) al no alterar

significativamente sus atributos químicos, físicos y sensoriales en comparación con atmósferas modificadas (Andrés et al., 2014).

Respecto a la influencia de la temperatura de almacenamiento, se ha reportado que la conservación a 4 °C mantiene de manera más efectiva las propiedades fisicoquímicas y nutricionales de *Pleurotus tuoliensis* en comparación con la temperatura de 25 °C (R. Li et al., 2021). Asimismo, Silva et al. (2025) reportaron que el almacenamiento de Melena de león (*Hericiium erinaceus*) a 5 °C minimiza en mayor medida la pérdida de peso, el pardeamiento, la contaminación microbiana y la disminución de la firmeza que a 13 °C y 21 °C. De igual manera, Kibar (2021) ha señalado que mantener el hongo ostra a 4 °C conserva sus características fisicoquímicas y su contenido fenólico de manera más eficiente que a 10 °C.

Ante las pocas investigaciones de conservación del hongo *A. fuscusuccinea* por los métodos de envasado y refrigeración, en el presente trabajo se formuló el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es el efecto de la presión de envasado, temperatura y tiempo de almacenamiento en la conservación del hongo *Auricularia fuscusuccinea*? El objetivo principal fue determinar la presión de envasado, temperatura y tiempo de almacenamiento más adecuada para conservar el hongo *Auricularia fuscusuccinea*; los objetivos específicos fueron realizar la caracterización fisicoquímica de muestras de hongos *Auricularia fuscusuccinea* en fresco, evaluar el efecto de la presión de envasado (con vacío y sin vacío), temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas de hongo *Auricularia fuscusuccinea*, evaluar la cinética de deterioro del hongo *Auricularia fuscusuccinea* basado en la humedad y color, determinar la presión de envasado y temperatura de almacenamiento más adecuada para conservar el hongo *Auricularia fuscusuccinea* durante 18 días y evaluar la aceptabilidad sensorial del hongo fresco y del hongo con la mejor condición de conservación.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Lugar de ejecución

El proyecto fue ejecutado en los Laboratorios de Tecnología Agroindustrial, Bioquímica, Microbiología e Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de Ciencias Agrarias (FICA) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), donde se realizaron los análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Asimismo, el análisis sensorial se realizó en los Laboratorios de Tecnología e Ingeniería de Alimentos en la Universidad Nacional de Jaén.

### 2.2. Población y muestra

#### 2.2.1. Población

Conformada por 10 kg de hongos *A. fuscosuccinea* recolectados del caserío La Palma, ubicado en el distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, en las coordenadas 5° 15.80' S, 78° 57.34' W, a una altitud de 1875 m.s.n.m. La zona presenta temperaturas entre 18 y 22 °C, precipitaciones pluviales de 3.33 a 4.44 mm/día y una humedad ambiental de 80 % a 85 % durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2024).

#### 2.2.2. Muestra

Se utilizaron 8 kg de hongos *A. fuscosuccinea*, con una coloración pardo-rojiza a marrón-violeta y un diámetro de 4 a 8 cm, obtenidos de troncos de café (*Coffea arabica*). Estos presentaban características físicas y morfológicas similares a las identificadas taxonómicamente (Anexo 1).

### 2.3. Variables de estudio

#### 2.3.1. Variables independientes

Presión de envasado (con vacío a 0.095 MPa y sin vacío), temperatura de almacenamiento (4, 8 y 12°C) y tiempo (0, 6, 12 y 18 días).

### 2.3.2. *Variables dependientes*

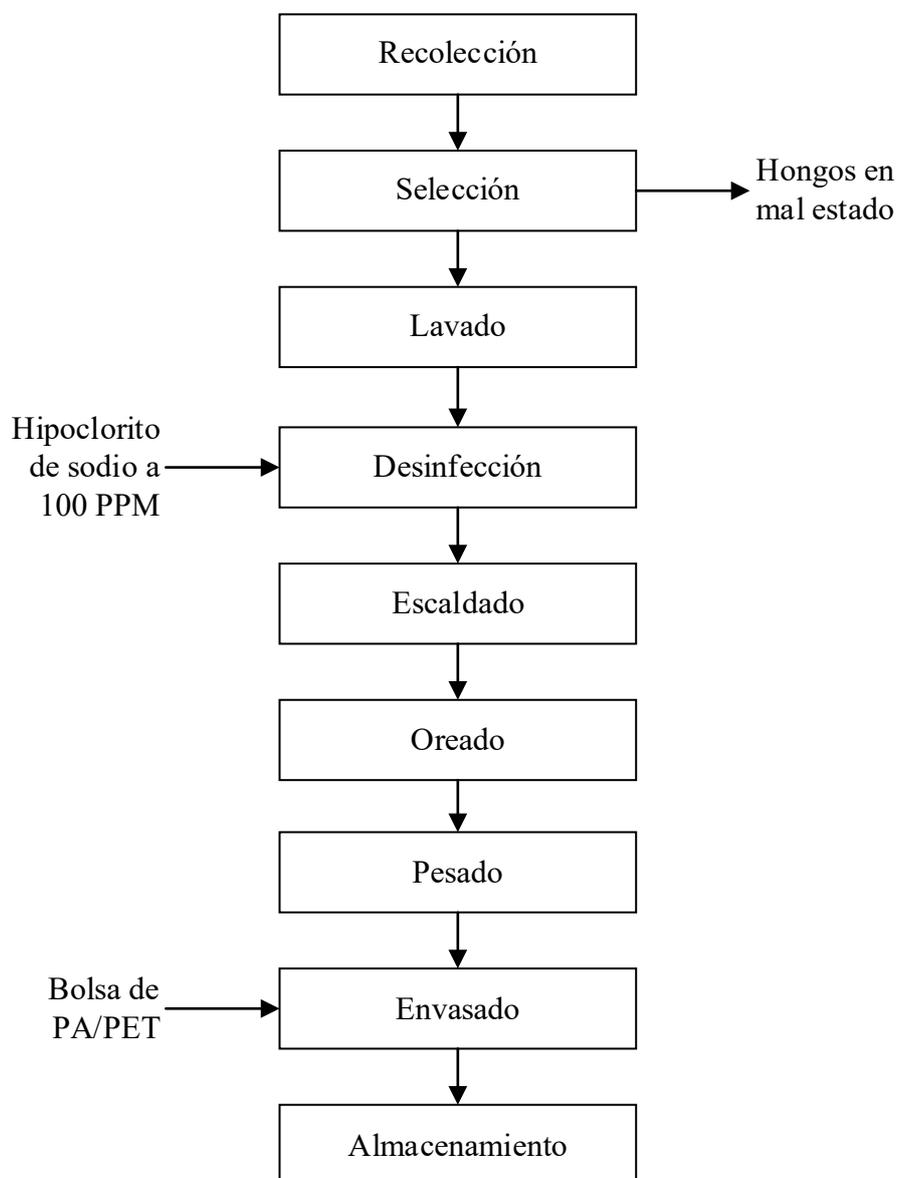
Humedad, ceniza, proteína, fibra, pH, color (coordenadas L\*, a\* y b\*) y dureza.

### 2.4. **Procedimiento metodológico**

Para conservar los hongos, se realizó una previa selección y limpieza, seguido de un proceso térmico que contribuye a la inactivación enzimática y a la conservación de las características del producto. Estas operaciones no generaron modificaciones significativas en la estructura ni en la composición del producto. Al no incorporar aditivos ni sustancias externas, los hongos se clasificaron como alimentos mínimamente procesados (FAO/OMS, 2023). La Figura 1 muestra el diagrama de flujo de conservación del hongo *A. fuscosuccinea*.

**Figura 1**

*Flujograma del procesamiento del hongo *A. fuscosuccinea* mínimamente procesado*



### Descripción de operaciones

1. **Recolección:** se recolectó hongos en completo desarrollo de los troncos de café, se consideraron aquellos que no tenían características indeseables como textura muy flácida o dura, color pálido y olor desagradable. Estos se transportaron en cooler con hielo en cubos hasta la UNTRM.
2. **Selección:** fueron considerados los hongos en buenas condiciones y se descartaron aquellos que hayan sufrido algún daño durante el transporte como grietas, magulladuras, entre otros.

3. **Lavado:** los hongos se sumergieron en un recipiente con agua potable para eliminar las impurezas visibles y cualquier residuo de tierra o materia extraña.
4. **Desinfección:** se desinfecto los hongos en una solución de hipoclorito de sodio con una concentración de 100 ppm durante 3 minutos.
5. **Escaldado:** Los hongos fueron sumergidos en agua a ebullición (94 °C) durante 1 min y luego transferidos a agua fría (10 °C) durante 3 min (Izham et al., 2022). Este procedimiento tuvo la finalidad de inactivar las enzimas responsables de las alteraciones de color y el olor del producto, tales como la peroxidasa (POX) y la polifenol oxidasa (PPO) (Maikon da Rocha et al., 2024; Vullioud et al., 2011).
6. **Oreado:** los hongos escaldados se dejaron orear por 3 minutos en papel absorbente a temperatura ambiente (20 °C).
7. **Pesado:** se realizó en una balanza analítica (PIONEER OHAUS - PX224/E, México), se pesaron 100 g de hongos.
8. **Envasado:** las muestras de hongos fueron envasados en bolsas de poliamida (PA)/polietileno (PET) con y sin vacío con tiempo de sellado de 3 segundos. Para las muestras envasadas al vacío, se consideró un tiempo de evacuación de vacío de 25 segundos, una presión de 0.095 MPa y el tiempo de flas fue de 3 segundos (empacadora al vacío Kretor - EV4DG).
9. **Almacenamiento:** los hongos se almacenaron bajo refrigeración a 4, 8 y 12 °C durante 18 días en un refrigerador (Bosch KAN58A40J – N° 6, España).

## 2.5. Análisis fisicoquímicos

### 2.5.1. Humedad (%)

Se midió según el método 934.06 de la AOAC (2023). Se calculo a partir de la pérdida de peso de 5 g de muestra sometida a secado en una estufa (ECOCELL 22 - ECO line, República Checa) a 105 °C durante 4 horas. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%Humedad = \frac{M - m}{M} 100 \quad (1)$$

Donde:

- m: masa de la muestra seca
- M: masa inicial de la muestra

### 2.5.2. Ceniza (%)

De acuerdo con el método 940.26 de la AOAC (2023). Se calcinaron 5 g de muestra a 650 °C en una mufla (Thermconcept - KLE 03/11, Alemania) durante 2.5 h. Se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%Cenizas = \frac{m}{M} 100 \quad (2)$$

Donde:

- M: masa inicial de la muestra
- m: masa residual

### 2.5.3. Proteína (%)

Se evaluó mediante el método 920.87 de la AOAC (2023), que consiste en colocar 2 g de muestra, una tableta de Kjeldahl y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado en un tubo de digestión. Esta mezcla se digirió en el módulo digestor (Tecnal – TE-008/50-04, Brasil) a 410 ± 2 °C durante 2.5 h.

Posteriormente, se añadieron 50 ml de agua destilada a las muestras y se colocaron en el destilador (Tecnal – TE-0364, Brasil). Asimismo, se agregó 50 ml de hidróxido de sodio al 50 % al equipo y se destiló hasta obtener 100 ml de solución, la cual se recogió en un matraz de Erlenmeyer con 50 ml de ácido bórico al 4 % y 10 gotas de indicador rojo de metilo/verde de bromocresol. Luego se tituló mediante volumetría ácido-base utilizando una solución de ácido clorhídrico 0.25 N (García y Fernández, 2012; Kibar, 2021). Finalmente, se cuantificó el nitrógeno obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$\%N_2 = \frac{V \times N \times Factor N_2}{Peso Muestra} \quad (3)$$

Donde:

- V: gasto de ácido sulfúrico en la titulación
- N: normalidad del ácido sulfúrico
- Factor: 0.014

Mediante un factor de conversión se hallará el contenido de proteínas, tal como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\%Proteína = \%N_2 \times 6.25 \quad (4)$$

#### 2.5.4. *Fibra (%)*

Se analizaron 2 g de muestra siguiendo el método 962.09 de la AOAC (2023). La muestra se colocó en una bolsa para análisis de fibra previamente pesada, se selló y se introdujo en un analizador de fibra (Tecnal TE-008/50-GE, Brasil) con 2 L de ácido sulfúrico al 1.25 % manteniendo en ebullición por 30 min. Posteriormente, se retiró la solución y la muestra se lavó cuatro veces con 2 L de agua destilada, con lavados de 5 min cada uno a temperatura de ebullición. A continuación, se añadieron 2 L de hidróxido de sodio al 1.25 %, 5 gotas de antiespumante y se dejó hervir por 30 min. Pasado este tiempo, se lavó cuatro veces con agua destilada y se secaron las muestras con papel absorbente.

Se realizaron cuatro lavados con alcohol de 96° durante 3 min. Luego, las muestras se colocaron en crisoles para deshidratarlas en una estufa a 105 °C durante 4 h, y se registró su peso. Finalmente, se sometieron a calcinación en mufla a 550 °C durante 1 h, registrando el peso obtenido (Iturbe y Sandoval, 2011). Se usó la siguiente ecuación:

$$\%Fibra = \frac{A - B}{C} 100 \quad (5)$$

Donde:

- A: Masa de la bolsa vacía (g)
- B: Masa de la muestra (g)
- C: Masa del conjunto crisol-extracto (g)
- D: Masa del conjunto crisol-cenizas (g)

#### 2.5.5. *pH*

5 g de muestra fue triturada en un mortero, luego se añadió 45 ml de agua destilada (1:9 p/v) y se filtró con papel filtro, al jugo obtenido se le evaluó el pH en un pHmetro (Metrohm – 827 pH lab, Suiza) (Venturini et al., 2008).

### 2.5.6. *Color*

Se empleó un colorímetro (KONICA MINOLTA - CR-400, Japón), configurado en el espacio de color CIELab. Antes de la medición, el equipo fue calibrado utilizando una superficie blanca de referencia. Las muestras fueron colocadas en un recipiente de fondo blanco y el color se determinó sobre la superficie del carpóforo del hongo (cara lisa) (Ruiz et al., 2010). Se realizaron tres lecturas por muestra en diferentes puntos de la superficie del hongo, registrando los valores de luminosidad ( $L^*$ ), cromaticidad rojo-verde ( $a^*$ ) y cromaticidad amarillo-azul ( $b^*$ ) (Fernandes et al., 2020; Kibar, 2021; Martínez-Flores et al., 2008).

$L^*$  (luminosidad):  $L^* = 0$  (negro) y  $L^* = 100$  (blanco)

$a^*$  (cromaticidad verde-roja):  $-a^* = -128$  (verde) y  $+a^* = 127$  (rojo)

$b^*$  (cromaticidad azul-amarillo):  $-b^* = -128$  (azul) y  $+b^* = 128$  (amarillo)

### 2.5.7. *Dureza (N)*

Se realizó el análisis de dureza con un analizador de textura (Brookfield CT3, Estados Unidos) mediante ensayos de penetración con una sonda cilíndrica tipo punción de 2 mm de diámetro, a una velocidad de pretest de 2 mm/s y 4.5 mm/s de posttest, determinando la fuerza máxima (Jiang et al., 2010).

## 2.6. **Recuento microbiológico**

Los análisis microbiológicos se realizaron en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Se evaluó el día 18 al tratamiento que mantiene mejor sus características fisicoquímicas. La elección de los microorganismos para su recuento se realizó de acuerdo con la NTS N° 071-MINSA/DIGESA V.0.1 correspondientes al grupo de frutas y hortalizas frescas semiprocesadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o procesadas) refrigeradas y/o congeladas (Dirección general de salud ambiental, 2008).

### 2.6.1. *Aerobios mesófilos*

Se evaluó según el método de 990.12 de la AOAC (2023), consiste en homogenizar 10 g de la muestra triturada con 90 ml de agua peptonada. De esta mezcla se pipeteó 1 ml para hacer diluciones de  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$ . De cada dilución, se transfirió 1 ml a las placas estériles, sobre las cuales se vertió agar PCA (Agar de Reencuentro de Placas) fundido y templado a 44

a 46 °C. Una vez solidificado el agar, se voltearon las placas y se incubaron a 35 °C durante 24 a 48 horas.

Después del periodo de incubación, se procedió al conteo de todas las colonias en cada placa utilizando un contador de colonias. Los resultados se expresaron en unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo de muestra.

### **2.6.2. *Escherichia coli***

Se realizó según el método 991.14 de la AOAC (2023), se tomó 10 g de muestra y se agregó 90 ml caldo nutritivo, se homogeneizó la muestra y se dejó reposar por 60 minutos a temperatura ambiente. Se vertió un mililitro en el centro de la placa petrifilm (Compact Dry EC). La placa se incubó invertida por  $24 \pm 2$  horas a 35 °C. Pasado este tiempo, se leyeron los resultados colocando la placa sobre un fondo blanco; considerando como positiva aquellas colonias con coloración azul/púrpura.

### **2.6.3. *Salmonella sp.***

Se realizó siguiendo el método 967.25 de la AOAC (2023), 10 gramos de muestra se transfirieron a 90 ml de caldo nutritivo y se dejó reposar durante 60 minutos a temperatura ambiente. Transcurrido el tiempo, se tomó 1 ml de la mezcla y se transfirió a 10 ml de caldo base de selenito. En paralelo, se transfirió 1 ml de la mezcla a 10 ml de caldo de tetrionato (caldo TT). Ambas muestras se incubaron a 35 °C durante un periodo de 18 a 24 horas.

Después de la incubación, se procedió a estriar las muestras en agar salmonella-shigella (agar SS). Las placas se incubaron a una temperatura de 35°C durante 24 horas. Al término de la incubación, se examinaron las colonias presentes en el medio selectivo y se seleccionaron al menos dos colonias de aspecto típico de *Salmonella sp.* (colonias translúcidas, ocasionalmente opacas, con posible centro negro; las colonias fermentadoras de lactosa son de color rojo) de cada placa de agar selectivo para la siembra en pruebas bioquímicas.

Cada colonia seleccionada se sembró en agar triple azúcar hierro (TSI) y otro con agar hierro lisina (LIA) mediante estría en la superficie inclinada y una punción en el fondo, y se incubó a 35°C durante  $24 \pm 2$  horas. Después de la incubación, se observaron los resultados de las pruebas bioquímicas que se detallan a continuación:

En el agar TSI, en el fondo del tubo se observa viraje del indicador debido a la fermentación de la glucosa; en la superficie del medio se observa un color rojo más intenso que el medio original debido a la no fermentación de la lactosa ni de la sacarosa. En la mayoría de los casos se observa coloración negra a lo largo de la punción debido a la producción de ácido sulfhídrico. Mientras en el agar LIA, se observa intensificación del color púrpura en todo el tubo por la descarboxilación de la lisina. Se consideró negativos aquellos cultivos que produjeron color amarillo en el fondo del agar. La mayoría de las cepas de *Salmonella* producen ácido sulfhídrico en este medio con ennegrecimiento a lo largo de la punción.

## 2.7. Cinética de deterioro

La cinética de deterioro se realizó en función de los atributos de calidad (Q): humedad y color, los cuales fueron evaluados a las temperaturas de 4, 8 y 12 °C a los 0, 6, 12 y 18 días de almacenamiento, con tres repeticiones cada uno. Los atributos de calidad fueron considerados por su sensibilidad ante las condiciones de almacenamiento y su impacto directo en los atributos o propiedades del producto (Bell, 2020; Fiana y Murtius, 2022).

Se consideraron aceptables los tratamientos cuyos modelos cinéticos presentaron un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) superior a 0.7, ya que, según Gutiérrez y De la Vara (2008, p. 196), un  $R^2$  igual o mayor a este valor asegura un ajuste adecuado para estimar con confiabilidad la energía de activación. Un valor cercano a 1 indica que el modelo explica casi toda la variabilidad observada en los datos experimentales, lo cual es fundamental al extrapolar parámetros cinéticos. Por el contrario, un  $R^2$  demasiado bajo sugiere que el modelo no representa adecuadamente el comportamiento del sistema, comprometiendo la validez de las predicciones.

La pérdida de un componente deseable durante el deterioro de los alimentos suele obedecer una cinética de orden determinado, la cual puede describirse mediante una ecuación de velocidad (González-González et al., 2016).

$$\pm \frac{dQ}{dt} = kQ^n \quad (6)$$

Donde:

- Q: valor del atributo en el tiempo t
- t: tiempo de almacenamiento
- k: constante de velocidad de reacción
- n: orden de la reacción (0, 1 o 2)
- $\pm$ : aumento o disminución del atributo Q en el tiempo

### 2.7.1. *Reacción de orden cero*

La reacción de orden 0 sucede cuando el atributo de calidad disminuye de manera constantemente con el tiempo durante el almacenamiento, por lo que la regresión es lineal e independiente de la concentración. Este comportamiento puede ocurrir en dos situaciones, ya sea porque la velocidad de reacción no depende de la concentración de los reactivos, o porque dichos reactivos están presentes en cantidades tan elevadas que no limitan la reacción, manteniéndose una velocidad constante (Villarreal y Cuevas-García, 2020). Reemplazando el subíndice  $n = 0$  en la ecuación (6) e integrando se obtiene:

$$Q = Q_0 - kt \quad (7)$$

Donde:

- $Q_0$ : valor inicial del porcentaje de humedad
- Q: valor del porcentaje de humedad después de transcurrir un tiempo
- k: constante de velocidad
- t: tiempo

### 2.7.2. *Reacción de orden uno*

Esta ocurre cuando el atributo de calidad disminuye exponencialmente durante el periodo de almacenamiento. La velocidad en que se pierde de este atributo depende de cuanto queda del mismo, por lo que la velocidad de reacción será menor a medida que pasa el tiempo y disminuye el atributo de calidad (González-González et al., 2016). Reemplazando el subíndice  $n = 1$  en la ecuación (6) e integrando se obtiene:

$$\ln\left(\frac{Q}{Q_0}\right) = -kt \quad (8)$$

Despejando Q, nos queda:

$$Q = Q_0 e^{-kt} \quad (9)$$

### 2.7.3. *Reacción de orden dos*

Sucede cuando la velocidad de pérdida del atributo depende de la concentración de uno de los reactivos al cuadrado o de dos de ellos. En el caso de un solo reactivo, la velocidad se incrementa con el cuadrado de su concentración, mientras que cuando hay dos reactivos, la velocidad es proporcional al producto de sus concentraciones. Es decir, si la concentración de un reactivo se duplica, la velocidad de reacción se cuadruplica en el caso de un solo reactivo (Ros et al., 2003). Remplazando el subíndice  $n = 2$  en la ecuación (6) e integrando se obtiene:

$$\frac{1}{Q} = \frac{1}{Q_0} + kt \quad (10)$$

## 2.8. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de *A. fuscusuccinea* se realizó en los laboratorios de Tecnología e Ingeniería de alimentos de la Universidad Nacional de Jaén. Participaron 120 panelistas no entrenados (Gacula y Rutenbeck, 2006; Mammasse y Schlich, 2014) de la comunidad universitaria, seleccionando individuos de ambos sexos con edades entre 18 y 60 años. Se excluyeron específicamente aquellos con enfermedades crónicas o condiciones médicas que pudieran afectar su percepción de la vista, el gusto y olfato (International Organization for Standardization [ISO], 2012).

El análisis comparativo evaluó dos muestras: hongos *A. fuscusuccinea* frescos y hongos almacenados durante 18 días a 4°C que mantuvieron mejor sus características fisicoquímicas. Las muestras fueron preparadas mediante fritura bajo condiciones idénticas (10 min a fuego medio en aceite de marca ‘Cheff’) y se codificaron con secuencias aleatorias de tres dígitos para evitar sesgos en la evaluación. Cada panelista recibió porciones de 5 g de cada muestra para su degustación.

Se utilizó una escala hedónica de 9 puntos para determinar el grado de aceptabilidad, donde: 1 = me disgusta muchísimo; 2 = me disgusta mucho; 3 = me disgusta bastante; 4 = me disgusta ligeramente; 5 = no me gusta, ni me disgusta; 6 = me gusta ligeramente; 7 = me gusta bastante; 8 = me gusta mucho; 9 = me gusta muchísimo (Peryam y Pilgrim, 1957). Los panelistas fueron informados sobre el propósito del análisis y se les proporcionó el consentimiento informado y la ficha de evaluación sensorial (Anexo N° 2) para calificar cinco atributos específicos: color, olor, sabor, textura y apariencia general.

Las muestras se presentaron en envases desechables individuales de 3 oz. Se proporcionó agua a cada panelista para eliminar residuos de sabor entre degustaciones, garantizando así la neutralidad en la percepción de cada muestra. La evaluación se realizó en cabinas individuales construidas con cartulina dúplex blanca, estableciendo una separación de 0.5 m entre participantes para prevenir influencias externas o comunicación entre ellos (ISO, 2017).

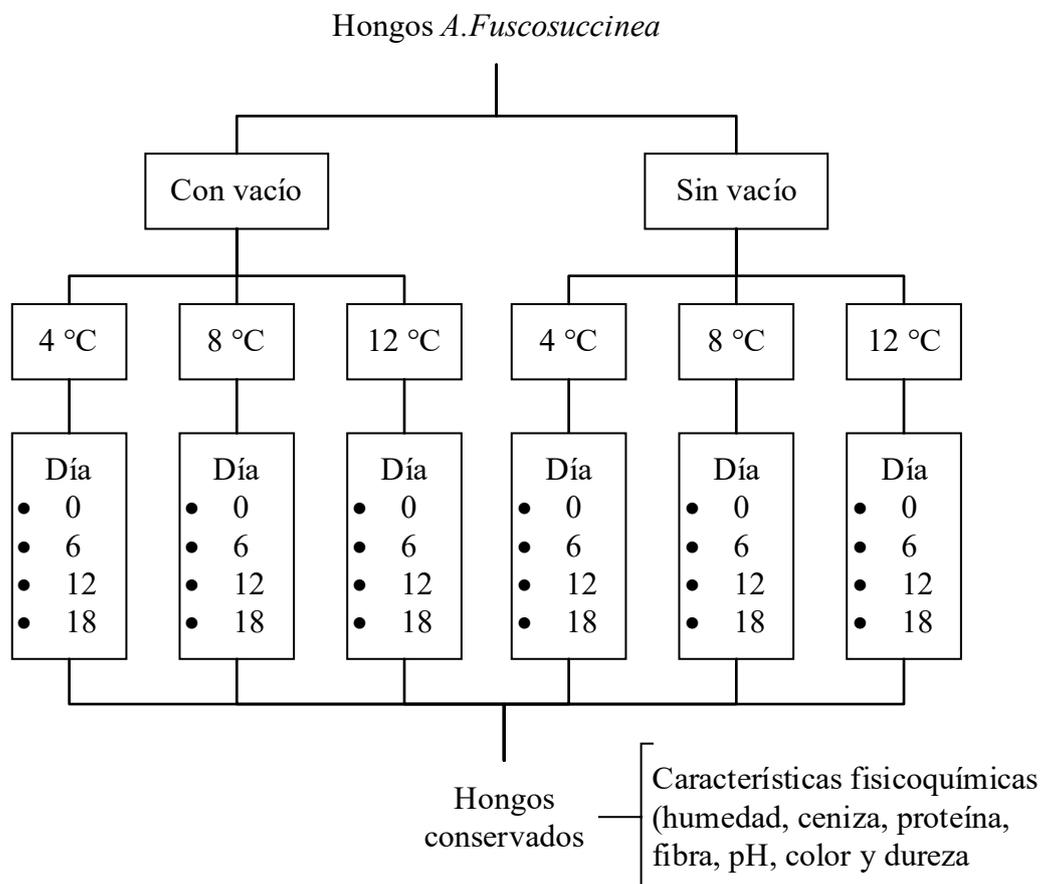
## **2.9. Diseño de la investigación**

La presente investigación es de tipo experimental ya que se manipularon las variables independientes, presión de envasado (A), temperatura (B) y tiempo de almacenamiento (C), para conocer la relación causa-efecto sobre las variables dependientes, características fisicoquímicas (humedad, ceniza, proteína, fibra, pH, color y dureza).

Esta investigación sigue un enfoque de diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial 2A x 3B x 4C, que da un total de 24 tratamientos con tres repeticiones por cada tratamiento, que resulta en 72 ensayos experimentales (Figura 2).

**Figura 2**

Diseño experimental de *A. fuscusuccinea*



### 2.10. Análisis estadístico

Los resultados de las características fisicoquímicas fueron sometidos a Análisis de la Varianza (ANOVA) con una significancia de 0.05 y para determinar la diferencia entre tratamientos se utilizó la prueba post-hoc de Tukey. Para los datos sensoriales se utilizaron las pruebas de Mann-Whitney con un nivel de confianza del 95 %. Se verificó el cumplimiento de los supuestos del análisis de varianza del ANOVA, incluyendo la normalidad de los residuos mediante la prueba de Shapiro-Wilks, y la homocedasticidad mediante la prueba de Levene, para ello se utilizó el software Statistica 10 versión demo.

La cinética de deterioro se evaluó a partir de los valores obtenidos de humedad y color del hongo *A. fuscusuccinea* durante el tiempo almacenamiento, calculando el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y la constante de velocidad de reacción (K) en Excel LTSC versión 2021.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Evaluación fisicoquímica

En la Tabla 1 se muestra los resultados obtenidos en la composición fisicoquímica de los hongos *A. fuscusuccinea* frescos.

**Tabla 1**

*Promedios de las características fisicoquímicas de A. fuscusuccinea en estado fresco*

| Parámetros fisicoquímicos |    | Valor        |
|---------------------------|----|--------------|
| Humedad (%)               |    | 90.01 ± 2.68 |
| Ceniza (%)                |    | 0.237 ± 0.05 |
| Proteína (%)              |    | 1.80 ± 0.27  |
| Fibra (%)                 |    | 0.703 ± 0.24 |
| pH                        |    | 6.50 ± 0.09  |
| Color                     | L* | 33.57 ± 5.48 |
|                           | a* | 14.69 ± 3.56 |
|                           | b* | 6.37 ± 3.55  |
| Dureza (N)                |    | 1.01 ± 0.35  |

Las Tablas 2 y 3 agrupan los valores promedio de las variables fisicoquímicas evaluadas en *A. fuscusuccinea* durante 18 días de almacenamiento en distintas condiciones de presión de envasado y temperatura.

**Tabla 2***Promedio de la Humedad, Ceniza, Proteína y Fibra de A. fuscusuccinea en conservación*

| P. env.           | T<br>(°C) | t<br>(días) | Humedad (%)  | Ceniza (%)   | Proteína (%)               | Fibra (%)                 |
|-------------------|-----------|-------------|--------------|--------------|----------------------------|---------------------------|
| CV (0.095<br>MPa) | 4         | 0           | 90.01 ± 2.68 | 0.237 ± 0.05 | 1.80 ± 0.27 <sup>a</sup>   | 0.703 ± 0.24              |
|                   |           | 6           | 90.15 ± 0.4  | 0.22 ± 0.01  | 1.79 ± 0.07 <sup>a</sup>   | 0.66 ± 0.16               |
|                   |           | 12          | 90.78 ± 3.84 | 0.19 ± 0.03  | 1.76 ± 0.05 <sup>ab</sup>  | 0.61 ± 0.11               |
|                   |           | 18          | 90.31 ± 1.9  | 0.18 ± 0.04  | 1.68 ± 0.11 <sup>abc</sup> | 0.59 ± 0.07               |
|                   | 8         | 0           | 90.01 ± 2.68 | 0.237 ± 0.05 | 1.80 ± 0.27 <sup>a</sup>   | 0.703 ± 0.24              |
|                   |           | 6           | 91.77 ± 2.89 | 0.18 ± 0.02  | 1.79 ± 0.17 <sup>ac</sup>  | 0.6 ± 0.22                |
|                   |           | 12          | 91.91 ± 0.73 | 0.2 ± 0.03   | 1.62 ± 0.1 <sup>bad</sup>  | 0.58 ± 0.19               |
|                   |           | 18          | 92.57 ± 0.76 | 0.15 ± 0.02  | 1.47 ± 0.08 <sup>ab</sup>  | 0.56 ± 0.14               |
|                   | 12        | 0           | 90.01 ± 2.68 | 0.237 ± 0.05 | 1.80 ± 0.27 <sup>ab</sup>  | 0.703 ± 0.24              |
|                   |           | 6           | 93.37 ± 1.35 | 0.19 ± 0.02  | 1.65 ± 0.11 <sup>a</sup>   | 0.68 ± 0.08               |
|                   |           | 12          | 93.78 ± 1.06 | 0.16 ± 0.02  | 1.36 ± 0.19 <sup>ab</sup>  | 0.55 ± 0.1                |
|                   |           | 18          | 93.68 ± 0.92 | 0.19 ± 0.04  | 1.17 ± 0.19 <sup>ab</sup>  | 0.47 ± 0.05               |
| SV                | 4         | 0           | 90.01 ± 2.68 | 0.237 ± 0.05 | 1.80 ± 0.27 <sup>a</sup>   | 0.703 ± 0.24              |
|                   |           | 6           | 90.04 ± 3.73 | 0.2 ± 0.03   | 1.66 ± 0.12 <sup>ab</sup>  | 0.73 ± 0.14               |
|                   |           | 12          | 93.04 ± 1.56 | 0.17 ± 0.02  | 1.52 ± 0.43 <sup>ab</sup>  | 0.62 ± 0.16               |
|                   |           | 18          | 92.67 ± 1.84 | 0.16 ± 0.02  | 1.49 ± 0.13 <sup>ab</sup>  | 0.61 ± 0.04               |
|                   | 8         | 0           | 90.01 ± 2.68 | 0.237 ± 0.05 | 1.80 ± 0.27 <sup>a</sup>   | 0.703 ± 0.24              |
|                   |           | 6           | 91.6 ± 1.22  | 0.2 ± 0.06   | 1.71 ± 0.13 <sup>ac</sup>  | 0.7 ± 0.12                |
|                   |           | 12          | 91.75 ± 2.81 | 0.2 ± 0.03   | 1.64 ± 0.14 <sup>ab</sup>  | 0.67 ± 0.04               |
|                   |           | 18          | 92.15 ± 3.25 | 0.18 ± 0.04  | 1.25 ± 0.06 <sup>ab</sup>  | 0.51 ± 0.15               |
|                   | 12        | 0           | 90.01 ± 2.68 | 0.237 ± 0.05 | 1.80 ± 0.27 <sup>a</sup>   | 0.703 ± 0.24              |
|                   |           | 6           | 92.96 ± 0.37 | 0.2 ± 0.04   | 1.63 ± 0.13 <sup>ab</sup>  | 0.67 ± 0.08               |
|                   |           | 12          | 93.7 ± 0.55  | 0.14 ± 0.01  | 1.29 ± 0.17 <sup>ab</sup>  | 0.49 ± 0.02 <sup>ab</sup> |
|                   |           | 18          | 93.29 ± 2.18 | 0.13 ± 0.03  | 1.07 ± 0.19 <sup>bd</sup>  | 0.41 ± 0.01 <sup>b</sup>  |

Nota. P. env.: presión de envasado; T: temperatura; t: tiempo de almacenamiento; SV: sin vacío; CV: con vacío.

Letras diferentes entre valores medios en la misma columna significan diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 3***Promedios de los parámetros pH, Color y Dureza de A. fuscusuccinea*

| P. env.           | T (°C) | t (días) | pH                           | Color        |                             |             | Dureza (N)  |
|-------------------|--------|----------|------------------------------|--------------|-----------------------------|-------------|-------------|
|                   |        |          |                              | L*           | a*                          | b*          |             |
| CV<br>(0.095 MPa) | 4      | 0        | 6.50 ± 0.09 <sup>ab</sup>    | 33.57 ± 5.48 | 14.69 ± 3.56 <sup>a</sup>   | 6.37 ± 3.55 | 1.01 ± 0.35 |
|                   |        | 6        | 6.47 ± 0.21 <sup>ab</sup>    | 32.64 ± 2.52 | 9.48 ± 1.47 <sup>ab</sup>   | 2.82 ± 1.45 | 0.79 ± 0.2  |
|                   |        | 12       | 6.19 ± 0.08 <sup>abcde</sup> | 32.8 ± 5.97  | 5.18 ± 0.62 <sup>b</sup>    | 3.88 ± 1.78 | 1.39 ± 0.71 |
|                   |        | 18       | 6.15 ± 0.1 <sup>abcde</sup>  | 34.99 ± 3.44 | 5.93 ± 2.3 <sup>b</sup>     | 0.4 ± 1.98  | 1.28 ± 0.73 |
|                   | 8      | 0        | 6.50 ± 0.09 <sup>ab</sup>    | 33.57 ± 5.48 | 14.69 ± 3.56 <sup>a</sup>   | 6.37 ± 3.55 | 1.01 ± 0.35 |
|                   |        | 6        | 6.25 ± 0.4 <sup>abc</sup>    | 37.13 ± 2.22 | 8.35 ± 1.5 <sup>abce</sup>  | 4.77 ± 4.63 | 0.5 ± 0.09  |
|                   |        | 12       | 5.74 ± 0.1 <sup>defg</sup>   | 35.5 ± 1.75  | 8.57 ± 0.85 <sup>abe</sup>  | 1.25 ± 2.32 | 0.78 ± 0.2  |
|                   |        | 18       | 5.44 ± 0.14 <sup>g</sup>     | 37.04 ± 4.63 | 8.13 ± 1.69 <sup>abe</sup>  | 3.4 ± 2.54  | 0.86 ± 0.09 |
|                   | 12     | 0        | 6.50 ± 0.09 <sup>ab</sup>    | 33.57 ± 5.48 | 14.69 ± 3.56 <sup>a</sup>   | 6.37 ± 3.55 | 1.01 ± 0.35 |
|                   |        | 6        | 6.39 ± 0.51 <sup>abc</sup>   | 38.22 ± 5.98 | 6.62 ± 0.86 <sup>abd</sup>  | 1.03 ± 3.64 | 0.57 ± 0.27 |
|                   |        | 12       | 5.9 ± 0.09 <sup>cdefg</sup>  | 38.01 ± 2.98 | 9.48 ± 4 <sup>abd</sup>     | 4.09 ± 3.66 | 0.67 ± 0.26 |
|                   |        | 18       | 5.54 ± 0.08 <sup>fg</sup>    | 36.29 ± 1.84 | 6.99 ± 2.7 <sup>abd</sup>   | 1.06 ± 2.03 | 0.48 ± 0.24 |
| SV                | 4      | 0        | 6.50 ± 0.09 <sup>ab</sup>    | 33.57 ± 5.48 | 14.69 ± 3.56 <sup>a</sup>   | 6.37 ± 3.55 | 1.01 ± 0.35 |
|                   |        | 6        | 6.54 ± 0.15 <sup>a</sup>     | 41.68 ± 0.55 | 9.79 ± 4.33 <sup>abd</sup>  | 6.52 ± 4.31 | 0.63 ± 0.11 |
|                   |        | 12       | 6 ± 0.07 <sup>bcdef</sup>    | 37.42 ± 5.31 | 6.65 ± 2.17 <sup>abd</sup>  | 9.15 ± 2.74 | 0.88 ± 0.21 |
|                   |        | 18       | 5.98 ± 0.02 <sup>bcdef</sup> | 32.92 ± 3.19 | 4.29 ± 3.36 <sup>bcd</sup>  | 3.52 ± 2.9  | 1.2 ± 0.56  |
|                   | 8      | 0        | 6.50 ± 0.09 <sup>ab</sup>    | 33.57 ± 5.48 | 6.37 ± 3.55 <sup>a</sup>    | 6.37 ± 3.55 | 1.01 ± 0.35 |
|                   |        | 6        | 6.42 ± 0.07 <sup>ab</sup>    | 32.56 ± 4.69 | 14.69 ± 3.56 <sup>abd</sup> | 3.86 ± 6.47 | 0.76 ± 0.29 |
|                   |        | 12       | 5.79 ± 0.04 <sup>defg</sup>  | 41.05 ± 1.24 | 7.73 ± 1.12 <sup>abd</sup>  | 3.1 ± 1.57  | 0.6 ± 0.06  |
|                   |        | 18       | 5.52 ± 0.16 <sup>fg</sup>    | 34.71 ± 3.9  | 8.98 ± 0.67 <sup>abd</sup>  | 3.44 ± 4.12 | 1.14 ± 0.68 |
|                   | 12     | 0        | 6.50 ± 0.09 <sup>ab</sup>    | 33.57 ± 5.48 | 14.69 ± 3.56 <sup>a</sup>   | 6.37 ± 3.55 | 1.01 ± 0.35 |
|                   |        | 6        | 6.43 ± 0.02 <sup>ab</sup>    | 37.28 ± 0.77 | 6.77 ± 1.31 <sup>abc</sup>  | 0.17 ± 3.52 | 0.5 ± 0.12  |
|                   |        | 12       | 5.88 ± 0.07 <sup>cdefg</sup> | 34.73 ± 6.24 | 8.01 ± 0.82 <sup>ab</sup>   | 1.31 ± 2.91 | 0.62 ± 0.26 |
|                   |        | 18       | 5.63 ± 0.1 <sup>fg</sup>     | 34.77 ± 1.75 | 8.16 ± 1.38 <sup>ab</sup>   | 2.14 ± 2.29 | 0.63 0.13   |

Nota. P. env.: presión de envasado; T: temperatura; t: tiempo de almacenamiento; SV: sin vacío; CV: con vacío.

Letras diferentes entre valores medios en la misma columna significan diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ).

## Humedad

En el porcentaje de humedad reportado (Tabla 2) no se encontraron diferencias significativas entre las presiones de envasado ( $p = 0.651668$ ), aunque las muestras almacenadas sin vacío (SV) presentaron un mayor contenido de humedad en comparación con las envasadas con vacío (CV). La temperatura de almacenamiento provocó un aumento en la humedad a medida que esta se incrementa, y se encontraron diferencias significativas ( $p = 0.032407$ ) entre 4 y 12 °C según el test de Tukey (Tabla 9). De manera similar, el tiempo de almacenamiento también influyó significativamente ( $p = 0.005062$ ), observándose un incremento progresivo de la humedad al día 6, momento en el que se fue estabilizando; estas diferencias fueron corroboradas por el análisis del test de Tukey al reportar que el día 0 fue similar únicamente al día 6 y diferente a los otros puntos de tiempo (Tabla 10).

En cuanto a las interacciones de presiones de envasado y temperatura, se evidenció que en el envasado CV la humedad aumentó con la temperatura, mientras que en SV se mantuvo relativamente estable, con un incremento a 12 °C. Por su parte, al día 12 de almacenamiento, la humedad aumentó en ambos casos, estabilizándose en CV y descendiendo ligeramente en SV. La relación entre la temperatura y el tiempo de almacenamiento mostró un incremento en la humedad en todas las temperaturas, a excepción del día 12 en el que a 4 °C y 12 °C la humedad comenzó a disminuir. En todos los casos, los efectos de interacción observados no fueron estadísticamente significativos (interacción presión-temperatura:  $p = 0.495723$ ; interacción presión-tiempo  $p = 0.921435$ ; interacción temperatura-tiempo  $p = 0.740782$ ).

## Ceniza

La presión de envasado CV presentó un mayor contenido de cenizas con respecto a SV, pero no se observaron diferencias significativas entre las presiones de envasado ( $p = 0.475336$ ), como se muestra en la Tabla 2. Con respecto a la temperatura de almacenamiento, el contenido de ceniza se mantuvo constante a 4 y 8 °C, mostrando una ligera reducción a 12 °C, aunque sin diferencias significativas ( $p = 0.451008$ ). De manera similar, la ceniza disminuyó constantemente durante el almacenamiento, el test de Tukey señaló que el día 0 tuvo diferencias significativas ( $p = 0.000001$ ) en comparación con los demás, el día 12 fue similar al 6 y al 18 pero estos últimos son diferentes (Tabla 11).

La interacción de las presiones de envasado y temperatura mostró comportamientos opuestos al incrementarse la temperatura, CV tuvo una tendencia cóncava y SV convexa. A su

vez, ambas presiones de envasado experimentaron una reducción de cenizas durante el almacenamiento, con una mayor estabilidad en CV a partir del día 6. La temperatura y el tiempo de almacenamiento provocaron una disminución progresiva del contenido de cenizas en todas las temperaturas evaluadas durante el almacenamiento, excepto a 8 °C en el día 12, donde se registró un ligero incremento. La temperatura de 4 °C mostró mayor estabilidad a lo largo del almacenamiento. En todos los casos, los efectos de interacción observados no fueron estadísticamente significativas (interacción presión-temperatura:  $p = 0.341638$ ; interacción presión-tiempo  $p = 0.783618$ ; interacción temperatura-tiempo  $p = 0.572898$ ).

### **Proteínas**

Según lo reportado en la Tabla 2, el envasado CV presentó un contenido de proteína ligeramente superior en comparación con SV, no se encontraron diferencias significativas entre las presiones de envasado ( $p = 0.071727$ ). La estabilidad de la proteína disminuyó progresivamente a medida que la temperatura se incrementó, presentando una reducción más pronunciada a 12 °C, registrándose diferencias significativas ( $p = 0.001051$ ) con las demás temperaturas según el test de Tukey (Tabla 13). Con respecto al tiempo de almacenamiento, el contenido de proteína se redujo progresivamente con los días, con una mayor disminución a partir del día 6; los días 0 y 6 fueron similares, pero se presentaron diferencias significativas ( $p = 0.000001$ ) entre los días 12 y 18 con respecto a los anteriores y entre sí, según lo reportado por el test de Tukey (Tabla 14).

Las diferencias según el test de Tukey de la interacción de las tres variables se muestran en la Tabla 12. El contenido proteico se vio afectado por la interacción entre presiones de envasado y temperatura, mostrando una disminución en ambas presiones a medida que la temperatura aumenta; con valores superiores en CV, pero con menor estabilidad en comparación con SV. Simultáneamente, se evidenció una disminución progresiva del contenido de proteína durante el tiempo de almacenamiento en ambas presiones de envasado, siendo más pronunciada en SV. Asimismo, la estabilidad de la proteína disminuyó con el tiempo de almacenamiento y el aumento de la temperatura, manteniéndose más estable a 4 °C y presentando la mayor reducción a 12 °C. En todos los casos, las variaciones observadas no fueron estadísticamente significativas (interacción presión-temperatura:  $p = 0.685782$ ; interacción presión-tiempo  $p = 0.623954$ ; interacción temperatura-tiempo  $p = 0.084652$ ).

## Fibra

De la Tabla 2, la presión de envasado SV presentó un mayor contenido de fibra en comparación con CV, aunque sin diferencias significativas entre las presiones evaluadas ( $p = 0.778847$ ). El almacenamiento a mayor temperatura provocó una reducción progresiva, aunque las diferencias no fueron significativas ( $p = 0.313516$ ). De modo similar, en el transcurso de los días la reducción fue más pronunciada, con diferencias significativas ( $p = 0.005520$ ) del día 18 con las demás temperaturas, a excepción del día 12 según el test de Tukey (Tabla 14).

En la interacción entre presiones de envasado y temperaturas, el contenido de fibra disminuyó con el aumento de la temperatura, siendo más estable en CV y reduciéndose más pronunciadamente en SV a 12 °C. De manera similar, el componente fibroso disminuyó en ambas presiones de envasado conforme avanzó el tiempo de almacenamiento, el CV disminuyó de manera lineal y SV se mantuvo estable los 6 primeros días y posteriormente experimentó una caída abrupta. Por otra parte, el contenido de fibra disminuyó en todas las temperaturas evaluadas durante el almacenamiento; sin embargo, 4 °C fue más estable y presentó una pérdida menor. En todos los casos, los efectos de interacción observados no fueron estadísticamente significativas (interacción presión-temperatura:  $p = 0.714366$ ; interacción presión-tiempo  $p = 0.884835$ ; interacción temperatura-tiempo  $p = 0.845823$ ).

## pH

El pH presentado en la Tabla 3 indicó que las muestras almacenadas SV fueron ligeramente superiores a las CV, aunque no se encontraron diferencias significativas entre las presiones de envasado ( $p = 0.763003$ ). La temperatura de almacenamiento provocó variaciones en el pH, con el valor más alto registrado a 4 °C, el más bajo a 8 °C y un ligero aumento a 12 °C; resultando 4 °C significativamente diferente ( $p = 0.000002$ ) de las demás temperaturas según la prueba de Tukey (Tabla 18). De manera similar, el tiempo de almacenamiento también provocó una disminución progresiva del pH, siendo más pronunciada a partir del día 6; obteniéndose en la prueba de Tukey (Tabla 19) que los días 12 y 18 fueron significativamente diferentes ( $p = 0.000001$ ) tanto entre ellos como respecto a los demás días.

Las diferencias según el test de Tukey de la interacción de las tres variables se mostraron en la Tabla 16. En cuanto a la interacción de las presiones de envasado y temperatura en el pH, ambas condiciones presentaron un comportamiento similar, con valores ligeramente inferiores en CV, sin diferencias significativas ( $p = 0.298538$ ). De igual manera, la interacción

presión x tiempo mostró que ambas presiones de envasado durante el almacenamiento presentaron una reducción similar, pero sin diferencias significativas ( $p = 0.598698$ ). En cuanto a la interacción temperatura x tiempo, el pH tendió a disminuir en todas las temperaturas evaluadas, la prueba de Tukey mostró que las diferencias significativas ( $p = 0.002276$ ) se volvieron más notorias al incrementarse la temperatura y a partir de los 6 días (Tabla 17).

### **Evaluación del Color (CIELab)**

#### **L\***

El efecto de la presión de envasado sobre la luminosidad se mostró en la Tabla 3, donde el envasado SV presentó valores ligeramente superiores en comparación con CV, reflejando una mayor claridad en la superficie del hongo. En relación con la temperatura, se observó una tendencia directamente proporcional, ya que L\* aumentó con el incremento de la temperatura. Asimismo, L\* aumentó durante los primeros 6 días, se mantuvo estable hasta el día 12 y disminuyó en el día 18. No obstante, ninguna de estos efectos resultó estadísticamente significativo (presión de envasado:  $p = 0.709739$ ; temperatura:  $p = 0.760289$ ; tiempo de almacenamiento:  $p = 0.116333$ ).

Se identificaron comportamientos opuestos en la interacción presión de envasado x temperatura, mientras que el envasado CV la luminosidad aumentó con la temperatura, en SV la superficie del hongo adquirió una coloración más opaca. Por su parte, durante el periodo de almacenamiento, la interacción presión x tiempo mostró que el CV presentó fluctuaciones con aumentos y descensos sucesivos, mientras que en SV se observó un incremento hasta el día 12 seguido de una disminución. Respecto a la interacción temperatura x tiempo, a 4 y 12 °C la luminosidad aumentó hasta el día 6 y luego disminuyó, mientras que a 8 °C el incremento se prolongó hasta el día 12 antes de descender. En todos los casos, los efectos de interacción observados no fueron estadísticamente significativas (interacción presión-temperatura:  $p = 0.194085$ ; interacción presión-tiempo  $p = 0.482343$ ; interacción temperatura-tiempo  $p = 0.751927$ ).

#### **a\***

La Tabla 3 presentó el efecto de la presión de envasado sobre a\* de *A. fuscosuccinea*, el envasado SV mostró valores ligeramente superiores en comparación con CV, indicando una tonalidad más rojiza, aunque sin diferencias significativas ( $p = 0.737555$ ). El valor más alto de

$a^*$  se registró a 8 °C en comparación con las demás temperaturas, pero sin diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.195268$ ). En cuanto al tiempo de almacenamiento, se observó una disminución progresiva en los valores de  $a^*$ , con una pérdida más pronunciada de la tonalidad roja durante los primeros seis días, lo que resultó en diferencias significativas ( $p = 0.000001$ ) entre el día 0 y los demás días según el test de Tukey (Tabla 20).

Al evaluar la interacción presión de envasado x temperatura, ambas presiones de envasado mostraron un comportamiento similar, con mayor intensidad rojiza en SV a 8 °C. En paralelo, la interacción presión x tiempo mostró que ambas presiones de envasado presentaron una reducción considerable de  $a^*$  hasta el día 6, estabilizándose en los días posteriores. De manera similar, la interacción temperatura x tiempo mostró una reducción considerable de la tonalidad rojiza hasta el día 6 en todas las temperaturas, seguida de fluctuaciones más pronunciadas a 8 y 12 °C, mientras que a 4 °C el descenso fue más gradual y uniforme. En todos los casos, los efectos de interacción observados no fueron estadísticamente significativas (interacción presión-temperatura:  $p = 0.891082$ ; interacción presión-tiempo  $p = 0.899497$ ; interacción temperatura-tiempo  $p = 0.137244$ ).

#### **$b^*$**

Los resultados de  $b^*$ , presentados en la Tabla 3, indicaron que la presión de envasado en SV fue superior a la de CV, aunque sin diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0.274453$ ). Respecto a la temperatura, se observó una disminución del componente amarillo a medida que esta aumentó, sin presentarse diferencias significativas entre temperaturas ( $p = 0.111609$ ). Durante el almacenamiento el valor de  $b^*$  decayó considerablemente durante los primeros seis días, presentó un leve incremento al día 12 y volvió a reducirse al día 18; obteniéndose en la prueba de Tukey diferencias significativas ( $p = 0.005118$ ) entre el día 0 con respecto a 6 y 18 (Tabla 21).

Al evaluar la interacción presión x temperatura, la presión SV mostró una disminución lineal del valor de  $b^*$  con el aumento de la temperatura, mientras que CV presentó un ligero incremento a 8°C, seguido de un descenso a 12°C. Simultáneamente, la interacción presión x tiempo mostró que ambas presiones de envasado presentaron un comportamiento similar durante el almacenamiento, con valores inferiores en CV. La interacción temperatura x tiempo provocó fluctuaciones de  $b^*$  a 4 °C y 12 °C, mientras que a 8 °C disminuyó hasta el día 12 seguido de un leve aumento. En todos los casos, los efectos de interacción observados no fueron

estadísticamente significativas (interacción presión-temperatura:  $p = 0.154382$ ; interacción presión-tiempo  $p = 0.901974$ ; interacción temperatura-tiempo  $p = 0.277529$ ).

### **Dureza**

La dureza de *A. fuscossuccinea* se vio afectada por la presión de envasado (Tabla 3), con valores superiores en el envasado CV en comparación con SV, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p = 0.743669$ ). El incremento de la temperatura de almacenamiento provocó una reducción de dureza, mostrando diferencias significativas ( $p = 0.007540$ ) entre 4 y 12 °C según el test de Tukey (Tabla 22). De manera similar, el tiempo de almacenamiento influyó en la dureza, que disminuyó a los seis días y luego se incrementó, presentando diferencias significativas ( $p = 0.012721$ ) entre los días 0 y 6 según el test de Tukey (Tabla 23).

Como resultado de la interacción presión x temperatura, ambas condiciones mostraron una tendencia descendente en la dureza, donde el envasado CV presentó mayor rigidez inicial en comparación con SV, pero la diferencia disminuyó a medida que la temperatura aumentó. En paralelo, la interacción presión x tiempo mostró que la presión SV experimentó una caída al día 6 y luego se incrementó, mientras que CV presentó fracturaciones durante el almacenamiento. Por otra parte, la interacción temperatura x tiempo mostró que la dureza disminuyó hasta el día 6 en todas las temperaturas de almacenamiento, seguido de un incremento más pronunciado a 4 °C, un leve ascenso y caída a 8 °C y una reducción continua a 12 °C. En todos los casos, los efectos de interacción observados no fueron estadísticamente significativos (interacción presión-temperatura:  $p = 0.389526$ ; interacción presión-tiempo  $p = 0.494778$ ; interacción temperatura-tiempo  $p = 0.248973$ ).

### **3.2. Análisis microbiológicos**

En los análisis microbiológicos realizados previamente al análisis sensorial para garantizar la calidad e inocuidad, se reportó la ausencia de *Salmonella* sp. y *E. coli*, así como un recuento de <25 UFC/g en aerobios mesófilos. Estos resultados cumplieron con los límites establecidos para el grupo de frutas y hortalizas frescas semiprocesadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o procesadas) refrigeradas y/o congeladas por la NTS N° 071-MINSA/DIGESA (Tabla 24).

### 3.3. Cinética de deterioro

#### Humedad

La Tabla 4 muestra los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) y las constantes de velocidad de reacción (K) correspondientes al ajuste cinético del porcentaje de humedad de *A. fuscossuccinea*. En ambas condiciones de envasado, los datos se ajustaron a un mismo orden cinético según la temperatura: a 4 °C se observó un comportamiento de segundo orden, mientras que a 8 y 12 °C predominaron los modelos de orden cero. Sin embargo, los valores de  $R^2$  fueron menores a 0.7 en todos los casos, lo que limitó la confiabilidad de los modelos y no permitió estimar con precisión la energía de activación. Esta limitación impide entender con mayor profundidad cómo afecta la temperatura a la velocidad de pérdida de humedad, lo que restringe la posibilidad de predecir su comportamiento a futuro bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

El valor de K aumentó progresivamente a medida que se incrementó la temperatura de almacenamiento, observándose una mayor velocidad de reacción a los 8 °C en ambas condiciones de envasado, mostrando diferencias más marcadas a temperaturas más altas. El envasado CV mostró una ligera superioridad en la velocidad de incremento de humedad en comparación con SV en todas las temperaturas evaluadas, lo cual se reflejó en las curvas de humedad durante almacenamiento (Figura 5).

**Tabla 4**

Constante de velocidad de reacción (K) y coeficientes de determinación ( $R^2$ ) del ajuste cinético del porcentaje de humedad de *A. fuscosuccinea*

| Presión de<br>envasado/<br>temperatura | n=0    |  | n=1    |                      | n=2    |                      |
|--|--------|--|--------|----------------------|--------|----------------------|
|  | $R^2$  | K (g H <sub>2</sub> O.g m <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup> ) | $R^2$  | K (d <sup>-1</sup> ) | $R^2$  | K (d <sup>-1</sup> ) |
| SV - 4°C                               | 0,7473 | 0.1829   | 0,7483 | 0.0020               | 0,7493 | -0,0000              |
| SV - 8°C                               | 0,8109 | 0,1091   | 0,8092 | 0.0043               | 0,8074 | -0.0000              |
| SV - 12°C                              | 0,6608 | 0,1763   | 0,6603 | 0.0188               | 0,6598 | -0.0002              |
| CV - 4°C                               | 0,3486 | 0.0256   | 0,3496 | 0.0016               | 0,3506 | -0.0000              |
| CV - 8°C                               | 0,8524 | 0,1302   | 0,8503 | 0.0193               | 0,8482 | -0.0002              |
| CV - 12°C                              | 0,6648 | 0,1902   | 0,6637 | 0.0172               | 0,6626 | -0.0002              |

Nota: n = 0: reacción de orden 0; n = 1: reacción de orden 1; n = 2: reacción de orden 2; g: gramos, H<sub>2</sub>O: agua, m: muestra.

## Color

### L\*

La Tabla 4 mostró los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) y las constantes de velocidad de reacción (K) correspondientes al ajuste cinético de la luminosidad de *A. fuscosuccinea*. El orden cinético varió según la temperatura de almacenamiento y la presión de envasado. A 4 °C, el ajuste para ambas presiones de envasado fue de orden cero. A 8 °C, el ajuste para ambas presiones fue de segundo orden. En cambio, a 12 °C, SV se ajustó al orden cero y CV al segundo orden. No obstante, los modelos aplicados no lograron describir de forma adecuada la cinética de los datos en ninguna de las condiciones, ya que los valores de  $R^2$  fueron inferiores a 0.7, lo que indica un ajuste deficiente. Por lo tanto, no fue posible calcular con precisión la energía de activación, limitando la interpretación cuantitativa del efecto de la temperatura sobre este atributo.

El valor de K no presentó una tendencia definida en función de la temperatura, observándose variaciones dependientes de la presión de envasado. En general, la velocidad de cambio fue más pronunciada a los 4 °C y tendió a disminuir conforme la temperatura de almacenamiento se incrementó, un comportamiento similar a lo observado en las curvas de

luminosidad durante el almacenamiento (Figura 9). En cuanto a las presiones de envasado, SV presentó una velocidad de reacción superior en comparación con CV. El comportamiento entre ambos fue opuesto, CV presentó una caída pronunciada a los 8 °C y se estabilizó a 12 °C, mientras que SV presentó un incremento constante con mayor intensidad a 8 °C.

**Tabla 5**

*Constante de velocidad de reacción (K) y coeficientes de determinación (R<sup>2</sup>) del ajuste cinético del porcentaje de L\* de A. fuscosuccinea*

| Presión de envasado/<br>temperatura | n=0            |                      | n=1            |                      | n=2            |                      |
|-------------------------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------------|
|                                     | R <sup>2</sup> | K (d <sup>-1</sup> ) | R <sup>2</sup> | K (d <sup>-1</sup> ) | R <sup>2</sup> | K (d <sup>-1</sup> ) |
| SV - 4°C                            | 0,0395         | -0,1037              | 0,0391         | -0,0028              | 0,0388         | 0,0001               |
| SV - 8°C                            | 0,1615         | 0,1982               | 0,1710         | 0,0055               | 0,1809         | -0,0002              |
| SV - 12°C                           | 0,0071         | 0,0171               | 0,0098         | 0,0006               | 0,0129         | -0,0000              |
| CV - 4°C                            | 0,2814         | 0,0736               | 0,2749         | 0,0021               | 0,2684         | -0,0001              |
| CV - 8°C                            | 0,4610         | 0,1461               | 0,4679         | 0,0042               | 0,4746         | -0,0001              |
| CV - 12°C                           | 0,2273         | 0,1323               | 0,2406         | 0,0038               | 0,2540         | -0,0001              |

Nota: n = 0: reacción de orden 0; n = 1: reacción de orden 1; n = 2: reacción de orden 2

**a\***

La Tabla 6 mostró la constante de velocidad de reacción (K) y los coeficientes de determinación (R<sup>2</sup>) del ajuste cinético de a\* de *A. fuscosuccinea*. Se observó que el orden cinético varió según la temperatura de almacenamiento y la presión de envasado. La mayoría de los tratamientos presentaron un valor de orden 0. Las excepciones fueron SV a 4 °C, que mostró orden 1, y CV a 8 °C, que mostró orden 2. Sin embargo, todos los tratamientos presentaron valores de R<sup>2</sup> inferiores a 0.7, lo que indicó que ninguno de los modelos evaluados describió adecuadamente la cinética en estas condiciones. Por lo que, no fue posible aplicar el modelo de Arrhenius para calcular la energía de activación, dificultando conocer con exactitud el efecto de la temperatura sobre los cambios de color hacia tonos rojos o verdes, limitando el análisis comparativo entre tratamientos y su estabilidad durante el tiempo.

En cuanto a la constante K, se observó un comportamiento notablemente diferente entre las condiciones de envasado al incrementarse la temperatura. El CV presentó un incremento

significativo a 8 °C, seguido de reducción posterior, mientras que SV registró una ligera disminución a esa misma temperatura, seguida de un aumento menos pronunciado. Aunque los cambios en K fueron más marcados para el tratamiento CV, las diferencias en K entre ambas presiones de envasado se hicieron menos pronunciadas al incrementarse la temperatura, un comportamiento similar a lo observado en las curvas de  $a^*$  durante almacenamiento (Figura 10).

**Tabla 6**

*Constante de velocidad de reacción (K) y coeficientes de determinación ( $R^2$ ) del ajuste cinético de  $a^*$  de *A. fuscosuccinea**

| Presión de envasado/<br>temperatura | n=0    |                      | n=1    |                      | n=2    |                      |
|-------------------------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|
|                                     | $R^2$  | K (d <sup>-1</sup> ) | $R^2$  | K (d <sup>-1</sup> ) | $R^2$  | K (d <sup>-1</sup> ) |
| SV - 4°C                            | 0,9728 | -0,5726              | 0,9994 | -0,0680              | 0,9599 | 0,0091               |
| SV - 8°C                            | 0,7458 | -0,3387              | 0,7198 | -0,0304              | 0,6751 | 0,0027               |
| SV - 12°C                           | 0,4392 | -0,3059              | 0,3703 | -0,0266              | 0,2894 | 0,0023               |
| CV - 4°C                            | 0,8271 | -0,5095              | 0,8170 | -0,0554              | 0,7682 | 0,0065               |
| CV - 8°C                            | 0,6261 | -0,3242              | 0,6347 | -0,0291              | 0,6448 | 0,0027               |
| CV - 12°C                           | 0,4928 | -0,3372              | 0,4349 | -0,0311              | 0,3676 | 0,0030               |

Nota: n = 0: reacción de orden 0; n = 1: reacción de orden 1; n = 2: reacción de orden 2

### **b\***

La Tabla 7 mostró la constante de velocidad de reacción (K) y los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) de del ajuste cinético de  $b^*$  de *A. fuscosuccinea*. La presión de SV se ajustó a diferentes órdenes de reacción: segundo orden a 4 y 12 °C y primer orden a 8 °C. En cambio, CV, se ajustó al orden cero en todas las temperaturas evaluadas. No obstante, solo SV a 8 °C y CV a 4 °C presentaron valores de  $R^2$  superiores a 0.7, lo que evidenció un ajuste deficiente en las demás condiciones y limitó el cálculo preciso de la energía de activación. Como en los otros parámetros, esto representa una limitación importante, ya que no se pudo describir de forma precisa la influencia térmica sobre la variación del color hacia tonos amarillos, restringiendo la capacidad predictiva del modelo.

En cuanto a los valores de  $K$ , se observaron comportamientos contrastantes entre ambas presiones en función de la temperatura, con diferencias más marcadas a 4 °C. La mayor velocidad de reacción se presentó en SV en comparación con CV. En SV, el aumento de temperatura provocó una leve disminución en la velocidad de cambio; por el contrario, CV presentó un incremento, de manera más pronunciada a los 12 °C. Estos comportamientos se relacionaron con las curvas de  $b^*$  durante el almacenamiento (Figura 11).

**Tabla 7**

*Constante de velocidad de reacción (K) y los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) del ajuste cinético de  $b^*$  de *A. fuscosuccinea**

| Presión de<br>envasado/<br>temperatura | n=0    |                      | n=1    |                      | n=2    |                      |
|--|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|
|  | $R^2$  | K (d <sup>-1</sup> ) | $R^2$  | K (d <sup>-1</sup> ) | $R^2$  | K (d <sup>-1</sup> ) |
| SV - 4°C                               | 0,1100 | -0.0986              | 0,2191 | -0.0240              | 0,3341 | 0,0056               |
| SV - 8°C                               | 0,6900 | -0.1591              | 0,7006 | -0,0344              | 0.7000 | 0.0077               |
| SV - 12°C                              | 0,3040 | -0,1927              | 0,0106 | -0.0203              | 0,0399 | -0.0717              |
| CV - 4°C                               | 0.7714 | -0,2809              | 0,7217 | -0.1335              | 0,6328 | 0.1166               |
| CV - 8°C                               | 0,5464 | -0,2070              | 0,3433 | -0.0537              | 0,1914 | 0.0167               |
| CV - 12°C                              | 0,4129 | -0,2148              | 0,3083 | -0.0669              | 0,2350 | 0.0274               |

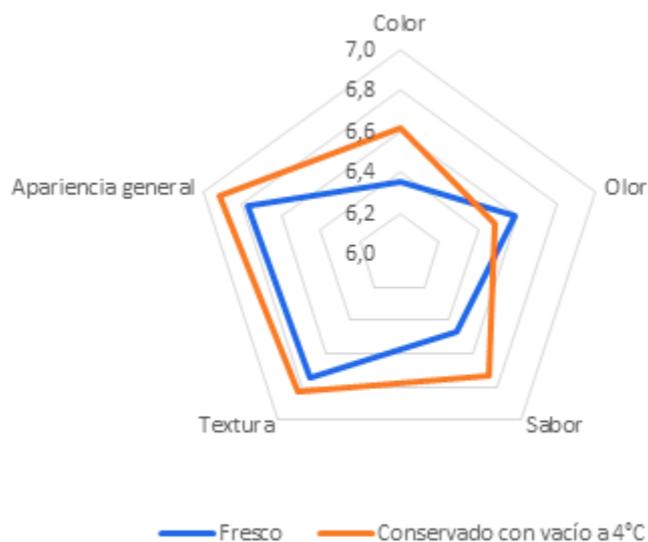
Nota: n = 0: reacción de orden 0; n = 1: reacción de orden 1; n = 2: reacción de orden 2

### 3.4. Evaluación sensorial

El gráfico de telaraña (Figura 3) del perfil sensorial de *A. fuscosuccinea* fritos en estado fresco y conservado mostró los resultados de la evaluación sensorial. La muestra conservada fue almacenada al vacío a 4 °C durante 18 días. Se observó que todas las puntuaciones obtenidas se encontraron entre los valores de 6 (“Me gusta ligeramente”) y 7 (“Me gusta bastante”) para ambas muestras en la escala hedónica de 9 puntos, lo que indica una aceptabilidad sensorial positiva, al encontrarse dichas puntuaciones dentro del rango de preferencia favorable.

**Figura 3**

Gráfico de telaraña del perfil sensorial de *A. fuscusuccinea* fritos en estado fresco y conservado



Los resultados evidenciaron que la muestra conservada obtuvo valores sensoriales ligeramente superiores en todos los atributos evaluados, excepto en el olor, donde la muestra fresca presentó una puntuación mayor. Esta tendencia se corroboró con los datos de la Tabla 8, donde las sumas de rangos de las muestras conservadas fueron superiores a los de la muestra fresca en todos los atributos, a excepción del olor. No obstante, las pruebas de Mann-Whitney no evidenciaron diferencias significativas en la mayoría de los atributos ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, el atributo color presentó un valor de  $p = 0.081$ , lo que indicó una tendencia cercana a la significancia estadística; esto sugiere una posible diferencia entre los tratamientos, con valores ligeramente más bajos en la muestra fresca, aunque la diferencia no es lo suficientemente significativa para ser considerada estadísticamente relevante. Esto sugiere que el almacenamiento al vacío a 4 °C durante 18 días no afecta de manera significativa la percepción sensorial del producto, manteniendo características comparables a las del hongo en estado fresco.

**Tabla 8**

*Análisis de Mann-Whitney del perfil sensorial de hongos A. fuscosuccinea fritos en estado fresco y conservados*

| <b>Atributo sensorial</b> | <b>Fresco</b><br>(Rango suma) | <b>Conservado CV a 4°C</b><br>(Rango suma) | <b>U</b> | <b>Z</b> | <b>p-value</b> |
|---------------------------|-------------------------------|--|----------|----------|----------------|
| <b>Color</b>              | 13522.50                      | 15397.50                                   | 6262.500 | 1.74237  | 0.081445       |
| <b>Olor</b>               | 14624.50                      | 14295.50                                   | 7035.500 | 0.30496  | 0.760396       |
| <b>Sabor</b>              | 13699.00                      | 15221.00                                   | 6439.000 | 1.41416  | 0.157314       |
| <b>Textura</b>            | 14163.00                      | 14757.00                                   | 6903.000 | 0.55135  | 0.581396       |
| <b>Apariencia general</b> | 13989.50                      | 14930.50                                   | 6729.500 | 0.87397  | 0.382133       |

## IV. DISCUSIÓN

### Caracterización fisicoquímica

*A. fuscosuccinea* presentó un alto contenido de humedad (Tabla 1), en concordancia con el rango reportado en la literatura para hongos de otras especies del género *Auricularia* (85 % - 92.50 %) (Ríos et al., 2005; Romero, 2015; Srikrum y Supapvanich, 2016; Stamets, 2000). Esta alta proporción de agua es esencial para mantener su estructura celular y para llevar a cabo procesos metabólicos (Crisan y Sands, 1978), compuestos como los polisacáridos, proteínas y fenoles son los responsables de la retención de agua en carpóforos de *A. fuscosuccinea*. (Jo et al., 2012).

Los resultados obtenidos para el contenido de cenizas en este estudio fueron considerablemente más bajos en comparación con los valores reportados por Srikrum y Supapvanich (2016) para *A. auricula-judae*, que alcanzan el 0.99 % en base húmeda. En base seca, *A. fuscosuccinea* presenta un contenido de ceniza de 4.02 % a 5 % (Mau et al., 1998; Romero, 2015). Al comparar estos resultados con otros hongos del género *Auricularia*, se observan diferencias notables entre especies. Para *A. auricularia judae*, los valores variaron entre 9 % y 11 % (Cheung, 2013; Oli et al., 2020), mientras que para *A. auricula* oscilan entre 2.14 % y 3.36 % (Khaskheli et al., 2015; Ríos et al., 2005). En el caso de *Auricularia mesenteria*, se reportó un valor de 3.29 % (Mau et al., 1998), y para *A. politricha* los valores varían entre 2.05 % y 4.15 % (Liang et al., 2019). El contenido proteico de *A. fuscosuccinea* (1.8 %) fue consistente con los valores reportados por Romero (2015) para *A. fuscosuccinea* (1.95 %) y por Srikrum y Supapvanich (2016) para *A. auricula Judae* (1.20 %) en base húmeda. En base seca el contenido proteico de hongos *Auricularia* sp. fue de 10 a 20 % (Li et al., 2018; E. Liu et al., 2021; F. Liu et al., 2009; Oli et al., 2020). La fibra cruda obtenida en este estudio fue similar a la reportada por Srikrum y Supapvanich (2016) para *A. Auricula-Judae* (0.83 ± 0.02 %) en base húmeda. En base seca se reportó 4.62 % para *A. thailandica*, 6 a 8.7 % para *A. auricula-Judae*, 11.69 % para *A. fuscosuccinea* (Kadnikova et al., 2015; Mau et al., 1998; Oli et al., 2020). Las variaciones en el contenido de proteínas, fibra y cenizas están directamente influenciadas por el sustrato de crecimiento. Así, los sustratos ricos en nitrógeno, celulosa y minerales, como el yeso o el CaCO<sub>3</sub>, favorecen el desarrollo de hongos con un mayor contenido de proteínas, fibra y cenizas (Pardo-Giménez et al., 2020).

Los valores de pH obtenidos (Tabla 1), son consistentes con los reportados para otras especies de hongos comestibles, como el ostra (pH 6.0 a 6.5) (Cortés et al., 2011; Kibar, 2021; Ruiz et al., 2010) y se encuentran dentro del rango general de 5.50 - 7.5 descrito para 21 especies de hongos (Venturini et al., 2008). Sin embargo, los valores son inferiores a los reportados para *A. auricula-judae* (pH 7.47) (Venturini et al., 2008), lo que sugiere variaciones específicas dentro del género *Auricularia*. Estas diferencias podrían atribuirse a factores como la disponibilidad de nutrientes en el sustrato y la actividad metabólica del hongo durante su crecimiento, como se ha observado en otras especies de hongos (Nieto y Chegwin, 2010). No obstante, la falta de estudios específicos sobre el pH en carpóforos de *Auricularia* sp. limita una comparación directa y resalta la necesidad de investigaciones futuras que exploren las condiciones que influyen en estas variaciones (Bandara et al., 2019).

Los parámetros de cromaticidad ( $a^*$  y  $b^*$ ) coinciden con los reportados por J. Li et al. (2021) para cuerpos fructíferos de *A. auricula-judae* ( $a^* = 9$ ,  $b^* = 6$ ), aunque con una mayor cercanía al valor del componente rojo-verde ( $a^*$ ). Por otro lado, la luminosidad se aproxima a los valores documentados por (Zou et al., 2013, 2014) para *A. auricula-judae* ( $L = 41.03 \pm 0.31$ ), especie filogenéticamente próxima.

En cuanto a la dureza (Tabla 1) determinada mediante ensayos de penetración fue similar a la reportada por Wang et al. (2022) para *A. auricula-judae* (1.00 N). Este valor refleja una estructura blanda y flexible, característica del género *Auricularia*, atribuida a su matriz polisacárido altamente hidratada. Los principales componentes responsables son los  $\beta$ -glucanos solubles, que forman una red tridimensional capaz de retener hasta un 90 % de agua, creando una textura gelatinosa (Bao et al., 2016; Tang et al., 2024). Complementando esta matriz, se encuentran monosacáridos como manosa y xilosa, que contribuyen a la viscosidad y elasticidad del tejido (Khaskheli et al., 2015), junto con pequeñas cantidades de proteínas estructurales (hidrofobinas) que estabilizan el sistema acuoso (Lendzian y Beck, 2021; Liu et al., 2021). Estos elementos predominan sobre estructuras fibrilares más rígidas, resultando en una textura apreciada en preparaciones culinarias, aunque representa un desafío en la conservación, ya que tiende a disminuir durante el almacenamiento (Zięba et al., 2021).

## Parámetros fisicoquímicos de *A. fuscosuccinea* en conservación

### Humedad

El rango de humedad del *A. fuscosuccinea* vario entre 90 y 92.5 %, estos valores fueron similares a los reportados por Cortés et al. (2011). De la Tabla 2, se observó que el envasado CV mantuvo más estable la humedad en comparación con SV, en concordancia con lo reportado en hongos Enoki (Shin et al., 2009), donde CV reduce la pérdida de peso. En *A. fuscosuccinea*, el incremento de humedad en SV podría deberse a la intensificación de procesos oxidativos, como la autooxidación y peroxidación lipídica, que degradan la matriz celular y liberan agua ligada (R. Li et al., 2021). Asimismo, la presencia de aire favorece la condensación de vapor cuando la temperatura del hongo es menor que la del entorno, esta agua condensada es absorbida por el tejido fúngico debido a su elevada higroscopicidad y estructura gelatinosa (Khalloufi et al., 2000; Rux et al., 2015; Sharma et al., 2024).

En cuanto a la temperatura, la humedad del hongo fue siempre inferior a menor temperatura como lo observado en melena de león almacenado a 5 y 13 °C (Silva et al., 2025) y en chamoñones (*Agaricus bisporus*) a 2 y 6 °C (Posokina et al., 2024). El incremento de la temperatura estaría favoreciendo la intensificación del estrés abiótico y enzimático, activando la hidrólisis y autólisis que degradan la matriz celular, liberando compuestos hidrosolubles y generando sitios de unión que facilitan la absorción de agua condensada sobre la superficie del hongo (Liu et al., 2015; Quevedo et al., 2016).

En relación con el tiempo, el contenido de humedad aumentó con los días de almacenamiento, similar a lo reportado en hongos ostra (Jonathan et al., 2018) y en matsutake o hongo de pino (*Tricholoma matsutake*) (Fu et al., 2019). Este efecto podría deberse a que la acumulación de humedad dentro del envase supera la tasa de evaporización por la baja permeabilidad al vapor de agua del envase, favoreciendo un aumento gradual en el contenido de humedad (Hashemi et al., 2013; Oliveira et al., 2012). Asimismo, la senescencia y el continuo estrés enzimático y oxidativo llevan a un deterioro progresivo, que transforma la estructura del hongo y aumenta su capacidad de retener agua (Sharma et al., 2024).

## Ceniza

El rango de ceniza de *A. fuscusuccinea* osciló entre 0.13 y 0.23 % según la Tabla 2. Reportes de este compuesto en conservación son limitados pero estos valores sugieren una composición mineral comparable con otras especies de hongos frescos (Torija, 2015). El contenido de ceniza se conservó ligeramente mayor en el envasado CV en comparación con SV, posiblemente debido a la reducción de oxígeno, lo cual minimiza la autólisis de las células y con ello, la lixiviación de minerales y cambios en la estructura celular (Jiang et al., 2010).

A bajas temperaturas, la pérdida de cenizas fue menor, como en el hongo ostra, que presentó una disminución del 14.81 % entre 4 y 10 °C (Kibar, 2021). Esto podría deberse a que a temperaturas inferiores se ralentiza la actividad enzimática, reduciendo así la degradación estructural y, por ende, la pérdida de cenizas por hidrólisis y autólisis (Dama et al., 2010).

El almacenamiento prolongado disminuyó el contenido de cenizas, como se ha observado en hongos ostra (Jonathan et al., 2018). Durante el almacenamiento, la senescencia podría degradar progresivamente la estructura celular, facilitando la liberación y pérdida de iones minerales, así como propiciando procesos oxidativos que modifican la composición inorgánica del hongo (Marçal et al., 2021).

## Proteína

El contenido de proteína en *A. fuscusuccinea* varió entre 1.05 y 1.80 %, valores similares a los reportados en champiñones (Zivanovic et al., 2000). De la Tabla 2, ambas presiones de envasado presentaron disminución de proteína, el envasado CV conservó mejor la proteína en comparación con SV. Aunque la información disponible sobre hongos envasados en CV es limitada, podría estar relacionado con la hipoxia (ausencia de oxígeno) que genera estrés enzimático y con ello la degradación de las proteínas (Li et al., 2022), mientras que en SV se presentaron mayores procesos degradativos como el estrés oxidativo, la autooxidación y la senescencia, acelerando la pérdida de proteínas (Sharma et al., 2024).

La temperatura de almacenamiento influyó en la conservación de la proteína, ya que su aumento provocó una reducción en los niveles proteicos, un efecto observado en ostra (Kibar, 2021). Este efecto podría ser el resultado de la activación de enzimas (proteasas y peptidasas) y del grupo complejo proteasomas involucradas en la proteólisis de polipéptidos (Huang et al.,

2011; Premakumar et al., 2020). De manera similar, el tiempo de almacenamiento también impactó su estabilidad, mostrando mayores pérdidas a partir del día 6 como lo obtenido en *P. tuoliensis* (R. Li et al., 2021) y shiitake (*Lentinula edodes*) (Q. Liu et al., 2021). Esta mayor reducción al sexto día podría deberse al agotamiento de los mecanismos antioxidantes, lo que genera estrés oxidativo y facilita la autólisis, acelerando la degradación de las proteínas y contribuyendo a la senescencia (Guo et al., 2023; Liu et al., 2015). Asimismo, la degradación es favorecida por la reducción de pH e incremento de humedad durante el almacenamiento, ya que favorecen la autólisis (Guo et al., 2022).

### **Fibra**

El porcentaje de fibra de *A. fuscosuccinea* varió entre 0.41 y 0.73 % según la Tabla 2. La información disponible sobre este compuesto en conservación es limitada, pero estos valores reflejan una composición de fibra comparable a la de otros hongos frescos (Torija, 2015). Ambas presiones de envasado presentaron una reducción de fibra, el envasado SV mantuvo un contenido de fibra superior en comparación con CV. Esta reducción podría ser consecuencia de los procesos inducidos por el estrés abiótico y autólisis (Guo et al., 2022), intensificándose esta reducción en CV por la hipoxia, que atenúa mecanismos de respuesta celular para contrarrestar el estrés, acelerando la degradación estructural (Tang et al., 2022).

Al incrementarse la temperatura, se redujo levemente la fibra de los hongos, este comportamiento podría relacionarse con lo reportado por Lee et al. (2018) en *Pleurotus eryngii* almacenado a 2, 4 y 8 °C, donde se encontró que el contenido de celulosa, lignina y quitina (componentes principales de la fibra) fueron mayores a temperaturas más bajas. Mayores temperaturas podrían acelerar los procesos metabólicos, como la actividad de hemicelulasas, quitinasas y  $\beta$ -glucanasas que intervienen la degradación de polisacáridos (hidrólisis) y la de enzimas intracelulares que facilitan la autodegradación (autólisis) (Gonzales, 2012; R. Li et al., 2021). Asimismo, el almacenamiento prolongado provocó una pronunciada disminución de fibra, como se ha observado en hongos ostra a 4 °C (Jonathan et al., 2018). Este efecto podría estar relacionado con que el tiempo intensifica la acción de enzimas y procesos oxidativos antes mencionados que degradan los componentes fibrosos (Castellanos et al., 2021). Asimismo, la alta humedad en los hongos, reducción de pH y la degradación proteolítica durante el almacenamiento podrían haber favorecido la senescencia, afectando a los polisacáridos que son los principales componentes de la fibra (Premakumar et al., 2020; Zivanovic et al., 2000).

## pH

El pH de *A. fuscusuccinea* osciló entre 5.8 y 6.7, valores similares a los reportados en la conservación del hongo ostra (Jafri et al., 2013). En la Tabla 3, la mayor disminución del pH se presentó en el envasado CV en comparación con SV, comportamiento observado en ostra envasados CV (Campo y Gélvez, 2011) en comparación con SV bajo refrigeración (Han et al., 2020). La mayor reducción de pH en CV podría atribuirse a la producción de ácidos orgánicos (láctico y acético) generados bajo condiciones de hipoxia, por el incremento de rutas metabólicas anaeróbicas del hongo y de microorganismos anaeróbicos que fermentan carbohidratos (Llovera, 2008) provocando acidosis en el sistema celular del hongo.

A bajas temperaturas la reducción del pH fue menor, en concordancia con lo reportado en ostra (Kibar, 2021) y champiñones (Oliveira et al., 2012) almacenados en refrigeración. Este comportamiento se atribuye a que las temperaturas más altas podrían acelerar procesos como la autólisis y la respiración, promoviendo la liberación iones  $H^+$ . Asimismo, favorecen reacciones de autooxidación y la peroxidación lipídica, las cuales generan radicales libres y ácidos orgánicos como subproductos (Sharma et al., 2024). Del mismo modo, el tiempo de almacenamiento también influyó, durante el almacenamiento la reducción del pH es más pronunciada, como lo reportado por Silva et al. (2025) en melena de león y Han et al. (2020) en hongos ostra. Con el tiempo, se estaría intensificando el desequilibrio celular por procesos como el estrés oxidativo y la ruptura de membranas, lo que facilita la liberación de compuestos ácidos internos (Zhang et al., 2018).

## Color

### L\*

La luminosidad de *A. fuscusuccinea* (29-42) fue inferior a lo reportado por otras investigaciones de hongos comestibles, posiblemente por diferencias en la tonalidad de cada especie. El envasado SV presentó valores ligeramente superiores en comparación con CV según la Tabla 3, posiblemente debido a su mayor humedad, que genera una apariencia más clara. En contraste, se ha reportado mayor luminosidad en el envasado CV en comparación con SV en champiñones (Shin et al., 2009). En *A. fuscusuccinea*, un valor superior de L\* en el envasado SV a pesar de que el envasado sin vacío expone al producto a condiciones más oxidativas, se observó una luminosidad levemente superior en comparación con el envasado al

vacío. Este comportamiento puede atribuirse a una mayor liberación de compuestos fenólicos no oxidados y mayor retención superficial de agua durante las primeras etapas del almacenamiento, lo que podría aumentar la dispersión de luz antes del inicio visible del pardeamiento. En cambio, en CV, aunque se limita el ingreso de oxígeno, las condiciones de hipoxia pueden activar rutas enzimáticas asociadas a la senescencia, provocando una disminución gradual en la luminosidad. (Zhao et al., 2021).

La temperatura mantuvo estable la luminosidad, presentando un leve incremento a temperaturas altas, comportamiento similar registrado en melena de león a 5 y 13 °C durante 14 días (Silva et al., 2025) y en champiñones a 4, 8, 12 y 20 °C (Lee et al., 2018). El incremento de L\* podría atribuirse a la actividad de la lipoxigenasa (LOX) y los procesos de peroxidación lipídica que alteran la superficie y desorganizan la pared celular, incrementando la reflexión de la luz. Asimismo, la reducción en proteínas estructurales e incremento de humedad puede favorecer una textura más laxa y brillante (J. Li et al., 2021). Con respecto al almacenamiento, L\* presentó un leve incremento y una posterior reducción, un comportamiento similar al de ostra (Han et al., 2020). Este comportamiento podría explicarse por la reorganización inicial de los tejidos que mejora la reflectancia de la luz, y luego la caída de L\* podría ser provocada por procesos como la autooxidación de polifenoles, peroxidación de lípidos y acumulación de productos pigmentados de tipo melanina (Rux et al., 2015).

#### **a\***

Los valores promedio de a\* de *A. fuscusuccinea* (Tabla 3) variaron entre 4.29 y 14.69, similares a los reportados en níscales (Andrés et al., 2014). El envasado SV (Tabla 3) presentó valores superiores en comparación con CV, en concordancia con lo observado por Shin et al. (2009) en hongos Enoki. Asimismo, en CV se mantuvo más estables, comportamiento también observado por Choi et al. (2022) en esta especie. En *A. fuscusuccinea* podría deberse a que la exposición al oxígeno en SV que favorece la oxidación de compuestos fenólicos como catecoles y derivados del ácido cafeico por acción de la tirosinasa, generando quinonas que actúan como precursores de pigmentos marrones y rojizos, tales como el dopacromo y derivados de eumelanina (Castellanos et al., 2021); mientras que, en CV se reduce la eficiencia de estas rutas oxidativas, aunque pueden presentarse fenómenos de autólisis que liberan catecoles aumentando en menor medida en a\* (Guo et al., 2022).

Por su parte,  $a^*$  tuvo una ligera reducción y posterior estabilización en todas las temperaturas, este comportamiento también observado en melena de león a 5 °C y 13 °C (Silva et al., 2025).  $a^*$  se incrementó a 8 °C y redujo a 12 °C. Estos cambios podrían estar relacionados con la actividad de las enzimas oxidasas que podría incrementarse con la temperatura, generando mayor color rojizo, pero a 12 °C también aumenta la formación de radicales libres y la intensificación del estrés oxidativo podría oxidar los pigmentos, reduciendo el componente rojizo (Akbarirad et al., 2013). En cuanto al tiempo de almacenamiento,  $a^*$  se redujo significativamente, similar al reportado en niscalos (Andrés et al., 2014). Aunque los catecoles y polifenoles se oxidan continuamente, con el tiempo los procesos de deterioro (senescencia, hidrólisis, autólisis y estrés oxidativo) podrían dañar la estructura celular y limitan la disponibilidad de sustratos, restringiendo así la acumulación de nuevos pigmentos rojizos o favoreciendo su degradación parcial (Sharma et al., 2024). En contraste, en champiñones (Jiang et al., 2011) se presentó un incremento, indicando que la oxidación de fenoles genera tonalidades rojizas en lugar de su degradación (Zaragoza, 2011). Estas diferencias se deben a la composición química y la actividad enzimática de cada especie.

#### **$b^*$**

Los valores promedio de  $b^*$  de *A. fuscosuccinea* variaron entre 0.17 y 9.15, los cuales difieren de los reportados en otras investigaciones, probablemente debido a las diferencias en el color característico de cada especie. Según la Tabla 3, el envasado SV presentó valores superiores en comparación con CV, aunque la diferencia fue menos pronunciada en hongos Enoki (Shin et al., 2009). CV fue más estable, comportamiento similar fue reportado por Choi et al. (2022), en hongos de la misma especie envasados al vacío. La exposición al oxígeno podría favorecer procesos de oxidación parcial de compuestos fenólicos, resultando en la formación de productos intermedios con tonalidades amarillentas, como quinonas no polimerizadas y pigmentos derivados de flavonoides (R. Li et al., 2021). Asimismo, la oxidación podría afectar los carotenoides endógenos como el  $\beta$ -caroteno y la luteína, que, aunque presentes en bajas concentraciones pueden influir en esta tonalidad (J. Li et al., 2021; Valentine et al., 2024).

La refrigeración afectó  $b^*$ , mostrando una reducción más pronunciada a mayores temperaturas; de manera similar, en melena de león, que mantuvo  $b^*$  relativamente más estable a 5 °C que a 13 °C (Silva et al., 2025). Mayores temperaturas podrían acelerar la actividad de

enzimas como LOX y PAL (fenilalanina amino liasa) que intensifican la peroxidación lipídica y el estrés oxidativo, promoviendo la degradación de pigmentos amarillos como carotenoides y la oxidación de compuestos fenólicos, lo que contribuye a una pérdida del color amarillo sin necesariamente causar oscurecimiento significativo (Akbarirad et al., 2013). En cuanto al tiempo de almacenamiento,  $b^*$  disminuyó significativamente al día 6, seguido de fluctuaciones posteriores, patrón también observado en ostra (Cortés et al., 2011). Este patrón podría atribuirse a la degradación inicial de pigmentos amarillos por la autooxidación, las fluctuaciones leves serían causadas por cambios enzimáticos y liberación de compuestos fenólicos, para finalmente reducirse de forma definitiva por la acumulación de melaninas y otros productos de oxidación (Borchert et al., 2014; Zhu et al., 2006).

### **Dureza**

El envasado en CV presentó una mayor dureza en comparación con SV (Tabla 3), este hallazgo no ha sido corroborado debido a la limitada información comparativa en la literatura sobre el efecto de las presiones de envasado en la dureza de hongos comestibles, pero se ha reportado que en el envasado CV la pérdida de dureza durante el almacenamiento no afecta comercialmente a enoki (Choi et al., 2022). La diferencia de pérdida de dureza entre las presiones de envasado podría atribuirse a la presencia de oxígeno en SV, que favorece tanto la oxidación de la quitina, debilitando la pared celular (Posokina et al., 2024) como la peroxidación lipídica (reacción de los lípidos de la membrana celular con radicales libres) en la membrana celular que afecta la integridad de la membrana disminuyendo la rigidez (Castellanos et al., 2021; Lee et al., 2018).

El aumento de la temperatura redujo la dureza, lo que coincidió con los resultados obtenidos en *Pleurotus eryngii* a 2, 4 y 8 °C (Li et al., 2016) y en champiñones a 0, 5 y 10 °C (Oliveira et al., 2012). Mayores temperaturas podrían generar un entorno más favorable para las reacciones de autooxidación, respiración y la hidrólisis que degradan las estructuras celulares de lípidos, proteínas y polisacáridos lo que reblandece el hongo (Castellanos et al., 2021; Liu et al., 2015; Sharma et al., 2024). Asimismo, podrían estar relacionados con el incremento de humedad y pérdida de proteínas a mayores temperaturas que debilitaría la estructura celular (Cao et al., 2024).

El almacenamiento prolongado disminuyó significativamente la dureza, la mayor reducción se presentó en los primeros días y posteriormente se incrementó. Este patrón ha sido

descrito en ostra y champiñones (Cortés et al., 2011; Dhalsamant et al., 2015), mientras que, en otras investigaciones de la misma especie, la reducción es lineal (Han et al., 2020; Zivanovic et al., 2000). En *A. fuscosuccinea* el comportamiento de la dureza podría deberse inicialmente a procesos de deterioro que debilitan la estructura, pero luego la pared celular se vuelve más rígida por la formación progresiva de enlaces entre los residuos solubles derivados del metabolismo y la quitina, generando mayor resistencia (Li et al., 2016; Zivanovic et al., 2000).

## **Cinética de deterioro**

### **Humedad**

La evolución de humedad de *A. fuscosuccinea* durante el almacenamiento fue descrita, en la mayoría de los casos (8 y 12 °C), por una cinética de orden cero, lo que implica un aumento constante de humedad independiente de su concentración. Este comportamiento es coherente con una mayor disponibilidad de energía para facilitar la absorción de agua. La capacidad higroscópica del hongo, asociada con sus polisacáridos estructurales, puede explicar este fenómeno (Liao et al., 2014). Este comportamiento es respaldado por Tenazoa (2014), quien indica que el deterioro de los alimentos suele describirse mediante modelos de orden cero. Resultados similares han sido reportados en estudios sobre pérdida de peso en hongos champiñones (García, 2023) (Oliveira et al., 2012), donde también se ajustó este comportamiento a dicho modelo. En contraste, a 4 °C la humedad siguió una cinética de segundo orden, lo que sugiere una dependencia cuadrática con su concentración, posiblemente por una difusión más lenta del vapor. Este comportamiento podría reflejar un proceso en dos fases (agua libre y ligada), donde la absorción se vuelve progresiva y está influida por la estructura porosa del hongo y mecanismos de difusión más complejos (Paudel et al., 2016).

La constante de velocidad de reacción (K) mostró un incremento progresivo con la temperatura, en concordancia con la ley de Arrhenius, indicando que la velocidad del proceso se acelera por el incremento de la energía cinética molecular (Bell, 2020). Este comportamiento ha sido reportado en estudios sobre la reducción de peso en hongos, como champiñones (Nakilcioğlu-Taş y Ötleş, 2020) y enoki (Niu et al., 2020), donde se reportó un aumento de la velocidad de cambio con la temperatura de almacenamiento. Respecto a las presiones de envasado, el CV presentó una mayor velocidad de incremento de humedad en comparación con SV en todas las temperaturas evaluadas. La mayor retención de agua en CV podría explicarse

por la ausencia de aire, que favorece un ambiente cerrado donde la humedad se redistribuye con mayor eficiencia, ya sea por reabsorción de condensados o migración interna desde tejidos más hidratados (Chetti et al., 2014).

Los valores de  $R^2$  menores a 0.7 indicaron un ajuste deficiente de los modelos aplicados, lo que puede explicarse por la complejidad multifactorial y no lineal del proceso de absorción de humedad en matrices biológicas como los hongos comestibles. Por ejemplo, García-Pascual et al. (2005) mostró que la absorción de humedad de *Boletus edulis* depende de factores como la estructura del hongo, la actividad del agua y la temperatura, lo que dificulta el ajuste a modelos de difusión simples debido a la heterogeneidad interna del hongo.

## Color

### $L^*$

La variabilidad en los órdenes cinéticos para  $L^*$  sugiere que los mecanismos de cambio no responden a un único patrón, sino que está influenciado por la interacción entre temperatura y presión de envasado. A 4 °C, la cinética de orden cero indica un cambio progresivo independiente del nivel inicial de luminosidad, posiblemente asociado a una difusión lenta de compuestos o por reacciones estabilizadas por la baja energía térmica (Aquilanti et al., 2017). Este comportamiento concuerda con lo reportado por (Nakilcioğlu-Taş y Ötleş, 2020) en champiñones a igual temperatura. En contraste, el ajuste a segundo orden a 8 °C sugiere que, el aumento de energía favorece transformaciones más intensas, posiblemente asociadas a la acumulación de productos intermedios o la exposición de estructuras reflejantes internas (Maikon da Rocha et al., 2024), lo cual también ha sido reportado en la misma especie por (Nazir et al., 2022). En 12 °C, el comportamiento divergente (orden cero en SV y segundo orden en CV), este fenómeno resalta la influencia de las presiones de envasado en la cinética de deterioro a esta temperatura.

En cuanto a la constante K, la velocidad de cambio fue más pronunciada a 4 °C y tendió a disminuir con el aumento de la temperatura, comportamiento similar al descrito en enoki al evaluar blancura (Niu et al., 2020). Este comportamiento podría deberse a que, bajo refrigeración, se preserva la integridad estructural del hongo, lo que favorece una mayor exposición de superficies reflejantes o una redistribución de humedad que altera rápidamente la percepción visual del color. Según Mohapatra et al. (2010), en productos frescos como

champiñones, la conservación estructural a bajas temperaturas facilita procesos que afectan la apariencia superficial, acelerando cambios en parámetros ópticos como  $L^*$ . En SV, las bajas temperaturas acentuarían el oscurecimiento, mientras que temperaturas más elevadas podrían favorecer reestructuraciones que aumentan la reflectancia. Por el contrario, en CV, la presión negativa parece acelerar reacciones a baja temperatura, pero pierde eficacia conforme la temperatura se eleva (Kang et al., 2001).

Los valores de  $R^2$  inferiores a 0.7 en todos los tratamientos revelaron un ajuste deficiente de los modelos aplicados, lo cual indicó que los modelos considerados no capturan completamente la complejidad del cambio de  $L^*$ . Esto puede estar relacionado con la naturaleza multifactorial del parámetro de luminosidad, que involucra tanto factores físicos (estructura celular, refracción) como bioquímicos (pardeamiento enzimático o no enzimático) (Labuza, 1984). Asimismo, la alta heterogeneidad dentro de un mismo cuerpo fructífero, evidenciada en la Figura 17, genera variaciones internas en luminosidad y tonalidad. Esta variabilidad complica el ajuste de los modelos cinéticos, ya que distintas zonas del hongo presentan comportamientos diferenciales en la evolución del color, reflejando la complejidad del proceso de deterioro.

#### **$a^*$**

La cromaticidad  $a^*$  no presentó un ajuste claro a un único orden cinético, aunque en la mayoría de los casos sigue un comportamiento de orden cero, lo que sugiere un cambio progresivo e independiente del valor inicial del parámetro (Engin, 2020). Este patrón ha sido reportado previamente en la conservación de uchuva (*Physalis peruviana*) en refrigeración (Muñoz et al., 2017). No obstante, en *A. fuscosuccinea* se observó una variabilidad condicionada por la interacción entre la temperatura y el tipo de envasado. El tratamiento SV a 4 °C presentó un ajuste de primer orden, indicando un cambio dependiente de la concentración inicial de compuestos cromóforos, como la degradación de pigmentos fenólicos (Singh et al., 2024). Mientras que, CV a 8 °C mostró un ajuste a segundo orden, lo que sugiere una acumulación de productos intermedios o una intensificación de los procesos de oxidación interna (Onyeaka et al., 2022).

Respecto a  $K$ , se observó un comportamiento oscilante con el aumento de la temperatura. En CV, se incrementó notablemente a 8 °C, para luego disminuir a 12 °C; mientras que, en SV, la tendencia fue opuesta, con una leve disminución a 8 °C seguida de un incremento

moderado. En CV, las fluctuaciones podrían explicarse por reacciones no enzimáticas favorecidas por el entorno reductor a 8 °C, que se desaceleran a 12 °C por posibles efectos térmicos; mientras que la estabilidad de SV podría deberse a que la presencia de oxígeno favoreció la continuidad de ciertas reacciones o amortiguó los cambios (Gil et al., 2012). Estas fluctuaciones han sido reportadas por Xie et al. (2013) en hortalizas verdes, mientras que, otros autores como García (2023) y Vallejo y Velasco (2015) reportaron un incremento sostenido de K con la temperatura en arveja desgranada y champiñones.

El escaso ajuste de los modelos cinéticos al parámetro  $a^*$ , reflejado en  $R^2$  menor a 0.7, puede atribuirse a la complejidad del parámetro, influenciado por factores fisicoquímicos como el colapso celular, la oxidación de pigmentos fenólicos y la redistribución de humedad, además de la variabilidad intrínseca del hongo (Mohapatra et al., 2010).

#### **$b^*$**

El parámetro  $b^*$  difirió en el comportamiento cinético según la presión de envasado, las muestras CV mostraron un comportamiento cinético homogéneo en las tres temperaturas evaluadas, ajustándose a un modelo de orden cero. Esto indica un cambio progresivo en la cromaticidad  $b^*$  independiente de su valor inicial, alineado con lo reportado por Nakilcioğlu-Taş y Ötles (2020), quienes observaron que este tipo de modelo suele describir adecuadamente los cambios de color. En contraste, SV mostró una mayor variabilidad: segundo orden a 4 y 12 °C, y primer orden a 8 °C. Esta variabilidad sugiere una mayor complejidad en las interacciones estructurales o químicas bajo condiciones sin vacío, probablemente asociadas a la exposición continua al oxígeno (Singh et al., 2024). Hallazgos similares han sido descritos para hongos champiñones por Quevedo et al. (2016) quienes reportaron que el modelo de Weibull proporciona un mejor ajuste, seguido de un modelo de primer orden y por Nazir et al. (2022) quienes describieron un modelo de segundo orden.

En cuanto a la constante de velocidad, se observó comportamientos divergentes según la presión de envasado con el incremento de la temperatura. En las muestras SV, K disminuyó con el aumento de la temperatura, lo cual podría indicar una transición hacia tonalidades azuladas, posiblemente vinculada con la degradación de carotenoides o la aparición de pigmentos derivados de reacciones de pardeamiento no enzimático (Abou-Fayssal et al., 2023). Por el contrario, en CV se observó una mayor variabilidad, con un incremento marcado a 12 °C, tendencia también reportada por Garza (2001) en melocotón. Este comportamiento sugiere que

el vacío podría inducir cambios estructurales internos en el hongo, alterando la reflectancia superficial y favoreciendo reacciones distintas según la temperatura, como la reorganización de compuestos fenólicos o la modificación de la microestructura celular (Kang et al., 2001).

Excepto en SV a 8 °C y CV a 4 °C, los modelos aplicados al parámetro  $b^*$  no lograron un buen ajuste ( $R^2 < 0.7$ ), lo que sugiere que no capturan con precisión los cambios de color en el hongo. Esto podría deberse a que durante la refrigeración ocurren múltiples procesos físicos y químicos a la vez, como alteraciones en la estructura, movimientos de pigmentos y variaciones en la reflectancia, que los modelos cinéticos no capturan completamente estos factores, limitando su capacidad predictiva (Ling et al., 2015).

### **Análisis sensorial**

Los puntajes obtenidos en las muestras de *A. fuscosuccinea* fritos oscilaron entre 6 y 7 en todos los aspectos evaluados, tanto en muestras frescas como en conservadas (Figura 3). Estos valores son comparables a los reportados para ostra (color, olor y apariencia general) (Han et al., 2020) y enoki (olor y color) (Niu et al., 2020). En contraste, en shiitake (Ares et al., 2006) presentó valores inferiores a 6 en escala hedónica de 10 puntos (color, olor y textura).

El atributo olor en las muestras almacenadas presentó la puntuación más baja en comparación con las frescas. Esto también se ha observado en shiitake (Jiang et al., 2012) y *niscalos* (Andrés et al., 2014) con puntuaciones bajas en este parámetro.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

La caracterización fisicoquímica de hongos *Auricularia fuscusuccinea* frescos, evidenció un contenido de humedad de  $90.01 \pm 2.68$  %, cenizas de  $0.237 \pm 0.05$  %, proteínas de  $1.80 \pm 0.27$  % y fibra de  $0.703 \pm 0.24$  %, Asimismo, presentó un pH de  $6.50 \pm 0.09$  y una dureza de  $1.01 \pm 0.35$  N. En cuanto al color, las coordenadas CIELab fueron  $L^* = 33.57 \pm 5.48$ ,  $a^* = 14.69 \pm 3.56$  y  $b^* = 6.37 \pm 3.55$ .

La presión de envasado, temperatura y el tiempo de almacenamiento desempeñaron un papel determinante en la conservación de las características fisicoquímicas de *A. fuscusuccinea* durante los 18 días de evaluación. Aunque no hubo diferencias significativas entre las presiones de envasado, se observaron variaciones entre ambas; la presión CV mantuvo más estable la dureza, humedad, ceniza y proteína, mientras que SV favoreció la conservación del contenido de fibra, los niveles de pH y los parámetros de color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ). El incremento de la temperatura aceleró la disminución de las características fisicoquímicas del hongo, a excepción de la humedad que presentó un aumento, y de los parámetros  $L^*$  y  $b^*$ , que evidenciaron patrones no uniformes. Paralelamente, la prolongación del tiempo de almacenamiento favoreció una disminución progresiva en la mayoría de las variables dependientes, salvo la humedad, que aumentó continuamente, y de la dureza junto a  $b^*$  que presentaron fluctuaciones irregulares.

La cinética de deterioro de la humedad y color del hongo *A. fuscusuccinea* no siguió un orden cinético definido para todos los tratamientos. En la humedad fue predominante la reacción de orden cero, con excepción de  $4$  °C, que en ambas presiones se siguió un ajuste de segundo orden. En cuanto al color, el parámetro  $L^*$  se ajustó de manera equitativa a modelos de órdenes cero ( $4$ °C) y de segundo orden ( $8$  y  $12$  °C). El componente  $a^*$  se comportó mayoritariamente como orden cero, con apariciones puntuales de órdenes uno (SV- $4$ °C) y dos (CV- $8$ °C). El componente  $b^*$  se modeló consistentemente como orden cero en CV, mientras que en SV alternó entre segundo orden ( $4$  y  $12$  °C) y primer orden ( $8$  °C). La mayoría de los tratamientos presentaron un ajuste deficiente ( $R^2 < 0.7$ ) en los atributos evaluados, lo cual indica la complejidad del proceso de deterioro del hongo que no se ajustan a las cinéticas de orden cero, uno y dos. Debido a que estos modelos asumen un único mecanismo con velocidad

constante y no contemplan la heterogeneidad estructural, los cambios de fase en la absorción de humedad ni las reacciones enzimáticas o no enzimáticas que ocurren simultáneamente durante el almacenamiento.

La combinación de envasado al vacío (CV a 0.095 MPa) a 4 °C fue la más adecuada para conservar el hongo *A. fuscosuccinea*, ya que propició la menor variación en las características fisicoquímicas evaluadas y una desaceleración del deterioro durante el período de almacenamiento.

La evaluación sensorial del hongo *A. fuscosuccinea* demostró que la muestra conservada al vacío a 4 °C durante 18 días es tan aceptable como la fresca, con puntuaciones que oscilaron entre 6 y 7 en la escala hedónica de 9 puntos, que representó una percepción positiva desde “Me gusta ligeramente” y “Me gusta bastante”.

### **Recomendaciones**

Considerando los resultados obtenidos en el presente estudio sobre la conservación de *A. fuscosuccinea*, se sugiere a la comunidad científica de la Universidad Nacional de Jaén y otras instituciones académicas desarrollar investigaciones orientadas a:

- Abordar en profundidad el comportamiento del color en el hongo durante su almacenamiento, evaluando a nivel celular y enzimático.
- Evaluación de la cinética de deterioro mediante modelos matemáticos alternativos que se ajusten mejor al comportamiento de las características fisicoquímicas del hongo en condiciones de almacenamiento, considerándose el modelado cinético de orden fraccional como una alternativa.
- Explorar la aplicación de métodos complementarios de conservación al envasado tradicional (con o sin vacío), como el uso de absorbentes de humedad, microperforaciones, recubrimientos comestibles, o compuestos naturales con propiedades antimicrobianas (por ejemplo, aceites esenciales).
- Realizar estudios comparativos con tecnologías de envasado innovadoras, como el envasado activo, en atmósfera modificada, el envasado con película biodegradable, el envasado nanocompuesto o el uso de envases inteligentes, con el objetivo de ampliar las opciones de almacenamiento y optimizar la conservación y calidad del producto.

- Desarrollar de nuevos productos derivados del hongo o su incorporación en la formulación de alimentos como sustituto de algunos ingredientes, aprovechando sus propiedades nutricionales y/o funcionales.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abou-Fayssal, S., El Sebaaly, Z., y Sassine, Y. (2023). Pleurotus ostreatus Grown on Agro-Industrial Residues: Studies on Microbial Contamination and Shelf-Life Prediction under Different Packaging Types and Storage Temperatures. *Foods*, 12(3), 524. <https://doi.org/10.3390/foods12030524>
- Akbarirad, H., Mostafa, K. S., y Ali Shariaty, M. (2013). Deterioration and some of applied preservation techniques for common mushrooms (agaricus bisporus, followed by lentinus edodes, pleurotus spp.). *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, 2(6), 2398–2402. <https://office2.jmbfs.org/index.php/JMBFS/article/view/7091>
- Andrés, A. I., Timón, M. L., Molina, G., González, N., y Petró, M. J. (2014). Effect of MAP storage on chemical, physical and sensory characteristics of “niscalos” (*Lactarius deliciosus*). *Food Packaging and Shelf Life*, 1(2), 179–189. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2014.02.001>
- AOAC. (2023a). AOAC Official Method 920.87. Protein (Total) in Flour. En J. Latimer & W. George (Eds.), *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (22a ed., pp. C32-13–C32-14). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.2942>
- AOAC. (2023b). AOAC Official Method 934.01. Loss on Drying (Moisture) at 95–100°C for Feeds. En J. Latimer & W. George (Eds.), *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (22a ed., p. 0). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.1381>
- AOAC. (2023c). AOAC Official Method 940.26 Ash of Fruits and Fruit Products. En G. W. Latimer Jr. (Ed.), *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (22a ed., p. 0). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.3371>
- AOAC. (2023d). AOAC Official Method 962.09. Fiber (Crude) in Animal Feed and Pet Food. En J. Latimer & W. George (Eds.), *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (22a ed., pp. C4-44–C4-45). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.1416>

- AOAC. (2023e). AOAC Official Method 967.26 Salmonella in Processed Foods. En J. Latimer & W. George (Eds.), *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (22a ed., pp. C17-160). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.2243>
- AOAC. (2023f). AOAC Official Method 990.12. Aerobic Plate Count in Foods: Dry Rehydratable Film Method Neogen® Petrifilm® Aerobic Count Plate. En J. Latimer & W. George (Eds.), *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (22a ed., p. 0). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.2178>
- AOAC. (2023g). AOAC Official Method 991.14. Coliform and Escherichia coli Counts in Foods: Dry Rehydratable Film, Methods Neogen® Petrifilm® E. coli/Coliform Count Plate and Neogen Petrifilm Coliform Count Plate. En J. Latimer & W. George (Eds.), *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (22a ed., pp. C17-38–C17-39). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.2191>
- Aquilanti, V., Coutinho, N. D., y Carvalho-Silva, V. H. (2017). Kinetics of low-temperature transitions and a reaction rate theory from non-equilibrium distributions. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 375(2092), 20160201. <https://doi.org/10.1098/rsta.2016.0201>
- Ares, G., Parentelli, C., Gámbaro, A., Lareo, C., y Lema, P. (2006). Sensory shelf life of shiitake mushrooms stored under passive modified atmosphere. *Postharvest Biology and Technology*, 41(2), 191–197. <https://doi.org/10.1016/J.POSTHARVBIO.2006.03.013>
- Arteaga, C. M., Tafur, S. S., Vaca, M. S., Pastor, O. S., y Flores, F. L. (2018). Producción de *Auricularia* sp, utilizando cuatro sustratos en invernadero-Jaen-Cajamarca-2015/2016. *Revista Caxamarca*, 16(1), 99–107. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3109>
- Bandara, A. R., Rapior, S., Mortimer, P. E., Kakumyan, P., Hyde, K. D., y Xu, J. (2019). A review of the polysaccharide, protein and selected nutrient content of *Auricularia*, and their potential pharmacological value. *Mycosphere*, 10(1), 579–607. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/10/1/10>
- Bao, H., You, S., Cao, L., Zhou, R., Wang, Q., y Cui, S. W. (2016). Chemical and rheological properties of polysaccharides from fruit body of *Auricularia auricular-judae*. *Food*

*Hydrocolloids*, 57, 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.12.031>

- Bell, L. N. (2020). Moisture Effects on Food's Chemical Stability. En G. V. Barbosa-Cánovas, A. J. Fontana, S. J. Schmidt, & T. P. Labuza (Eds.), *Water Activity in Foods* (1a ed., pp. 227–253). <https://doi.org/10.1002/9781118765982>
- Borchert, N. B., Cruz-Romero, M. C., Mahajan, P. V, Ren, M., Papkovsky, D. B., y Kerry, J. P. (2014). Application of gas sensing technologies for non-destructive monitoring of headspace gases (O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub>) during chilled storage of packaged mushrooms (*Agaricus bisporus*) and their correlation with product quality parameters. *Food Packaging and Shelf Life*, 2(1), 17–29. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2014.05.001>
- Campo, V. Y., y Gélvez, O. (2011). Efecto de la termosonicación sobre las propiedades fisicoquímicas del hongo comestible (*Pleurotus ostreatus*) fresco empacado al vacío. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 9(2), 55–63. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90322644010>
- Cao, Y., Wu, L., Xia, Q., Yi, K., y Li, Y. (2024). Novel Post-Harvest Preservation Techniques for Edible Fungi: A Review. *Foods*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/foods13101554>
- Cardenas, S. W. (2017). Tamizaje fotoquímico, polifenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante, del hongo comestible (*Auricularia aurícula*). *Universidad Nacional Agraria de la Selva*. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1270>
- Castellanos, R. K., Villalobos-Carvajal, R., y Beldarrain-Iznaga, T. (2021). Fresh Mushroom Preservation Techniques. *Foods*, 10(9), 2126. <https://doi.org/10.3390/FOODS10092126>
- Chetti, M. B., Deepa, G. T., Antony, R. T., Khetagoudar, M. C., Uppar, D. S., y Navalgatti, C. M. (2014). Influence of vacuum packaging and long term storage on quality of whole chilli (*Capsicum annum L.*). *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2827–2832. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0763-3>
- Cheung, P. C. K. (2013). Mini-review on edible mushrooms as source of dietary fiber: Preparation and health benefits. *Food Science and Human Wellness*, 2(3–4), 162–166. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2013.08.001>

- Choi, J. W., Lim, S., Lee, J. H., Eum, H. L., Lee, J.-S., Park, H. S., Im, J.-H., y Do, K. R. (2022). Developed Vacuum Film Packaging Method Maintains Quality of Enoki Mushrooms (*Flammulina velutipes*) during Simulated Vessel Export to Vietnam. *Korean Journal of Packaging Science and Technology*, 28(2), 133–142. <https://doi.org/10.20909/KOPAST.2022.28.2.133>
- Cortés, R. M., Ruiz, R. M., y Henríquez, L. (2011). Influencia del empaque y envasado sobre las propiedades fisicoquímicas del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. *Revista MVZ Cordoba*, 16(2), 2593–2604. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1033>
- Crisan, E. V., y Sands, A. (1978). Nutritional Value. En *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms* (pp. 137–168). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-168050-3.50012-8>
- Dama, C. L., Kumar, S., Mishra, B. K., Shukla, K. B., Mathur, S., y Doshi, A. (2010). Antioxidative enzymatic profile of mushrooms stored at low temperature. *Journal of Food Science and Technology*, 47(6), 650–655. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0107-0>
- Dhalsamant, K., Dash, S. K., Bal, L. M., y Panda, M. K. (2015). Effect of perforation mediated MAP on shelf life of mushroom (*Volvariella volvacea*). *Scientia Horticulturae*, 189, 41–50. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2015.03.027>
- Dirección general de salud ambiental. (2008). Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano. En *Ministerio de salud* (NTS N° 071 – MINS/DIGESA; Vol. 1). <http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RM591MINSANORMA.pdf>
- Engin, D. (2020). Effect of drying temperature on color and desorption characteristics of oyster mushroom. *Food Science and Technology*, 40(1), 187–193. <https://doi.org/10.1590/fst.37118>
- FAO/OMS. (2023). Norma general para los hongos comestibles y sus productos (CXS 38-1981). En *Codex Alimentarius*. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/es/>

- Fiana, R. M., y Murtius, W. S. (2022). Estimating the Shelf Life of Oyster Mushroom Rendang packed with Vacuum or Non-Vacuum technique by the Application of the Arrhenius Methods. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1059(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1059/1/012053>
- Fu, Z., Zhao, S., Zhang, X., Polovka, M., y Wang, X. (2019). Quality Characteristics Analysis and Remaining Shelf Life Prediction of Fresh Tibetan Tricholoma matsutake under Modified Atmosphere Packaging in Cold Chain. *Foods*, 8(4), 136. <https://doi.org/10.3390/FOODS8040136>
- Gacula, M., y Rutenbeck, S. (2006). Sample size in consumer test and descriptive analysis. *Journal of Sensory Studies*, 21(2), 129–145. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2006.00055.x>
- García-Pascual, P., Sanjuán, N., Bon, J., Carreres, J. E., y Mulet, A. (2005). Rehydration process of Boletus edulis mushroom: characteristics and modelling. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(8), 1397–1404. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2126>
- García, E., y Fernández, I. (2012). Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con un ácido fuerte. *Universitat Politècnica de València*, 1–6. <http://hdl.handle.net/10251/16338>
- García, G. R. (2023). Multivariate accelerated shelf-life testing: a novel approach for understanding the shelf-life of edible mushrooms [Universidad de Barcelona]. En *Treballs Finals de Grau (TFG) - Química*. <https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/200664>
- Garza, G. S. (2001). *Caracterización reológica y microbiológica, y cinéticas de deterioro en cremogenado de melocotón* [Universitat de Lleida]. <https://api.core.ac.uk/oai/oai:www.tdx.cat:10803/8368>
- Gil, G. M., Rojano, B., y Guerrero, C. A. (2012). Inhibición de la polifenoloxidasas extraída del banano (cavendish) por medio de algunos derivados del isoespintanol. *Universidad Nacional de Colombia*, 193–248. <http://hdl.handle.net/10567/148>
- Gonzales, S. T. E. (2012). *Actividad de enzimas fibrolíticas termoestables en Podaxis*

*pistillaris* (L.) Fr [Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo].

<http://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1006/255>

González-González, G., Pirovani, M. E., Piagentini, A. M., Ulín-Montejo, F., Miranda-Cruz, E., Osorio-Osorio, R., Maldonado-Enríquez, E. J., y Salinas-Hernández, R. M. (2016). Cinética de cambios sensoriales y vida de anaquel de carambola mínimamente procesada. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 39(4), 393–402.

<https://doi.org/10.35196/rfm.2016.4.393-402>

Guo, H.-B., Zhang, Z.-F., Wang, J.-Q., Wang, S.-Y., Yang, J.-K., Xing, X.-Y., Qi, X.-J., y Yu, X.-D. (2022). Transcriptome analysis of genes associated with autolysis of *Coprinus comatus*. *Scientific Reports*, 12(1), 2476. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06103-z>

Guo, Y., Chen, X., Gong, P., Wang, R., Qi, Z., Deng, Z., Han, A., Long, H., Wang, J., Yao, W., Yang, W., Wang, J., y Li, N. (2023). Advances in Postharvest Storage and Preservation Strategies for *Pleurotus eryngii*. *Foods*, 12(5), 1046.

<https://doi.org/10.3390/foods12051046>

Gutiérrez, P. H., y De la Vara, S. R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos* (A. J. H. Loría, O. S. Avilés, V. E. González, R. Juárez, P. M. E. Anaya, P. D. Rosas, & H. E. Burguete (eds.); 2a ed.). McGraw-Hill Interamericana. <https://books.instituido.org/node/61>

Han, L. F., Maryam, A. Z. A., Nor-Khaizura, M. A. R., Jamilah, B., y Nur Hanani, Z. A. (2020). Application of modified atmosphere and active packaging for oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Food Packaging and Shelf Life*, 23, 1–6.

<https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2019.100451>

Hashemi, S. M., Maghsoudlou, Y., y Mashkour, M. (2013). Optimisation of humidity absorbers in active packaging of button mushroom by response surface methodology and genetic algorithms. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 5(3), 227–235. <https://doi.org/10.3920/QAS2012.0116>

Huang, B., Lin, W., Cheung, P. C. K., y Wu, J. (2011). Differential Proteomic Analysis of Temperature-Induced Autolysis in Mycelium of *Pleurotus tuber-regium*. *Current Microbiology*, 62(4), 1160–1167. <https://doi.org/10.1007/s00284-010-9838-4>

- International Organization for Standardization. (2012). *Sensory analysis: General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors*. ISO 8586:2012 (1a ed.). International Organization for Standardization.
- International Organization for Standardization. (2017). *Sensory analysis: Methodology, General guidance*. ISO 6658 (3a ed.). International Organization for Standardization.
- Iturbe, F., y Sandoval, J. (2011). *Análisis de Alimentos: Fundamentos y Técnicas*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Izham, I., Avin, F., y Raseetha, S. (2022). Systematic Review: Heat Treatments on Phenolic Content, Antioxidant Activity, and Sensory Quality of Malaysian Mushroom: Oyster (*Pleurotus* spp.) and Black Jelly (*Auricularia* spp.). *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.882939>
- Jafri, M., Jha, A., Bunkar, D. S., y Ram, R. C. (2013). Quality retention of oyster mushrooms (*Pleurotus florida*) by a combination of chemical treatments and modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 76, 112–118. <https://doi.org/10.1016/J.POSTHARVBIO.2012.10.002>
- Jiang, T., Feng, L., y Li, J. (2012). Changes in microbial and postharvest quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) treated with chitosan–glucose complex coating under cold storage. *Food Chemistry*, 131(3), 780–786. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2011.08.087>
- Jiang, T., Wang, Q., Xu, S., Jahangir, M. M., y Ying, T. (2010). Structure and composition changes in the cell wall in relation to texture of shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*) stored in modified atmosphere packaging. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(5), 742–749. <https://doi.org/10.1002/JSFA.3876>
- Jiang, T., Zheng, X., Li, J., Jing, G., Cai, L., y Ying, T. (2011). Integrated application of nitric oxide and modified atmosphere packaging to improve quality retention of button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Food Chemistry*, 126(4), 1693–1699. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2010.12.060>
- Jo, S.-H., Kim, T.-H., Yu, Y.-B., Oh, J.-A., Jang, M.-H., y Park, K.-M. (2012). A

- Comparative Study on the Physiological Activities of *Auricularia* spp. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 44(3), 350–355.  
<https://doi.org/10.9721/KJFST.2012.44.3.350>
- Jonathan, G., Omotayo, O., Baysah, G., y Aina, D. (2018). Effects of Some Preservation Methods on the Nutrient and Mineral Compositions of Three Selected Edible Mushrooms. *Microbial & Biochemical Technology*, 10(4), 106–111.  
<https://doi.org/10.4172/1948-5948.1000402>
- Kadnikova, I., Costa, R., Kalenik, T., Guruleva, O., y Yanguo, S. (2015). Chemical Composition and Nutritional Value of the Mushroom *Auricularia auricula-judae*. *Journal of food and nutrition research*, 3, 478–482. <http://pubs.sciepub.com/jfnr/3/8/1>
- Kang, J.-S., Park, W.-P., y Lee, D.-S. (2001). Quality of enoki mushrooms as affected by packaging conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(1), 109–114.  
[https://doi.org/10.1002/1097-0010\(20010101\)81:1<109::AID-JSFA789>3.0.CO;2-Y](https://doi.org/10.1002/1097-0010(20010101)81:1<109::AID-JSFA789>3.0.CO;2-Y)
- Khalloufi, S., Giasson, J., y Ratti, C. (2000). Water activity of freeze dried mushrooms and berries. *Canadian Biosystems Engineering*, 42(1), 51–56.
- Khaskheli, S. G., Zheng, W., Sheikh, S. A., Khaskheli, A. A., Liu, Y., Soomro, A. H., Feng, X., Sauer, M. B., Wang, Y. F., y Huang, W. (2015). Characterization of *Auricularia auricula* polysaccharides and its antioxidant properties in fresh and pickled product. *International Journal of Biological Macromolecules*, 81, 387–395.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.08.020>
- Kibar, B. (2021). Influence of different drying methods and cold storage treatments on the postharvest quality and nutritional properties of *P. ostreatus* mushroom. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45(5), 565–579. <https://doi.org/10.3906/tar-2102-76>
- Labuza, T. P. (1984). Application of chemical kinetics to deterioration of foods. *Journal of Chemical Education*, 61(4), 348. <https://doi.org/10.1021/ed061p348>
- Lee, J.-H., Choi, J.-W., Chang, E.-H., Shin, I. S., y Hong, Y.-P. (2018). Quality changes in mushroom (*Agaricus bisporus*) due to storage temperature and packing film. *Korean Journal of Food Preservation*, 25(6), 742–753.

<https://doi.org/10.11002/kjfp.2018.25.6.742>

- Lendzian, K. J., y Beck, A. (2021). Barrier properties of fungal fruit body skins, pileipelles, contribute to protection against water loss. *Scientific Reports*, *11*(1), 1–9.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-88148-0>
- Li, D., Qin, X., Tian, P., y Wang, J. (2016). Toughening and its association with the postharvest quality of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) stored at low temperature. *Food Chemistry*, *196*, 1092–1100.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.060>
- Li, J., Li, Z., Zhao, T., Yan, X., y Pang, Q. (2021). Proteomic Analysis of *Auricularia auricula-judae* Under Freezing Treatment Revealed Proteins and Pathways Associated With Melanin Reduction. *Frontiers in Microbiology*, *11*, 1–14.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.610173>
- Li, R. R., Zheng, Q. W., Xu, Z., Zou, Y., Wu, M. X., Pan, T., Lin, J. F., y Guo, L. Q. (2022). Quality enhancement and shelf-life elongation of postharvest *Pleurotus tuoliensis* through sealed packaging. *Scientia Horticulturae*, *305*, 111416.  
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111416>
- Li, R., Zheng, Q., Lu, J., Zou, Y., Lin, J., Guo, L., Ye, S., y Xing, Z. (2021). Chemical composition and deterioration mechanism of *Pleurotus tuoliensis* during postharvest storage. *Food Chemistry*, *338*, 127731. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127731>
- Li, Z., Luo, R., Zhang, Y., Yana, X., y Pang, Q. (2018). Effective protein extraction from mycelium and fruiting body of *Auricularia auricula* for proteomics studies. *International Journal of Food Properties*, *21*(1), 2156–2166.  
<https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1499111>
- Liang, C. H., Wu, C. Y., Lu, P. L., Kuo, Y. C., y Liang, Z. C. (2019). Biological efficiency and nutritional value of the culinary-medicinal mushroom *Auricularia* cultivated on a sawdust basal substrate supplement with different proportions of grass plants. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *26*(2), 263–269.  
<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.10.017>

- Liao, W. C., Hsueh, C.-Y., y Chan, C.-F. (2014). Antioxidative activity, moisture retention, film formation, and viscosity stability of *Auricularia fuscusuccinea*, white strain water extract. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 78(6), 1029–1036.  
<https://doi.org/10.1080/09168451.2014.912113>
- Ling, B., Tang, J., Kong, F., Mitcham, E. J., y Wang, S. (2015). Kinetics of Food Quality Changes During Thermal Processing: a Review. *Food and Bioprocess Technology*, 8(2), 343–358. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1398-3>
- Liu, E., Ji, Y., Zhang, F., Liu, B., y Meng, X. (2021). Review on *Auricularia auricula-judae* as a Functional Food: Growth, Chemical Composition, and Biological Activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(6), 1739–1750.  
<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c05934>
- Liu, F., He, Y., y Sun, G. (2009). Determination of Protein Content of *Auricularia auricula* Using Near Infrared Spectroscopy Combined with Linear and Nonlinear Calibrations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(11), 4520–4527.  
<https://doi.org/10.1021/JF900474A>
- Liu, Q., Cui, X., Song, Z., Kong, W., Kang, Y., Kong, W., y Ng, T. B. (2021). Coating shiitake mushrooms (*Lentinus edodes*) with a polysaccharide from *Oudemansiella radicata* improves product quality and flavor during postharvest storage. *Food Chemistry*, 352, 129357. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129357>
- Liu, Z., Niu, X., Wang, J., Zhang, W., Yang, M., Liu, C., Xiong, Y., Zhao, Y., Pei, S., Qin, Q., Zhang, Y., Yu, Y., y Yuan, S. (2015). Comparative Study of Nonautolytic Mutant and Wild-Type Strains of *Coprinopsis cinerea* Supports an Important Role of Glucanases in Fruiting Body Autolysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(43), 9609–9614. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b03962>
- Llovera, A. (2008). *The Feasibility of Producing Vacuum-Packed Fermented Vegetable Products* [Technological University Dublin]. <https://doi.org/10.21427/D7GT8V>
- Maikon da Rocha, E., Avila, S., De Lima, J. J. de L., Scheffer de Andrade Silva, R., Miranda Bacila, D., Mathias, A. L., y Jorge, R. M. M. (2024). Evaluation of blanching effectiveness and optimal temperature and time conditions to minimize browning of

- commercial mushrooms. *Scientia Plena*, 20(6).  
<https://doi.org/10.14808/sci.plena.2024.061501>
- Mammasse, N., y Schlich, P. (2014). Adequate number of consumers in a liking test. Insights from resampling in seven studies. *Food Quality and Preference*, 31, 124–128.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.01.009>
- Marçal, S., Sousa, A. S., Taofiq, O., Antunes, F., Morais, A. M. M. B., Freitas, A. C., Barros, L., Ferreira, I. C. F. R., y Pintado, M. (2021). Impact of postharvest preservation methods on nutritional value and bioactive properties of mushrooms. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 418–431. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.02.007>
- Martínez-Flores, A., Corrales-García, J. J., Espinosa-Solares, T., García-Gatica, P. G., y Villanueva-Verduzco, C. (2008). Cambios postcosecha del hongo comestible huitlacoche (*Ustilago maydis* (D. C.) Corda). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 14(3), 339–346. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v14n3/v14n3a16.pdf>
- Martins, F. G., Silva, W. R., Nunes, B. D., Lamarca, R. S., Lima, G. C., y Petrucci, J. F. (2020). Novel approaches for colorimetric measurements in analytical chemistry – A review. *Analytica Chimica Acta*, 1135, 187–203.  
<https://doi.org/10.1016/j.aca.2020.07.030>
- Mau, J.-L. L., Wu, K.-T. T., Wu, Y.-H. H., y Lin, Y.-P. P. (1998). Nonvolatile Taste Components of Ear Mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(11), 4583–4586. <https://doi.org/10.1021/jf9805606>
- Mendieta, T. Ó., y Medina, V. M. (2006). Secado natural y solar de hongos comestibles silvestres de la región San Martín. *Folia Amazónica*, 7(1–2), 97.  
<https://doi.org/10.24841/fa.v7i1-2.367>
- Mohapatra, D., Bira, Z. M., Kerry, J. P., Frías, J. M., y Rodrigues, F. A. (2010). Postharvest Hardness and Color Evolution of White Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Journal of Food Science*, 75(3), 146–152. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01518.x>
- Muñoz, A., Barbosa, A., Bustos, D., Ramírez, Y., Vásquez, Y., García, J., y Guancha, M.

- (2017). Conservación de uchuva (*Physalis peruviana*) mediante la aplicación de un recubrimiento a base de quitosano y áloe vera, utilizando el método de aspersión. *Informador Técnico*, 81(1), 86–94. <https://doi.org/10.23850/22565035.722>
- Nakilcioğlu-Taş, E., y Ötleş, S. (2020). Kinetics of colour and texture changes of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) coated with chitosan during storage at low temperature. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92(2), e20181387. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020181387>
- Nazir, A., AlDhaheeri, M., Mudgil, P., Marpu, P., y Kamal-Eldin, A. (2022). Hyperspectral imaging based kinetic approach to assess quality deterioration in fresh mushrooms (*Agaricus bisporus*) during postharvest storage. *Food Control*, 131, 108298. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2021.108298>
- Nieto, I. J., y Chegwin, A. C. (2010). Influencia del sustrato utilizado para el crecimiento de hongos comestibles sobre sus características nutraceutica. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 12(1), 169–178.
- Nisha, D. (2025). *Informe de mercado global de hongos comestibles edición 2025*. [https://www.cognitivemarketresearch.com/edible-mushrooms-market-report#request\\_sample](https://www.cognitivemarketresearch.com/edible-mushrooms-market-report#request_sample)
- Niu, Y., Yun, J., Bi, Y., Wang, T., Zhang, Y., Liu, H., y Zhao, F. (2020). Predicting the shelf life of postharvest *Flammulina velutipes* at various temperatures based on mushroom quality and specific spoilage organisms. *Postharvest Biology and Technology*, 167, 111235. <https://doi.org/10.1016/J.POSTHARVBIO.2020.111235>
- Oli, A. N., Edeh, P. A., Al-Mosawi, R. M., Mbach, N. A., Al-Dahmoshi, H. O. M., Al-Khafaji, N. S. K., Ekuma, U. O., Okezie, U. M., y Saki, M. (2020). Evaluation of the phytoconstituents of *Auricularia auricula-judae* mushroom and antimicrobial activity of its protein extract. *European Journal of Integrative Medicine*, 38(July), 101176. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2020.101176>
- Oliveira, F., Sousa-Gallagher, M. J., Mahajan, P. V., y Teixeira, J. A. (2012). Development of shelf-life kinetic model for modified atmosphere packaging of fresh sliced mushrooms. *Journal of Food Engineering*, 111(2), 466–473.

<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.01.013>

- Onyeaka, D. H., Nwaizu, C.-C., y Ekaette, I. (2022). Mathematical modeling for thermally treated vacuum-packaged foods: A review on sous vide processing. *Trends in Food Science & Technology*, 126, 73–85. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.06.018>
- Pardo-Giménez, A., Carrasco, J., Pardo, J. E., Álvarez-Ortí, M., y Zied, D. C. (2020). Influence of substrate density and cropping conditions on the cultivation of sun mushroom. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 18(2), 1–11. <https://doi.org/10.5424/sjar/2020182-16037>
- Paudel, E., Boom, R. M., y Van der Sman, R. G. M. (2016). Effects of Porosity and Thermal Treatment on Hydration of Mushrooms. *Food and Bioprocess Technology*, 9(3), 511–519. <https://doi.org/10.1007/s11947-015-1641-6>
- Peryam, D. R., y Pilgrim, F. J. (1957). Hedonic Scale Method of Measuring Food Preferences. *Food Technology*, 11, 9–14.
- Posokina, N. E., Bessarab, O. V., Karastoyanova, O. V., y Korovkina, N. V. (2024). The influence of storage conditions on the dynamics of physicochemical markers of champignon (*Agaricus bisporus*) quality. *Food Systems*, 7(3), 427–437. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-3-427-437>
- Premakumar, K., Sahana, S., y Perera, P. M. (2020). Extension of the Shelf-life of Minimal Processed Oyster Mushrooms with Extension of the Shelf-life of Minimal Processed Oyster Mushrooms with Chemical Treatments. *African Journal of Food Science and Technology*, 11(3), 1–7. <https://doi.org/dx.doi.org/10.14303//ajfst.2020.011>
- Quevedo, R., Díaz, O., Valencia, E., Pedreschi, F., Bastias, J. M., y Siche, R. (2016). Differences Between the Order Model and the Weibull Model in the Modeling of the Enzymatic Browning. *Food and Bioprocess Technology*, 9(11), 1961–1967. <https://doi.org/10.1007/s11947-016-1775-1>
- Ríos, H. A., Mosquera, M. L. H., Torres, T. M. G., y Hinestroza, C. L. I. (2005). Caracterización bromatológica y compuestos bioactivos de la seta *Auricularia aurícula*. *Universidad tecnológica del chocó*, 45–48.

- Romero, M. A. S. (2015). *Caracterización físico-química de hongos comestibles (Auriculariaceae fuscosuccinea y Favolus brasiliensis) y posibilidad de conservación en solución de salmuera* [Universidad Nacional de San Martín].  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM\\_65b93c4dafc483cfc04e1525bfd8da ff%0A](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM_65b93c4dafc483cfc04e1525bfd8da ff%0A)
- Ros, G., Palazón, M. A., Abellán, B. P., Vidal, M. L., y Romero, F. (2003). Revisión: cinética de los procesos de deterioro de los alimentos. *Ingenierías Agroalimentarias*, 22(183), 61–68.
- Ruiz, R. M. P., Cortés, R. M., y Henríquez, A. L. E. (2010). Effect of two atmospheres packaging on edible mushrooms (*Pleurotus ostreatus* L.) treated by vacuum impregnation with conservant solution. *Revista de la facultad de química farmacéutica*, 17(1), 11–19. <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.4951>
- Rux, G., Mahajan, P. V., Geyer, M., Linke, M., Pant, A., Saengerlaub, S., y Caleb, O. J. (2015). Application of humidity-regulating tray for packaging of mushrooms. *Postharvest Biology and Technology*, 108, 102–110.  
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.06.010>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2024). *Datos Hidrometeorológicos en Cajamarca*.  
<https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=estaciones>
- Sharma, V., Singh, P., y Singh, A. (2024). Shelf-life extension of fresh mushrooms: From conventional practices to novel technologies—A comprehensive review. *Future Postharvest and Food*, 1(3), 317–333. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/fpf2.12029>
- Shin, S. H., Jung, J. Y., Choi, J. H., Kim, D. M., y Jeong, M. C. (2009). Effect of Packaging Methods on Enoki Mushroom Qualities. *Food Science and Preservation*, 16(2), 179–185. <https://koreascience.kr/article/JAKO200917639072834.page>
- Silva, M., Vida, M., Ramos, A. C., Lidon, F. J., Reboredo, F. H., y Gonçalves, E. M. (2025). Storage Temperature Effect on Quality and Shelf-Life of *Hericium erinaceus* Mushroom. *Horticulturae*, 11(2), 1–18.  
<https://doi.org/10.3390/HORTICULTURAE11020158>

- Singh, P., Anam, Singh, P., Chaurasia, S., y Kumar, D. (2024). Chemical kinetics and thermodynamics of PPO activity, colour changes and microbial degradation during blanching of the sugarcane billets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(12), 7130–7142. <https://doi.org/10.1002/jsfa.13536>
- Srikram, A., y Supapvanich, S. (2016). Proximate compositions and bioactive compounds of edible wild and cultivated mushrooms from Northeast Thailand. *Agriculture and Natural Resources*, 50(6), 432–436. <https://doi.org/10.1016/J.ANRES.2016.08.001>
- Stamets, P. (2000). Growing Gourment ang Medicinal Mushrooms. En *Ten Speed Press* (3a ed.). <https://goo.gl/5QzDMb>
- Subramaniam, S., Jiao, S., Zhang, Z., y Jing, P. (2021). Impact of post-harvest processing or thermal dehydration on physiochemical, nutritional and sensory quality of shiitake mushrooms. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(3), 2560–2595. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12738>
- Tang, J., Chen, X., Zhang, Y., Wang, J., Jiang, F., y Sun, B. (2022). The ultra-low O<sub>2</sub> environment after anaerobic treatment enhanced the antioxidant properties of *Agaricus bisporus* mushroom. *Scientia Horticulturae*, 303, 111192. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111192>
- Tang, J., He, Z., Zhang, B., Cheng, J., Qiu, W., Chen, X., Chang, C., Wang, Q., Hu, J., Cai, C., y Meng, Y. (2024). Structural properties, bioactivities, structure-activity relationships and bio-applications of polysaccharides from *Auricularia auricula*: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 280, 135941. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.135941>
- Tenazoa, H. L. L. (2014). *Cinética de deterioro de la calidad de la Col (Brassica olerácea L.) C.V corazón de Buey, minimamente procesada*. [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/312>
- Torija, I. M. E. (2015). *Principios inmediatos y elementos minerales en hongos comestibles* [Universidad Complutense de Madrid]. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/39161>
- Valentine, O. C., Eucheria, A. N., Jecinta, E. C., Nwakaego, O. C., Oliver, E. U., Clifford, U.

- D., Titilayo, O. O., Chiamaka, N. J., Chinwendu, A. E. M., Ihuoma, C. C., Obashi, O. E., y Ejiofor, N. A. (2024). Bioactive Contents and Antioxidant Activities of Wild Mushrooms of Southeastern Nigeria. *International Journal of Agriculture and Biology*, 32(3), 277–286. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.2202>
- Vallejo, C., y Velasco, M. (2015). Aplicación de la tecnología de empaque bajo atmosferas modificadas (MAP) en la conservación y vida útil de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Obonuco Andina [Universidad de Nariño]. En *Postharvest Biology and Technology* (Vol. 21, Número 2). [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00149-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00149-6)
- Venturini, M. E., Rivera, C. S., Blanco, D., Montori, P. M., Crespo, M. E. V., y Medina, C. S. R. (2008). Determinación de pH y contenido acuoso en carpóforos comestibles ofertados comercialmente : valoración de metodologías. *Avances en maduración y post-recolección de frutas y hortalizas*, 145–154.
- Villarreal, A., y Cuevas-García, R. (2020). Obtención y análisis de expresiones de cinética química. *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología*, 14(26), 1e-23e. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2021.26.69638>
- Vullioud, M. B., Rusalen, R., y De Michelis, A. (2011). Blanching process of oyster mushrooms (*pleurotus ostreatus*) and its effect on parameters of technological interest in Argentina. *Micología Aplicada Internacional*, 23(2), 47–53. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68519085002>
- Wang, S., Song, W., Wang, M., Wang, J., Ding, T., Zhou, D., y Ma, S. (2022). Tests and analyses on physical and mechanical properties of fresh black fungus in picking season. *PLoS ONE*, 17(10), 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275565>
- Wu, F., Tohtirjap, A., Fan, L. F., Zhou, L. W., Alvarenga, R. L. M., Gibertoni, T. B., y Dai, Y. C. (2021). Global diversity and updated phylogeny of Auricularia (Auriculariales, basidiomycota). *Journal of Fungi*, 7(11), 933. <https://doi.org/10.3390/jof7110933>
- Xie, J., Zhang, L., Su, H., Li, L., y Wu, S. (2013). Quality kinetic model and shelf life prediction of green vegetable (*Brassica rapa* var. *chinensis*). *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 29(15), 271–278. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-6819.2013.15.033>

- Zaragoza, M. A. R. (2011). Análisis de los compuestos fenólicos de los hongos comestibles huitlacoche (*Ustilago maydis*) y setas (*Pleurotus ostreatus*) y evaluación de algunas de sus posibles propiedades nutraceuticas. [Universidad Autónoma de Aguascalientes]. En *Universidad Autónoma de Aguascalientes*. <http://hdl.handle.net/11317/858>
- Zhang, K., Pu, Y. Y., y Sun, D. W. (2018). Recent advances in quality preservation of postharvest mushrooms (*Agaricus bisporus*): A review. *Trends in Food Science & Technology*, 78, 72–82. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2018.05.012>
- Zhao, Y., Li, S.-L., Chen, H.-Y., Zou, Y., Zheng, Q.-W., Guo, L.-Q., Wu, G.-H., Lu, J., Lin, J.-F., y Ye, Z.-W. (2021). Enhancement of carotenoid production and its regulation in edible mushroom *Cordyceps militaris* by abiotic stresses. *Enzyme and Microbial Technology*, 148, 109808. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2021.109808>
- Zhu, J., Wang, X., y Xu, Y. (2006). Effects of the postharvest storage temperature and its fluctuations on the keeping quality of *Agaricus Bisporus*. *International Journal of Food Engineering*, 2(1). <https://doi.org/10.2202/1556-3758.1064>
- Zięba, P., Sękara, A., Sułkowska-Ziaja, K., y Muszyńska, B. (2021). Culinary and Medicinal Mushrooms: Insight into Growing Technologies. *Acta Mycologica*, 55(2), 1–19. <https://doi.org/10.5586/am.5526>
- Zivanovic, S., Busher, R. W., y Kim, K. S. (2000). Textural changes in mushrooms (*Agaricus bisporus*) associated with tissue ultrastructure and composition. *Journal of Food Science*, 65(8), 1404–1408. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb10621.x>
- Zou, Y., Wen, Y., She, W., y Hu, W. (2014). Physicochemical Properties of Melanin from *A. auricula* Fruiting Bodies. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 6(8), 1002–1004. <https://doi.org/10.19026/ajfst.6.148>
- Zou, Y., Yang, Y., Zeng, B., Gu, Z., y Han, Y. (2013). Comparison of physicochemical properties and antioxidant activities of melanins from fruit-bodies and fermentation broths of *Auricularia auricula*. *International Journal of Food Properties*, 16(4), 803–813. <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.567433>

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser brindarnos fuerza y sabiduría a lo largo de este camino académico y profesional.

A la Universidad Nacional de Jaén (UNJ) y a sus docentes, por compartir sus conocimientos, guiarnos en nuestra formación profesional y brindarnos las oportunidades necesarias para crecer académicamente.

A nuestros asesores Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano y Dr. Polito Michael Huayama Sopla, paciencia, orientación y valioso apoyo en cada etapa de esta investigación.

Al personal de laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias y la Facultad de Ingeniería de Ciencias Agrarias (FICA) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), por su apoyo técnico, orientación y facilitación de materiales y equipos.

Al centro de Investigación y Producción de Hongos Alimenticios y Medicinales (CIPHAM) de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), por su valiosa colaboración en la identificación taxonómica de la especie estudiada.

A nuestras familias y seres queridos por ser un apoyo incondicional, confianza y colaboración a lo largo de este estudio.

## DEDICATORIA

A Dios, por brindarme sabiduría,  
fortaleza y conocimientos a lo largo de  
esta etapa.

A mis padres, mi abuela materna y mi  
hermana, por ser mi inspiración, por su  
amor incondicional, sus consejos, su  
apoyo y ser parte de mi desarrollo  
personal y profesional. A mi compañero  
afectivo que, con su compañía, paciencia  
y aliento, hizo que este camino fuera más  
llevadero.

A mis mascotas que me acompañaron en  
este proceso siendo mi consuelo y  
refugio en los momentos difíciles. Su  
lealtad y cariño siempre fueron mi motor  
y fuente de motivación

De: Maria Yulisa Espilco Caro

A mis padres, por su amor incondicional y  
por creer en mí desde el primer día. Por  
sus sacrificios silenciosos y su apoyo  
constante, que han sido la clave de cada  
paso que hoy.

A mi abuela paterna, que partió antes de  
ver este sueño hecho realidad, pero cuya  
presencia me acompañó en cada paso del  
camino.

Y a mí, por no rendirme, por abrazar el  
cansancio con coraje y por seguir  
creyendo incluso cuando las fuerzas  
flaqueaban.

De: Carhuapoma Castillo Jhonatan A

## ANEXOS

## Anexo 1

Identificación taxonómica de hongos

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- |  |  |   |
|--|--|---|
| • <b>APARTADO POSTAL</b><br>N° 921 - Cusco - Perú  | • <b>CIUDAD UNIVERSITARIA</b><br>Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos:<br>228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226 | • <b>MUSEO INKA</b><br>Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380   |
| • <b>FAX:</b> 238156 - 238173 - 222512   | • <b>CENTRAL TELEFÓNICA:</b> 232398 - 252210<br>243835 - 243836 - 243837 - 243838 - 604100                           | • <b>CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA</b><br>San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246                          |
| • <b>RECTORADO</b><br>Calle Tigre N° 127<br>Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398 | • <b>LOCAL CENTRAL</b><br>Plaza de Armas s/n<br>Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015                                  | • <b>COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"</b><br>Av. De la Cultura N° 721<br>"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192 |

## CERTIFICADO

La directora del Centro de Investigación y Producción de Hongos Alimenticios y Medicinales – CIPHAM, certifica que los hongos basidiomicetos utilizados en el proyecto de investigación de tesis intitulado “Evaluación de las presiones de envasado y temperaturas de almacenamiento en la conservación del hongo *Auricularia* sp.” con los que vienen trabajando los señores bachilleres María Yulisa Espilco Caro y Jhonatan Ángel Carhuapoma Castillo de la Carrera profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén, corresponde a la especie:

*Auricularia fuscosuccinea* (Mont.) Henn.

Siendo su posición taxonómica:

Reino Fungi  
 Subreino Dykaria  
 Division Basidiomycota  
 Subdivisión Agaricomycotina  
 Clase Agaricomycetes  
 Subclase Auriculariomycetidae  
 Orden Auriculariales  
 Familia Auriculariaceae  
 Genero Auricularia  
 Especie *Auricularia fuscosuccinea*

Nombre Común: Oreja de palo, oreja de chancho

Se expide el presente certificado a petición de los interesados para los fines que vieren conveniente.

Cusco, 15 de abril del 2024



Dra. María E. Holgado Rojas

Directora CIPHAM



**Anexo 2**

Ficha de consentimiento informado y ficha de evaluación sensorial



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS

---

**Consentimiento informado de aplicación de análisis de hongos comestibles***Auricularia fuscosuccinea***Producto:** hongos comestibles (*A. fuscosuccinea*) fritos**Fecha:** .../.../....

Yo, ..... identificado con documento de identidad N° ....., edad....., he sido informado plenamente sobre los objetivos del proyecto y por voluntad propia doy mi consentimiento para la aplicación de análisis sensorial de hongos comestibles que están llevando a cabo los egresados a cargo María Yulisa Espilco Caro y Jhonatan Angel Carhuapoma Castillo del proyecto de “Evaluación de las presiones de envasado y temperaturas de almacenamiento en la conservación del hongo *Auricularia fuscosuccinea*”, llevado a cabo en la Universidad Nacional de Jaén.

Por lo antes mencionado, hago constar que he leído y entendido en su totalidad este documento, por lo que en constancia firmo y acepto su contenido.

---

Firma del panelista

## FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

**Nombre:**

**Fecha:**

**Edad:**

**Sexo:**

**Producto:** hongos comestibles (*Auricularia fuscusuccinea*) fritos.

**Instrucciones:** Identifique el código de la muestra de hongos comestibles, luego proceda a probar y evaluar. Según la escala asigne un puntaje para cada atributo. Para distinguir mejor los sabores, tomar agua después de evaluar una muestra.

**Tabla 1**

*Escala hedónica de 9 puntos*

| Escala hedónica             | Puntaje |
|-----------------------------|---------|
| Me disgusta muchísimo       | 1       |
| Me disgusta mucho           | 2       |
| Me disgusta bastante        | 3       |
| Me disgusta ligeramente     | 4       |
| No me gusta, ni me disgusta | 5       |
| Me gusta ligeramente        | 6       |
| Me gusta bastante           | 7       |
| Me gusta mucho              | 8       |
| Me gusta muchísimo          | 9       |

**Tabla 2**

*Atributos a evaluar*

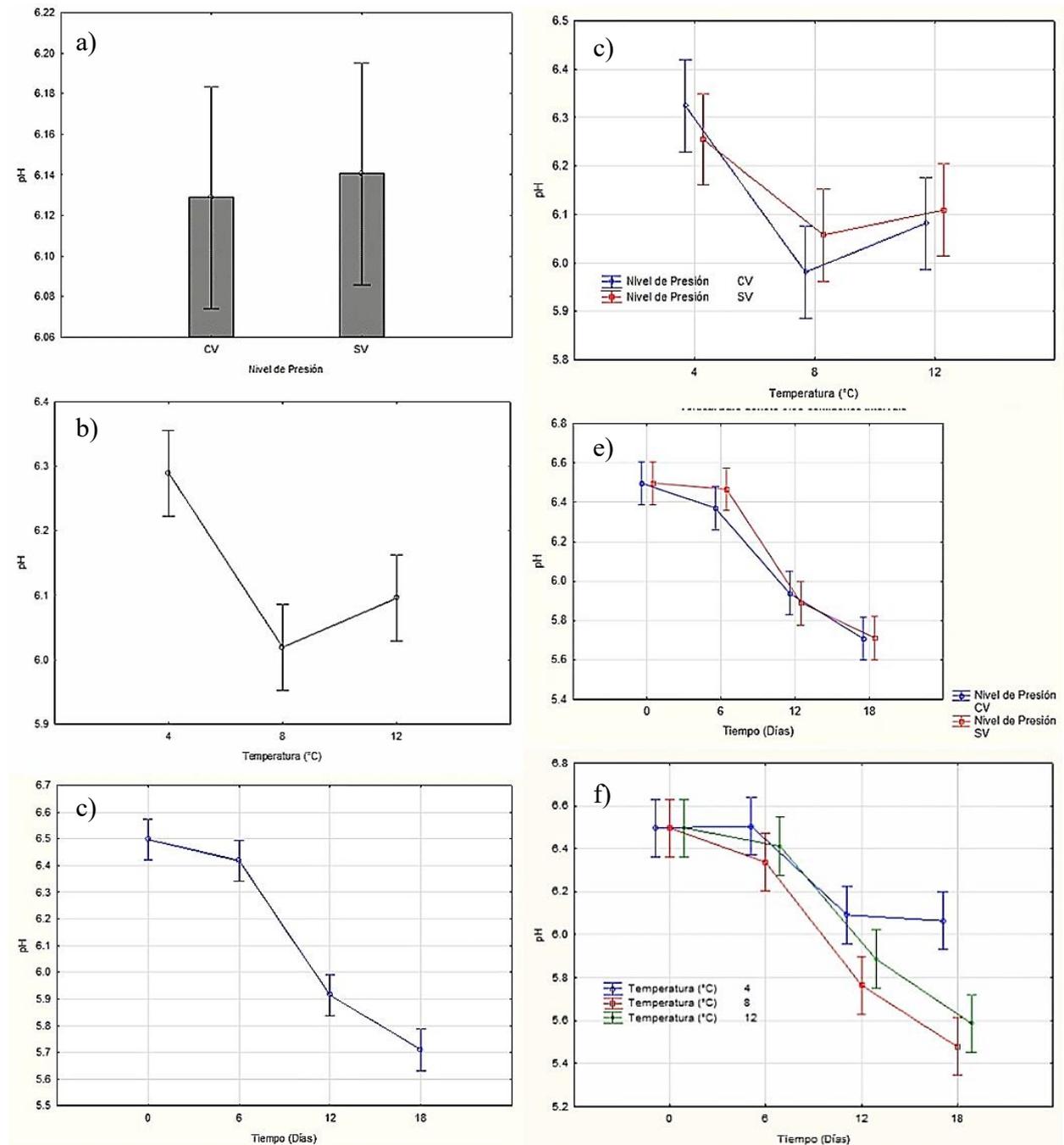
| Atributos          | Código de las muestras evaluadas |     |
|--------------------|----------------------------------|-----|
|                    | 536                              | 487 |
| Color              |                                  |     |
| Olor               |                                  |     |
| Sabor              |                                  |     |
| Textura            |                                  |     |
| Apariencia general |                                  |     |

### Anexo 3

Análisis de datos de características fisicoquímicas durante el almacenamiento

#### Figura 4

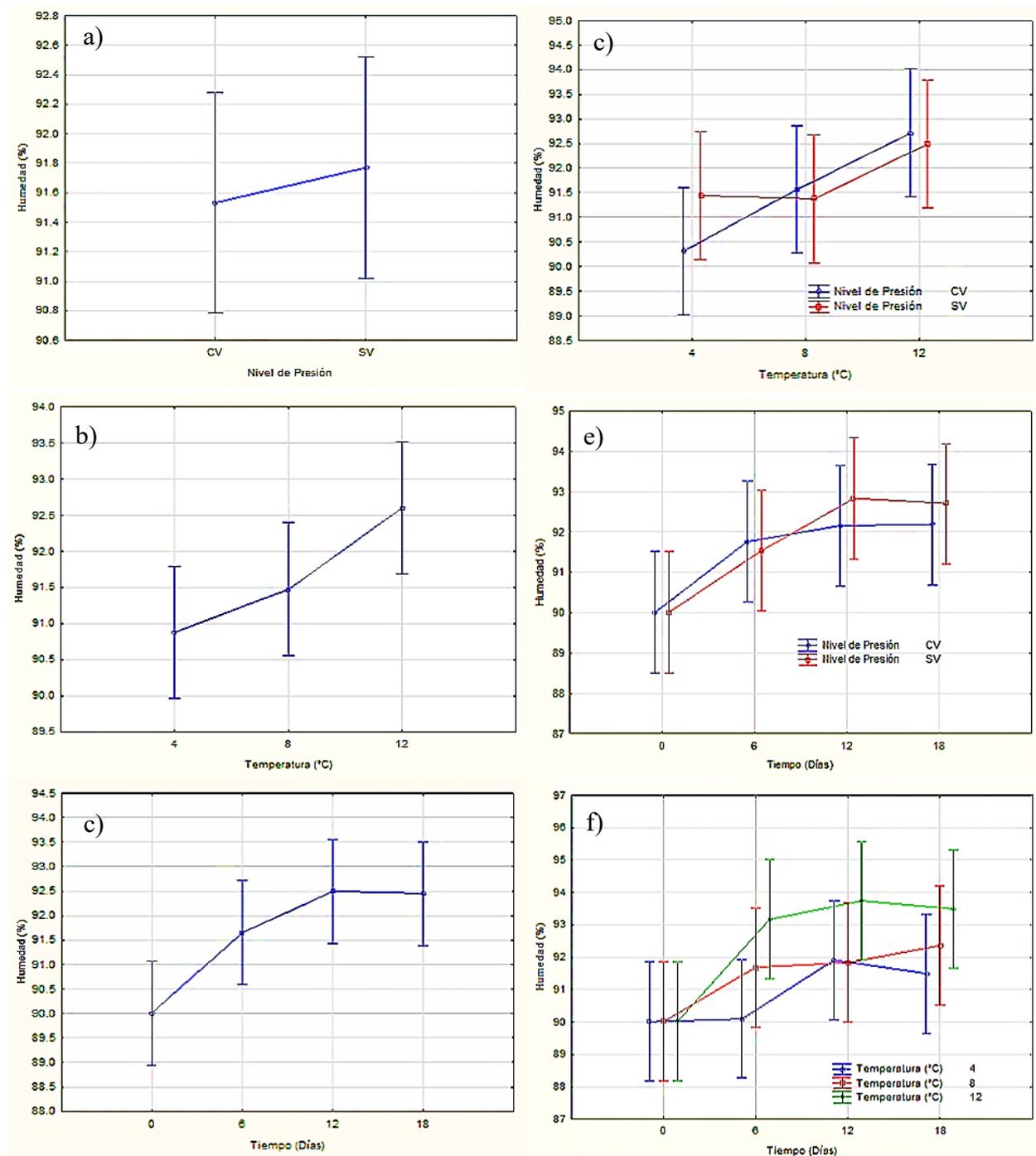
*Evolución del pH bajo diferentes condiciones de almacenamiento*



Nota. a) Presión de envasado, b) Temperatura de almacenamiento, c) Tiempo de almacenamiento d) Interacción entre presión de envasado y temperatura, e) Interacción entre presión de envasado y tiempo de almacenamiento, f) Interacción entre temperatura y tiempo de almacenamiento

**Figura 5**

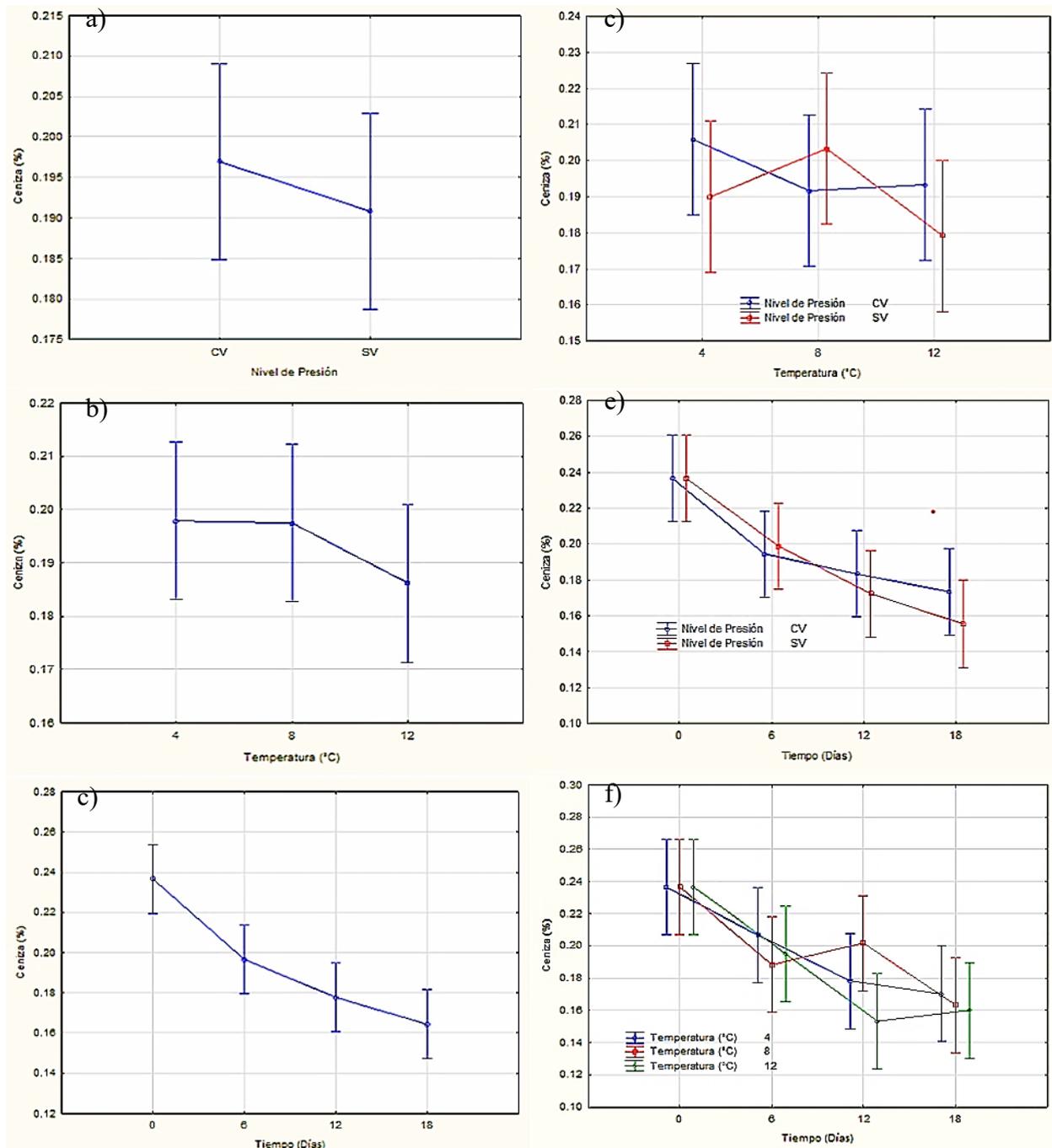
*Evolución de la humedad bajo diferentes condiciones de almacenamiento*



Nota. a) Presión de envasado, b) Temperatura de almacenamiento, c) Tiempo de almacenamiento d) Interacción entre presión de envasado y temperatura, e) Interacción entre presión de envasado y tiempo de almacenamiento, f) Interacción entre temperatura y tiempo de almacenamiento

**Figura 6**

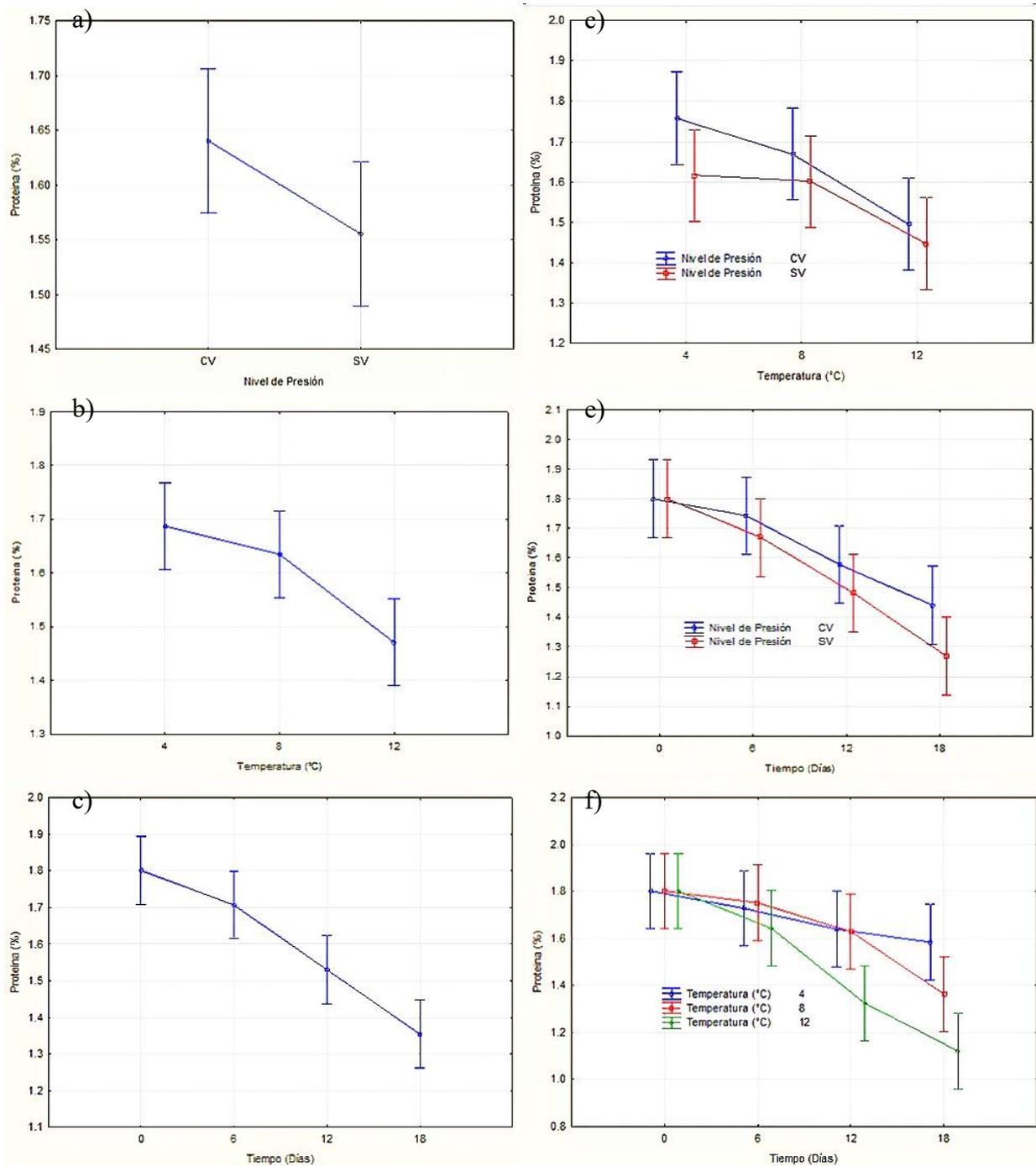
*Evolución de la ceniza bajo diferentes condiciones de almacenamiento*



Nota. a) Presión de envasado, b) Temperatura de almacenamiento, c) Tiempo de almacenamiento d) Interacción entre presión de envasado y temperatura, e) Interacción entre presión de envasado y tiempo de almacenamiento, f) Interacción entre temperatura y tiempo de almacenamiento

**Figura 7**

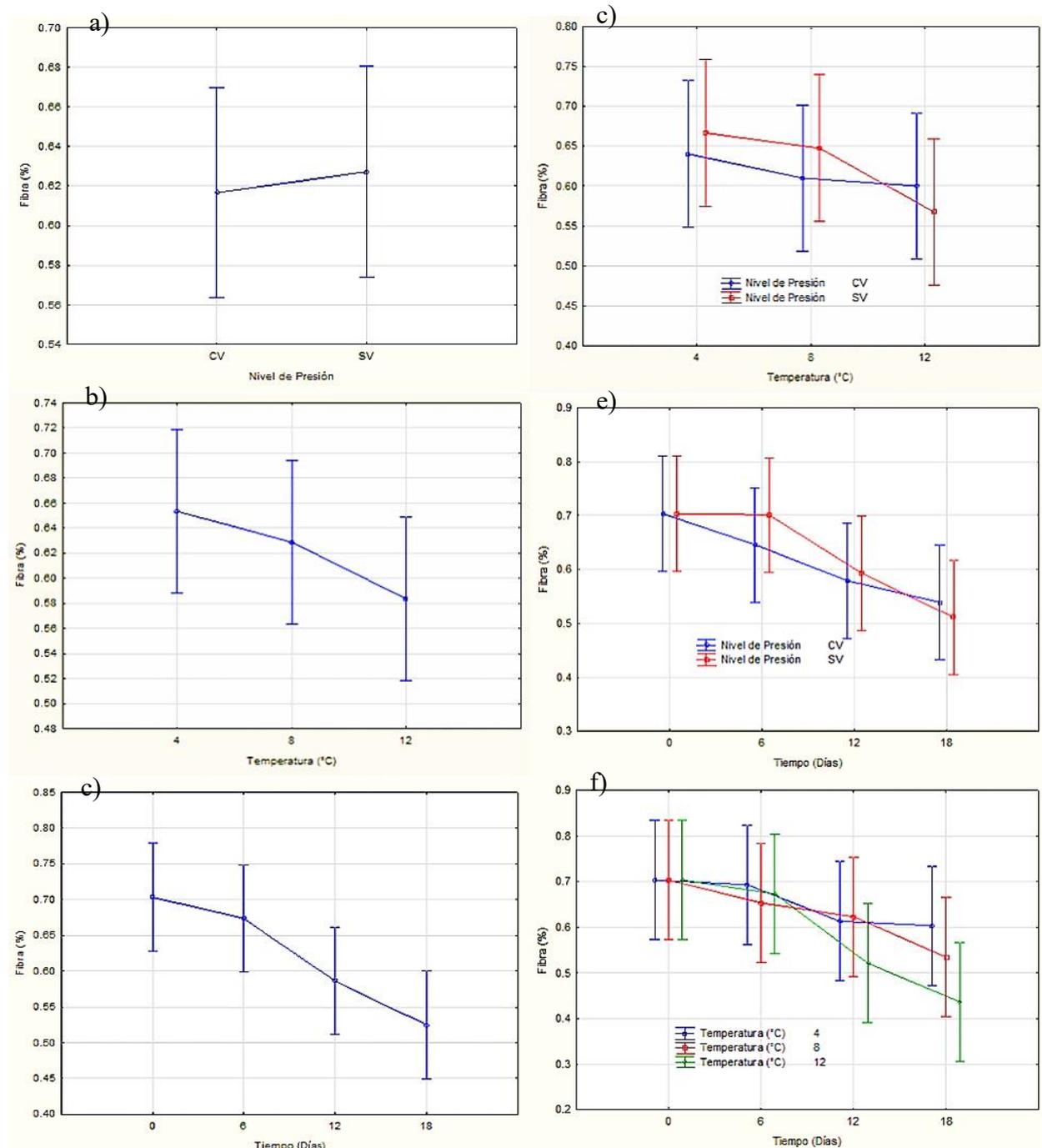
*Evolución de la proteína bajo diferentes condiciones de almacenamiento*



Nota. a) Presión de envasado, b) Temperatura de almacenamiento, c) Tiempo de almacenamiento d) Interacción entre presión de envasado y temperatura, e) Interacción entre presión de envasado y tiempo de almacenamiento, f) Interacción entre temperatura y tiempo de almacenamiento

## Figura 8

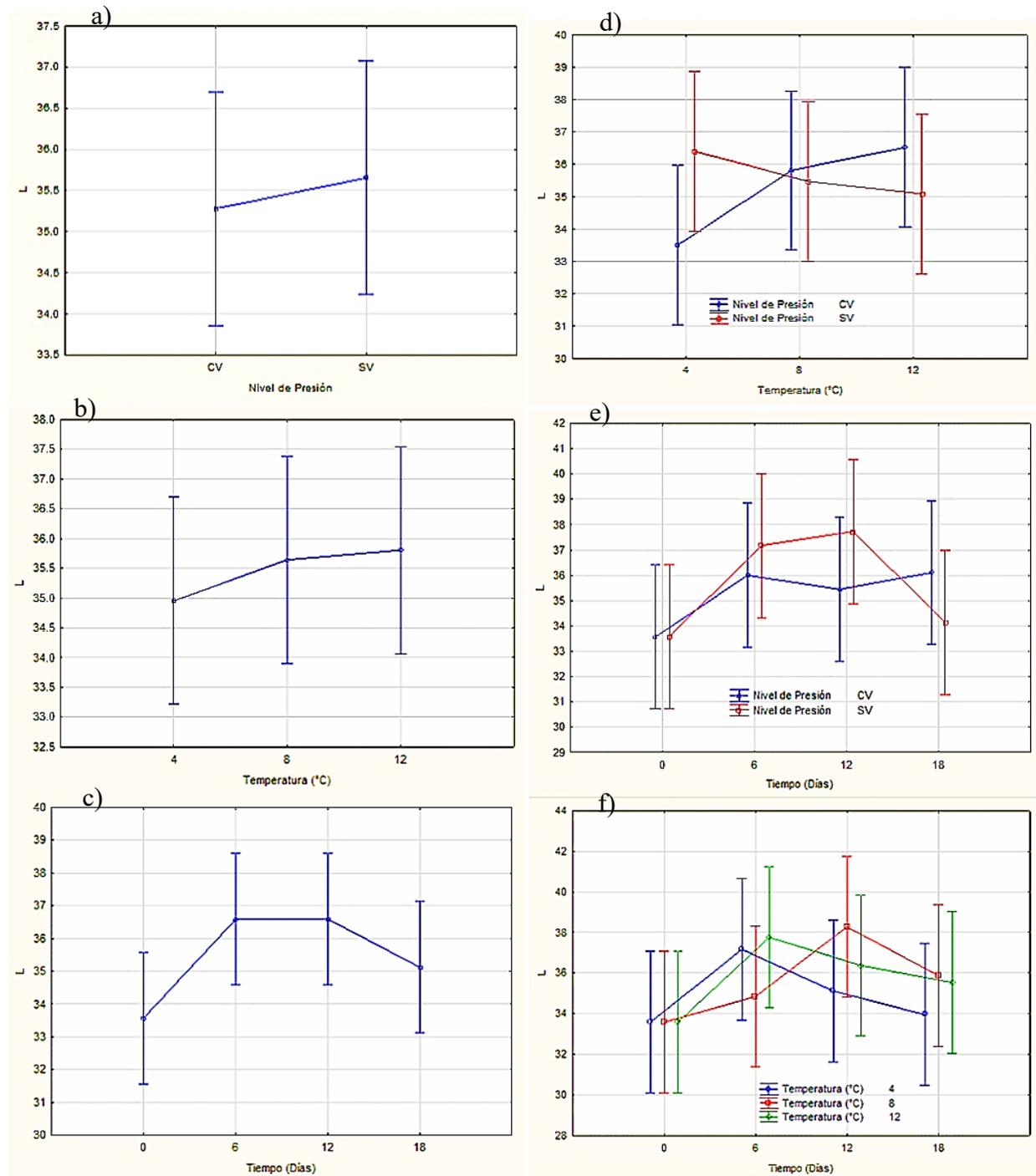
*Evolución de la fibra bajo diferentes condiciones de almacenamiento*



Nota. a) Presión de envasado, b) Temperatura de almacenamiento, c) Tiempo de almacenamiento d) Interacción entre presión de envasado y temperatura, e) Interacción entre presión de envasado y tiempo de almacenamiento, f) Interacción entre temperatura y tiempo de almacenamiento.

Figura 9

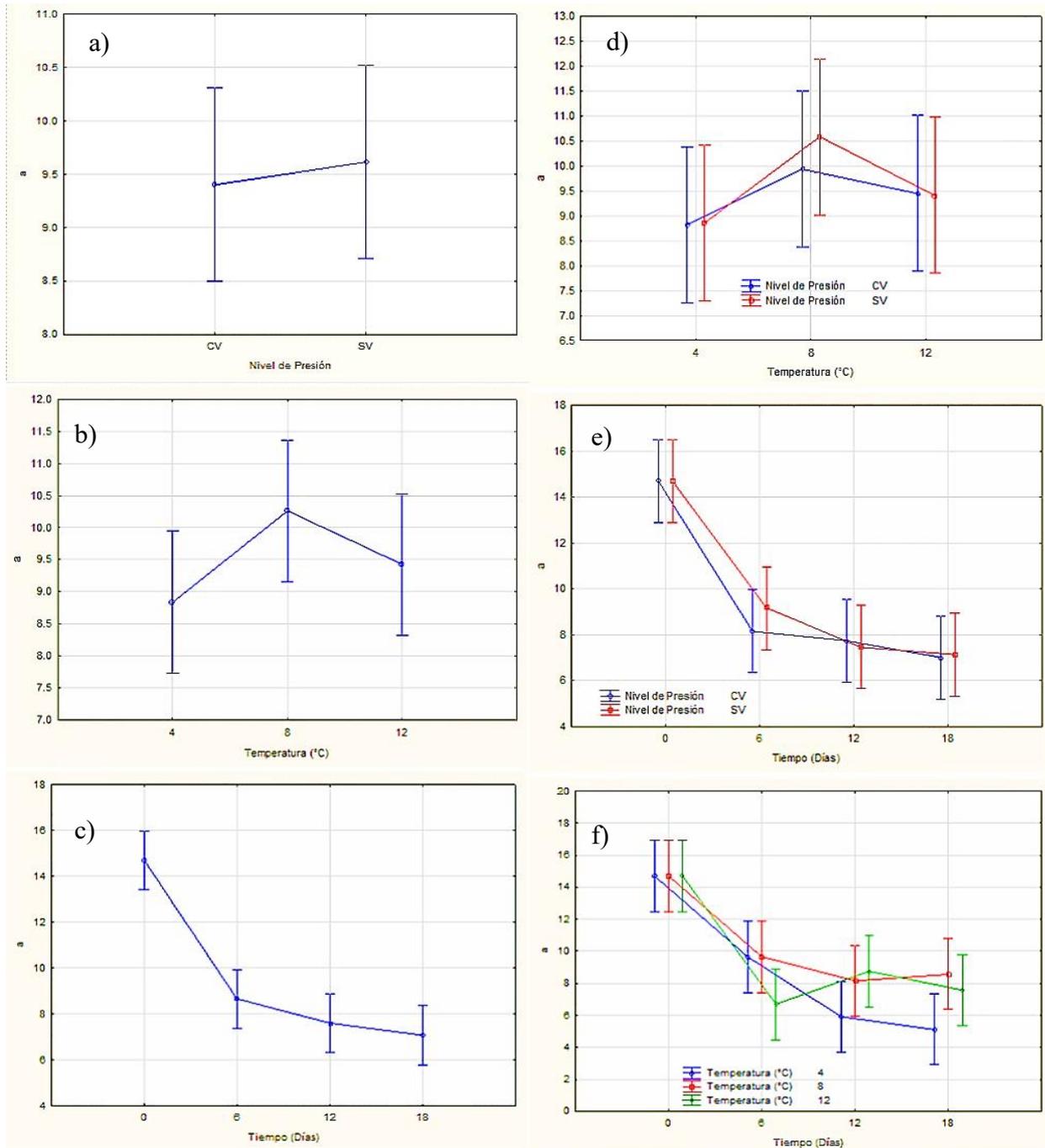
*Evolución de la  $L^*$  bajo diferentes condiciones de almacenamiento*



Nota. a) Presión de envasado, b) Temperatura de almacenamiento, c) Tiempo de almacenamiento d) Interacción entre presión de envasado y temperatura, e) Interacción entre presión de envasado y tiempo de almacenamiento, f) Interacción entre temperatura y tiempo de almacenamiento

**Figura 10**

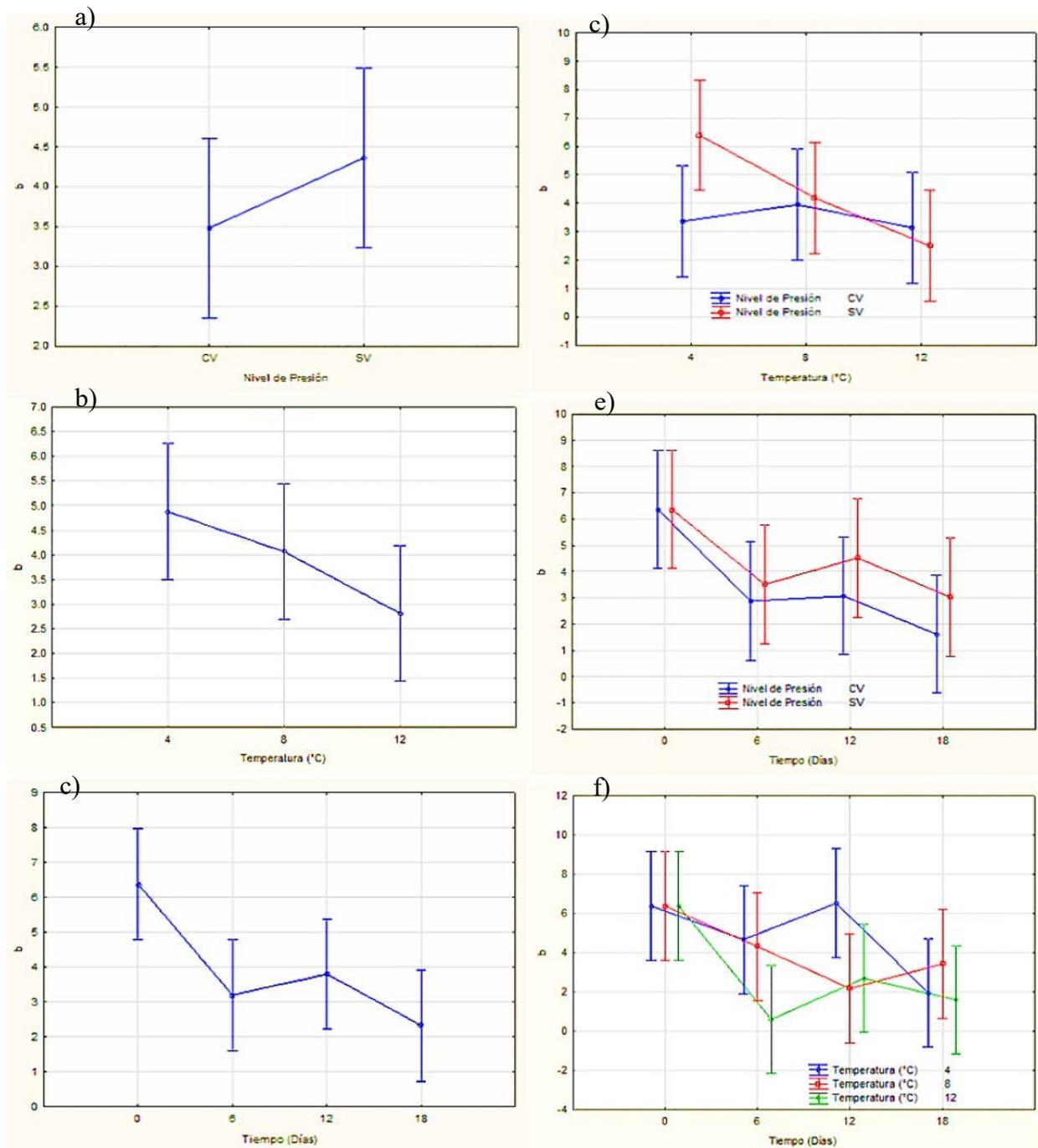
*Evolución de  $a^*$  bajo diferentes condiciones de almacenamiento*



Nota. a) Presión de envasado, b) Temperatura de almacenamiento, c) Tiempo de almacenamiento d) Interacción entre presión de envasado y temperatura, e) Interacción entre presión de envasado y tiempo de almacenamiento, f) Interacción entre temperatura y tiempo de almacenamiento

**Figura 11**

*Evolución de  $b^*$  bajo diferentes condiciones de almacenamiento*



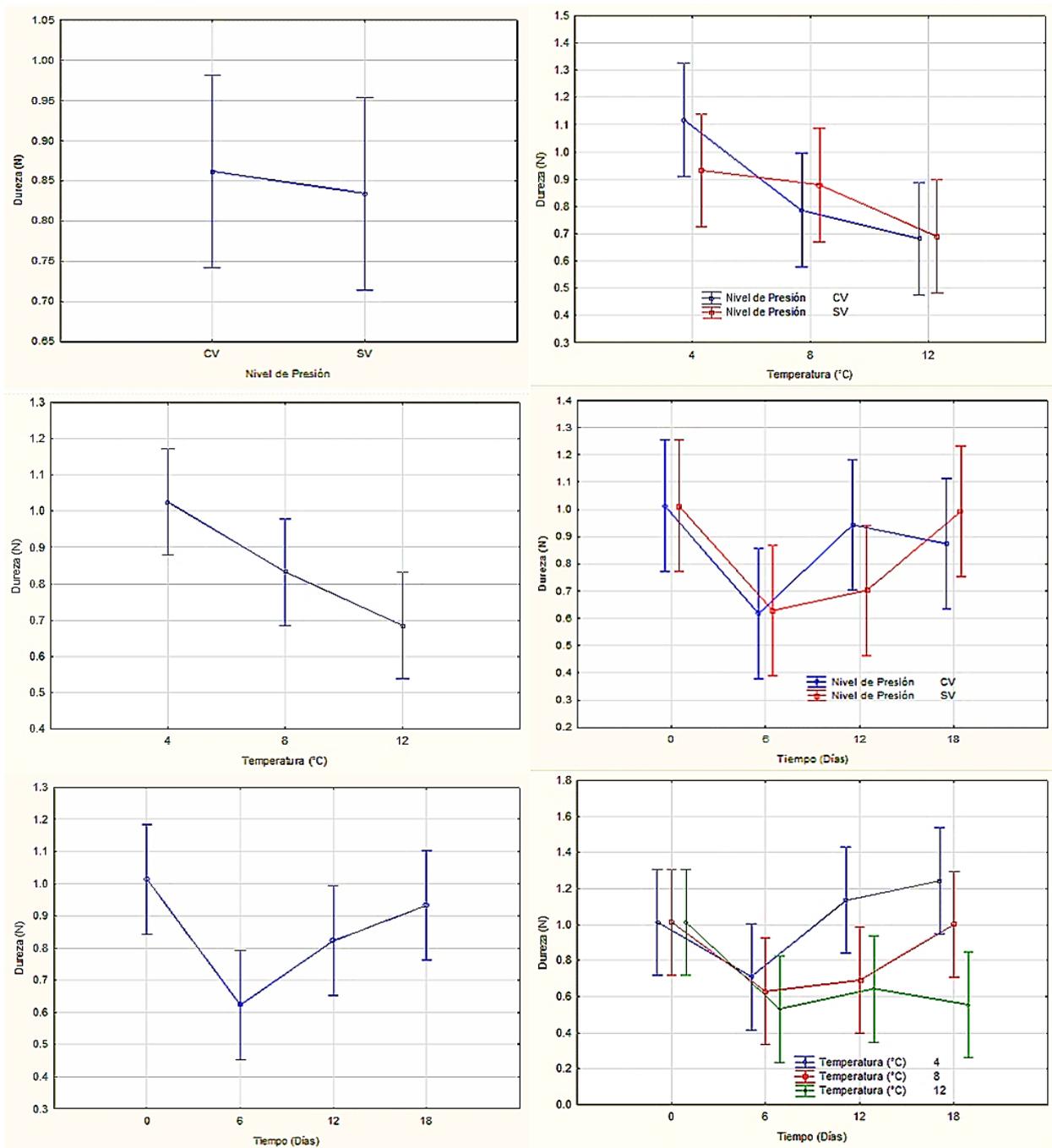
Nota. a) Presión de envasado, b) Temperatura de almacenamiento, c) Tiempo de almacenamiento d) Interacción entre presión de envasado y temperatura, e) Interacción entre presión de envasado y tiempo de almacenamiento, f) Interacción entre temperatura y tiempo de almacenamiento

**Figura 12**

*Evolución de la dureza bajo diferentes condiciones de almacenamiento*

a)

c)



Nota. a) Presión de envasado, b) Temperatura de almacenamiento, c) Tiempo de almacenamiento d) Interacción entre presión de envasado y temperatura, e) Interacción entre presión de envasado y tiempo de almacenamiento, f) Interacción entre temperatura y tiempo de almacenamiento

### Tabla 9

Test de Tukey para diferencias de humedad entre temperaturas de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ )

| <b>Temperatura (°C)</b> |    | <b>{1} - 90.878</b> | <b>{2} - 91.472</b> | <b>{3} - 92.601</b> |
|-------------------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1                       | 4  |                     | 0.629577            | <b>0.027308</b>     |
| 2                       | 8  | 0.629577            |                     | 0.197124            |
| 3                       | 12 | <b>0.027308</b>     | 0.197124            |                     |

**Tabla 10**

*Test de Tukey para diferencias de humedad entre los días de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ )*

| <b>Tiempo (Días)</b> |    | <b>{1} - 90.013</b> | <b>{2} - 91.649</b> | <b>{3} - 92.493</b> | <b>{4} - 92.446</b> |
|----------------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1                    | 0  |                     | 0.138833            | <b>0.008879</b>     | <b>0.010567</b>     |
| 2                    | 6  | 0.138833            |                     | 0.670526            | 0.708870            |
| 3                    | 12 | <b>0.008879</b>     | 0.670526            |                     | 0.999918            |
| 4                    | 18 | <b>0.010567</b>     | 0.708870            | 0.999918            |                     |

**Tabla 11**

*Test de Tukey para diferencias de ceniza entre los días de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ )*

| <b>Tiempo (Días)</b> |    | <b>{1} - 0.23667</b> | <b>{2} - 0.19667</b> | <b>{3} - 0.17778</b> | <b>{4} - 0.16444</b> |
|----------------------|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1                    | 0  |                      | <b>0.008903</b>      | <b>0.000221</b>      | <b>0.000168</b>      |
| 2                    | 6  | <b>0.008903</b>      |                      | 0.403753             | <b>0.047646</b>      |
| 3                    | 12 | <b>0.000221</b>      | 0.403753             |                      | 0.685277             |
| 4                    | 18 | <b>0.000168</b>      | <b>0.047646</b>      | 0.685277             |                      |

**Tabla 12**

*Test de Tukey para diferencias de proteína entre presión de envasado, temperatura y tiempo de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ )*

| P. env. | T (°C) | t (Días) | {1} - 1.8000 | {2} - 1.7900    | {3} - 1.7600    | {4} - 1.6800    | {5} - 1.8000 | {6} - 1.7867    | {7} - 1.6167    | {8} - 1.4700 | {9} - 1.8000 | {10} - 1.6500   | {11} - 1.3567   | {12} - 1.1733   |          |
|---------|--------|----------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
| 1       | CV     | 4        | 0            | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000     | 1.000000        | 0.999949        | 0.909057     | 1.000000     | 0.999998        | 0.480324        | <b>0.042213</b> |          |
| 2       | CV     | 4        | 6            | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000     | 1.000000        | 0.999980        | 0.930038     | 1.000000     | 1.000000        | 0.523611        | <b>0.049796</b> |          |
| 3       | CV     | 4        | 12           | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000     | 1.000000        | 0.999999        | 0.972726     | 1.000000     | 1.000000        | 0.655138        | 0.080300        |          |
| 4       | CV     | 4        | 18           | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000     | 1.000000        | 1.000000        | 0.999564     | 1.000000     | 1.000000        | 0.923449        | 0.244847        |          |
| 5       | CV     | 8        | 0            | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000     | 1.000000        | 0.999949        | 0.909057     | 1.000000     | 0.999998        | 0.480324        | <b>0.042213</b> |          |
| 6       | CV     | 8        | 6            | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000     | 1.000000        | 0.999986        | 0.936233     | 1.000000     | 1.000000        | 0.538210        | 0.052581        |          |
| 7       | CV     | 8        | 12           | 0.999949        | 0.999980        | 0.999999        | 1.000000     | 0.999949        | 0.999986        | 0.999999     | 0.999949     | 1.000000        | 0.991985        | 0.480324        |          |
| 8       | CV     | 8        | 18           | 0.909057        | 0.930038        | 0.972726        | 0.999564     | 0.909057        | 0.936233        | 0.999999     | 0.909057     | 0.999962        | 1.000000        | 0.965632        |          |
| 9       | CV     | 12       | 0            | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000     | 1.000000        | 0.999949        | 0.909057     | 0.999998     | 0.480324        | <b>0.042213</b> |                 |          |
| 10      | CV     | 12       | 6            | 0.999998        | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000     | 0.999998        | 1.000000        | 0.999962     | 0.999998     | 0.969334        | 0.345816        |                 |          |
| 11      | CV     | 12       | 12           | 0.480324        | 0.523611        | 0.655138        | 0.923449     | 0.480324        | 0.538210        | 0.991985     | 1.000000     | 0.480324        | 0.969334        | 0.999949        |          |
| 12      | CV     | 12       | 18           | <b>0.042213</b> | <b>0.049796</b> | 0.080300        | 0.244847     | <b>0.042213</b> | 0.052581        | 0.480324     | 0.965632     | <b>0.042213</b> | 0.345816        | 0.999949        |          |
| 13      | SV     | 4        | 0            | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000     | 1.000000        | 0.999949        | 0.909057     | 1.000000     | 0.999998        | 0.480324        | <b>0.042213</b> |          |
| 14      | SV     | 4        | 6            | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000     | 1.000000        | 1.000000        | 0.999879     | 1.000000     | 1.000000        | 0.952537        | 0.298193        |          |
| 15      | SV     | 4        | 12           | 0.978652        | 0.985634        | 0.996514        | 0.999993     | 0.978652        | 0.987506        | 1.000000     | 1.000000     | 0.978652        | 1.000000        | 0.999995        | 0.875408 |
| 16      | SV     | 4        | 18           | 0.942043        | 0.957240        | 0.985634        | 0.999879     | 0.942043        | 0.961603        | 1.000000     | 1.000000     | 0.942043        | 0.999993        | 1.000000        | 0.942043 |
| 17      | SV     | 8        | 0            | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000     | 1.000000        | 0.999949        | 0.909057     | 1.000000     | 0.999998        | 0.480324        | <b>0.042213</b> |          |
| 18      | SV     | 8        | 6            | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000     | 1.000000        | 1.000000        | 0.996514     | 1.000000     | 1.000000        | 0.835380        | 0.158796        |          |
| 19      | SV     | 8        | 12           | 0.999995        | 0.999998        | 1.000000        | 1.000000     | 0.999995        | 0.999999        | 1.000000     | 0.999986     | 0.999995        | 1.000000        | 0.978652        | 0.384002 |
| 20      | SV     | 8        | 18           | 0.144809        | 0.166176        | 0.244847        | 0.552861     | 0.144809        | 0.173818        | 0.813103     | 0.999307     | 0.144809        | 0.683629        | 1.000000        | 1.000000 |
| 21      | SV     | 12       | 0            | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000     | 1.000000        | 0.999949        | 0.909057     | 1.000000     | 0.999998        | 0.480324        | <b>0.042213</b> |          |
| 22      | SV     | 12       | 6            | 0.999990        | 0.999997        | 1.000000        | 1.000000     | 0.999990        | 0.999998        | 1.000000     | 0.999993     | 0.999990        | 1.000000        | 0.983541        | 0.410565 |
| 23      | SV     | 12       | 12           | 0.235008        | 0.265357        | 0.371038        | 0.711471     | 0.235008        | 0.276028        | 0.916459     | 0.999962     | 0.235008        | 0.824422        | 1.000000        | 1.000000 |
| 24      | SV     | 12       | 18           | <b>0.006259</b> | <b>0.007555</b> | <b>0.013128</b> | 0.052581     | <b>0.006259</b> | <b>0.008041</b> | 0.138192     | 0.655138     | <b>0.006259</b> | 0.084527        | 0.972726        | 1.000000 |

Tabla 11. *Continuación*

| P. env. | T (°C) | t (Días) | {13} - 1.8000   | {14} - 1.6633 | {15} - 1.5167 | {16} - 1.4867 | {17} - 1.8000   | {18} - 1.7133   | {19} - 1.6400 | {20} - 1.2533 | {21} - 1.8000   | {22} - 1.6333 | {23} - 1.2900 | {24} - 1.0667   |
|---------|--------|----------|-----------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|
| CV      | 4      | 0        | 1.000000        | 1.000000      | 0.978652      | 0.942043      | 1.000000        | 1.000000        | 0.999995      | 0.144809      | 1.000000        | 0.999990      | 0.235008      | <b>0.006259</b> |
| CV      | 4      | 6        | 1.000000        | 1.000000      | 0.985634      | 0.957240      | 1.000000        | 1.000000        | 0.999998      | 0.166176      | 1.000000        | 0.999997      | 0.265357      | <b>0.007555</b> |
| CV      | 4      | 12       | 1.000000        | 1.000000      | 0.996514      | 0.985634      | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000      | 0.244847      | 1.000000        | 1.000000      | 0.371038      | <b>0.013128</b> |
| CV      | 4      | 18       | 1.000000        | 1.000000      | 0.999993      | 0.999879      | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000      | 0.552861      | 1.000000        | 1.000000      | 0.711471      | 0.052581        |
| CV      | 8      | 0        | 1.000000        | 1.000000      | 0.978652      | 0.942043      | 1.000000        | 1.000000        | 0.999995      | 0.144809      | 1.000000        | 0.999990      | 0.235008      | <b>0.006259</b> |
| CV      | 8      | 6        | 1.000000        | 1.000000      | 0.987506      | 0.961603      | 1.000000        | 1.000000        | 0.999999      | 0.173818      | 1.000000        | 0.999998      | 0.276028      | <b>0.008041</b> |
| CV      | 8      | 12       | 0.999949        | 1.000000      | 1.000000      | 1.000000      | 0.999949        | 1.000000        | 1.000000      | 0.813103      | 0.999949        | 1.000000      | 0.916459      | 0.138192        |
| CV      | 8      | 18       | 0.909057        | 0.999879      | 1.000000      | 1.000000      | 0.909057        | 0.996514        | 0.999986      | 0.999307      | 0.909057        | 0.999993      | 0.999962      | 0.655138        |
| CV      | 12     | 0        | 1.000000        | 1.000000      | 0.978652      | 0.942043      | 1.000000        | 1.000000        | 0.999995      | 0.144809      | 1.000000        | 0.999990      | 0.235008      | <b>0.006259</b> |
| CV      | 12     | 6        | 0.999998        | 1.000000      | 1.000000      | 0.999993      | 0.999998        | 1.000000        | 1.000000      | 0.683629      | 0.999998        | 1.000000      | 0.824422      | 0.084527        |
| CV      | 12     | 12       | 0.480324        | 0.952537      | 0.999995      | 1.000000      | 0.480324        | 0.835380        | 0.978652      | 1.000000      | 0.480324        | 0.983541      | 1.000000      | 0.972726        |
| CV      | 12     | 18       | <b>0.042213</b> | 0.298193      | 0.875408      | 0.942043      | <b>0.042213</b> | 0.158796        | 0.384002      | 1.000000      | <b>0.042213</b> | 0.410565      | 1.000000      | 1.000000        |
| SV      | 4      | 0        |                 | 1.000000      | 0.978652      | 0.942043      | 1.000000        | 1.000000        | 0.999995      | 0.144809      | 1.000000        | 0.999990      | 0.235008      | <b>0.006259</b> |
| SV      | 4      | 6        | 1.000000        |               | 0.999999      | 0.999972      | 1.000000        | 1.000000        | 1.000000      | 0.626175      | 1.000000        | 1.000000      | 0.777146      | 0.068697        |
| SV      | 4      | 12       | 0.978652        | 0.999999      |               | 1.000000      | 0.978652        | 0.999841        | 1.000000      | 0.990661      | 0.978652        | 1.000000      | 0.998669      | 0.451839        |
| SV      | 4      | 18       | 0.942043        | 0.999972      | 1.000000      |               | 0.942043        | 0.998669        | 0.999998      | 0.998017      | 0.942043        | 0.999999      | 0.999841      | 0.582234        |
| SV      | 8      | 0        | 1.000000        | 1.000000      | 0.978652      | 0.942043      |                 | 1.000000        | 0.999995      | 0.144809      | 1.000000        | 0.999990      | 0.235008      | <b>0.006259</b> |
| SV      | 8      | 6        | 1.000000        | 1.000000      | 0.999841      | 0.998669      | 1.000000        |                 | 1.000000      | 0.410565      | 1.000000        | 1.000000      | 0.567542      | <b>0.030070</b> |
| SV      | 8      | 12       | 0.999995        | 1.000000      | 1.000000      | 0.999998      | 0.999995        | 1.000000        |               | 0.725096      | 0.999995        | 1.000000      | 0.856174      | 0.098430        |
| SV      | 8      | 18       | 0.144809        | 0.626175      | 0.990661      | 0.998017      | 0.144809        | 0.410565        | 0.725096      |               | 0.144809        | 0.751647      | 1.000000      | 0.999931        |
| SV      | 12     | 0        | 1.000000        | 1.000000      | 0.978652      | 0.942043      | 1.000000        | 1.000000        | 0.999995      | 0.144809      |                 | 0.999990      | 0.235008      | <b>0.006259</b> |
| SV      | 12     | 6        | 0.999990        | 1.000000      | 1.000000      | 0.999999      | 0.999990        | 1.000000        | 1.000000      | 0.751647      | 0.999990        |               | 0.875408      | 0.108671        |
| SV      | 12     | 12       | 0.235008        | 0.777146      | 0.998669      | 0.999841      | 0.235008        | 0.567542        | 0.856174      | 1.000000      | 0.235008        | 0.875408      |               | 0.998924        |
| SV      | 12     | 18       | <b>0.006259</b> | 0.068697      | 0.451839      | 0.582234      | <b>0.006259</b> | <b>0.030070</b> | 0.098430      | 0.999931      | <b>0.006259</b> | 0.108671      | 0.998924      |                 |

**Tabla 13**

*Test de Tukey para diferencias de proteína entre las temperaturas de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ )*

|   | <b>Temperatura (°C)</b> | <b>{1} - 1.6871</b> | <b>{2} - 1.6350</b> | <b>{3} - 1.4712</b> |
|---|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 4                       |                     | 0.629684            | <b>0.001211</b>     |
| 2 | 8                       | 0.629684            |                     | <b>0.015458</b>     |
| 3 | 12                      | <b>0.001211</b>     | <b>0.015458</b>     |                     |

**Tabla 14**

*Test de Tukey para diferencias de proteína entre los días de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ )*

|   | <b>Tiempo (Días)</b> | <b>{1} - 1.8000</b> | <b>{2} - 1.7061</b> | <b>{3} - 1.5300</b> | <b>{4} - 1.3550</b> |
|---|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 0                    |                     | 0.482297            | <b>0.000920</b>     | <b>0.000167</b>     |
| 2 | 6                    | 0.482297            |                     | <b>0.045918</b>     | <b>0.000176</b>     |
| 3 | 12                   | <b>0.000920</b>     | <b>0.045918</b>     |                     | <b>0.047824</b>     |
| 4 | 18                   | <b>0.000167</b>     | <b>0.000176</b>     | <b>0.047824</b>     |                     |

**Tabla 15**

*Test de Tukey para diferencias de fibra entre los días de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ )*

|   | <b>Tiempo (Días)</b> | <b>{1} - 0.70333</b> | <b>{2} - 0.67333</b> | <b>{3} - .58611</b> | <b>{4} - 0.52500</b> |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| 1 | 0                    |                      | 0.941301             | 0.133131            | <b>0.007889</b>      |
| 2 | 6                    | 0.941301             |                      | 0.361149            | <b>0.035295</b>      |
| 3 | 12                   | 0.133131             | 0.361149             |                     | 0.657081             |
| 4 | 18                   | <b>0.007889</b>      | <b>0.035295</b>      | 0.657081            |                      |

Tabla 16

Test de Tukey para diferencias de pH entre presión de envasado, temperatura y tiempo ( $\alpha = 0.05$ )

| P. de env. | T (°C) | t (Días) | {1} - 6.4967 | {2} - 6.4667    | {3} - 6.1867    | {4} - 6.1467    | {5} - 6.4967    | {6} - 6.2533    | {7} - 5.7367    | {8} - 5.4367    | {9} - 6.4967    | {10} - 6.3900   | {11} - 5.8967   | {12} - 5.5433   |                 |
|------------|--------|----------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1          | CV     | 4        | 0            | 1.000000        | 0.782346        | 0.582557        | 1.000000        | 0.970779        | <b>0.000334</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.008060</b> | <b>0.000189</b> |                 |
| 2          | CV     | 4        | 6            | 1.000000        | 0.894869        | 0.736101        | 1.000000        | 0.993374        | <b>0.000507</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.015582</b> | <b>0.000190</b> |                 |
| 3          | CV     | 4        | 12           | 0.782346        | 0.894869        | 1.000000        | 0.782346        | 1.000000        | 0.159001        | <b>0.000377</b> | 0.782346        | 0.996396        | 0.862287        | <b>0.003028</b> |                 |
| 4          | CV     | 4        | 18           | 0.582557        | 0.736101        | 1.000000        | 0.582557        | 1.000000        | 0.291718        | <b>0.000727</b> | 0.582557        | 0.970779        | 0.961668        | <b>0.007479</b> |                 |
| 5          | CV     | 8        | 0            | 1.000000        | 1.000000        | 0.782346        | 0.582557        | 0.970779        | <b>0.000334</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.008060</b> | <b>0.000189</b> |                 |
| 6          | CV     | 8        | 6            | 0.970779        | 0.993374        | 1.000000        | 1.000000        | 0.970779        | <b>0.047226</b> | <b>0.000217</b> | 0.970779        | 0.999992        | 0.547325        | <b>0.000727</b> |                 |
| 7          | CV     | 8        | 12           | <b>0.000334</b> | <b>0.000507</b> | 0.159001        | 0.291718        | <b>0.000334</b> | <b>0.047226</b> | 0.824632        | <b>0.000334</b> | <b>0.002419</b> | 0.999892        | 0.998170        |                 |
| 8          | CV     | 8        | 18           | <b>0.000189</b> | <b>0.000189</b> | <b>0.000377</b> | <b>0.000727</b> | <b>0.000189</b> | <b>0.000217</b> | 0.824632        | <b>0.000189</b> | <b>0.000189</b> | 0.134519        | 1.000000        |                 |
| 9          | CV     | 12       | 0            | 1.000000        | 1.000000        | 0.782346        | 0.582557        | 1.000000        | 0.970779        | <b>0.000334</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | <b>0.008060</b> | <b>0.000189</b> |                 |
| 10         | CV     | 12       | 6            | 1.000000        | 1.000000        | 0.996396        | 0.970779        | 1.000000        | 0.999992        | <b>0.002419</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 0.074036        | <b>0.000200</b> |                 |
| 11         | CV     | 12       | 12           | <b>0.008060</b> | <b>0.015582</b> | 0.862287        | 0.961668        | <b>0.008060</b> | 0.547325        | 0.999892        | 0.134519        | <b>0.008060</b> | 0.074036        | 0.564931        |                 |
| 12         | CV     | 12       | 18           | <b>0.000189</b> | <b>0.000190</b> | <b>0.003028</b> | <b>0.007479</b> | <b>0.000189</b> | <b>0.000727</b> | 0.998170        | 1.000000        | <b>0.000189</b> | <b>0.000200</b> | 0.564931        |                 |
| 13         | SV     | 4        | 0            | 1.000000        | 1.000000        | 0.782346        | 0.582557        | 1.000000        | 0.970779        | <b>0.000334</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.008060</b> | <b>0.000189</b> |
| 14         | SV     | 4        | 6            | 1.000000        | 1.000000        | 0.547325        | 0.348605        | 1.000000        | 0.862287        | <b>0.000226</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 0.999946        | <b>0.002809</b> | <b>0.000189</b> |
| 15         | SV     | 4        | 12           | 0.065270        | 0.113172        | 0.998559        | 0.999962        | 0.065270        | 0.950637        | 0.944350        | <b>0.019327</b> | 0.065270        | 0.363686        | 1.000000        | 0.150480        |
| 16         | SV     | 4        | 18           | 0.050431        | 0.089079        | 0.996396        | 0.999850        | 0.050431        | 0.922200        | 0.966456        | <b>0.025632</b> | 0.050431        | 0.305348        | 1.000000        | 0.186829        |
| 17         | SV     | 8        | 0            | 1.000000        | 1.000000        | 0.782346        | 0.582557        | 1.000000        | 0.970779        | <b>0.000334</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.008060</b> | <b>0.000189</b> |
| 18         | SV     | 8        | 6            | 1.000000        | 1.000000        | 0.981258        | 0.913674        | 1.000000        | 0.999793        | <b>0.001260</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.041359</b> | <b>0.000193</b> |
| 19         | SV     | 8        | 12           | <b>0.000827</b> | <b>0.001558</b> | 0.363686        | 0.564931        | <b>0.000827</b> | 0.134519        | 1.000000        | 0.547325        | <b>0.000827</b> | <b>0.008679</b> | 1.000000        | 0.961668        |
| 20         | SV     | 8        | 18           | <b>0.000189</b> | <b>0.000189</b> | <b>0.001801</b> | <b>0.004415</b> | <b>0.000189</b> | <b>0.000480</b> | 0.992002        | 1.000000        | <b>0.000189</b> | <b>0.000194</b> | 0.443787        | 1.000000        |
| 21         | SV     | 12       | 0            | 1.000000        | 1.000000        | 0.782346        | 0.582557        | 1.000000        | 0.970779        | <b>0.000334</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.008060</b> | <b>0.000189</b> |
| 22         | SV     | 12       | 6            | 1.000000        | 1.000000        | 0.966456        | 0.873724        | 1.000000        | 0.999339        | <b>0.000961</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.031537</b> | <b>0.000192</b> |
| 23         | SV     | 12       | 12           | <b>0.005132</b> | <b>0.010059</b> | 0.782346        | 0.922200        | <b>0.005132</b> | 0.443787        | 0.999988        | 0.186829        | <b>0.005132</b> | 0.050431        | 1.000000        | 0.669749        |
| 24         | SV     | 12       | 18           | <b>0.000195</b> | <b>0.000204</b> | <b>0.020748</b> | <b>0.047226</b> | <b>0.000195</b> | <b>0.004760</b> | 1.000000        | 0.998170        | <b>0.000195</b> | <b>0.000334</b> | 0.930145        | 1.000000        |

Tabla 16. *Continuación*

|    | P. de env. | T (°C) | t (Días) | {13} - 6.4967   | {14} - 6.5433   | {15} - 5.9967   | {16} - 5.9833   | {17} - 6.4967   | {18} - 6.4200   | {19} - 5.7933   | {20} - 5.5200   | {21} - 6.4967   | {22} - 6.4333   | {23} - 5.8767   | {24} - 5.6300   |
|----|------------|--------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1  | CV         | 4      | 0        | 1.000000        | 1.000000        | 0.065270        | 0.050431        | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.000827</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.005132</b> | <b>0.000195</b> |
| 2  | CV         | 4      | 6        | 1.000000        | 1.000000        | 0.113172        | 0.089079        | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.001558</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.010059</b> | <b>0.000204</b> |
| 3  | CV         | 4      | 12       | 0.782346        | 0.547325        | 0.998559        | 0.996396        | 0.782346        | 0.981258        | 0.363686        | <b>0.001801</b> | 0.782346        | 0.966456        | 0.782346        | <b>0.020748</b> |
| 4  | CV         | 4      | 18       | 0.582557        | 0.348605        | 0.999962        | 0.999850        | 0.582557        | 0.913674        | 0.564931        | <b>0.004415</b> | 0.582557        | 0.873724        | 0.922200        | <b>0.047226</b> |
| 5  | CV         | 8      | 0        | 1.000000        | 1.000000        | 0.065270        | 0.050431        | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.000827</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.005132</b> | <b>0.000195</b> |
| 6  | CV         | 8      | 6        | 0.970779        | 0.862287        | 0.950637        | 0.922200        | 0.970779        | 0.999793        | 0.134519        | <b>0.000480</b> | 0.970779        | 0.999339        | 0.443787        | <b>0.004760</b> |
| 7  | CV         | 8      | 12       | <b>0.000334</b> | <b>0.000226</b> | 0.944350        | 0.966456        | <b>0.000334</b> | <b>0.001260</b> | 1.000000        | 0.992002        | <b>0.000334</b> | <b>0.000961</b> | 0.999988        | 1.000000        |
| 8  | CV         | 8      | 18       | <b>0.000189</b> | <b>0.000189</b> | <b>0.019327</b> | <b>0.025632</b> | <b>0.000189</b> | <b>0.000189</b> | 0.547325        | 1.000000        | <b>0.000189</b> | <b>0.000189</b> | 0.186829        | 0.998170        |
| 9  | CV         | 12     | 0        | 1.000000        | 1.000000        | 0.065270        | 0.050431        | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.000827</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.005132</b> | <b>0.000195</b> |
| 10 | CV         | 12     | 6        | 1.000000        | 0.999946        | 0.363686        | 0.305348        | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.008679</b> | <b>0.000194</b> | 1.000000        | 1.000000        | 0.050431        | <b>0.000334</b> |
| 11 | CV         | 12     | 12       | <b>0.008060</b> | <b>0.002809</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.008060</b> | <b>0.041359</b> | 1.000000        | 0.443787        | <b>0.008060</b> | <b>0.031537</b> | 1.000000        | 0.930145        |
| 12 | CV         | 12     | 18       | <b>0.000189</b> | <b>0.000189</b> | 0.150480        | 0.186829        | <b>0.000189</b> | <b>0.000193</b> | 0.961668        | 1.000000        | <b>0.000189</b> | <b>0.000192</b> | 0.669749        | 1.000000        |
| 13 | SV         | 4      | 0        |                 | 1.000000        | 0.065270        | 0.050431        | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.000827</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.005132</b> | <b>0.000195</b> |
| 14 | SV         | 4      | 6        | 1.000000        |                 | <b>0.025632</b> | <b>0.019327</b> | 1.000000        | 0.999999        | <b>0.000377</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.001801</b> | <b>0.000190</b> |
| 15 | SV         | 4      | 12       | 0.065270        | <b>0.025632</b> |                 | 1.000000        | 0.065270        | 0.241138        | 0.996396        | 0.100562        | 0.065270        | 0.196979        | 0.999999        | 0.494982        |
| 16 | SV         | 4      | 18       | 0.050431        | <b>0.019327</b> | 1.000000        |                 | 0.050431        | 0.196979        | 0.998559        | 0.127066        | 0.050431        | 0.159001        | 1.000000        | 0.564931        |
| 17 | SV         | 8      | 0        | 1.000000        | 1.000000        | 0.065270        | 0.050431        |                 | 1.000000        | <b>0.000827</b> | <b>0.000189</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.005132</b> | <b>0.000195</b> |
| 18 | SV         | 8      | 6        | 1.000000        | 0.999999        | 0.241138        | 0.196979        | 1.000000        |                 | <b>0.004415</b> | <b>0.000191</b> | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.027482</b> | <b>0.000249</b> |
| 19 | SV         | 8      | 12       | <b>0.000827</b> | <b>0.000377</b> | 0.996396        | 0.998559        | <b>0.000827</b> | <b>0.004415</b> |                 | 0.913674        | <b>0.000827</b> | <b>0.003264</b> | 1.000000        | 0.999850        |
| 20 | SV         | 8      | 18       | <b>0.000189</b> | <b>0.000189</b> | 0.100562        | 0.127066        | <b>0.000189</b> | <b>0.000191</b> | 0.913674        |                 | <b>0.000189</b> | <b>0.000190</b> | 0.547325        | 1.000000        |
| 21 | SV         | 12     | 0        | 1.000000        | 1.000000        | 0.065270        | 0.050431        | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.000827</b> | <b>0.000189</b> |                 | 1.000000        | <b>0.005132</b> | <b>0.000195</b> |
| 22 | SV         | 12     | 6        | 1.000000        | 1.000000        | 0.196979        | 0.159001        | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.003264</b> | <b>0.000190</b> | 1.000000        |                 | <b>0.020748</b> | <b>0.000230</b> |
| 23 | SV         | 12     | 12       | <b>0.005132</b> | <b>0.001801</b> | 0.999999        | 1.000000        | <b>0.005132</b> | <b>0.027482</b> | 1.000000        | 0.547325        | <b>0.005132</b> | <b>0.020748</b> |                 | 0.966456        |
| 24 | SV         | 12     | 18       | <b>0.000195</b> | <b>0.000190</b> | 0.494982        | 0.564931        | <b>0.000195</b> | <b>0.000249</b> | 0.999850        | 1.000000        | <b>0.000195</b> | <b>0.000230</b> | 0.966456        |                 |

**Tabla 17***Test de Tukey para diferencias de pH entre temperatura y tiempo ( $\alpha = 0.05$ )*

| T<br>(°C) | t<br>(Días) | {1} -<br>6.4967 | {2} -<br>6.5050 | {3} -<br>6.0917 | {4} -<br>6.0650 | {5} -<br>6.4967 | {6} -<br>6.3367 | {7} -<br>5.7650 | {8} -<br>5.4783 | {9} -<br>6.4967 | {10} -<br>6.4117 | {11} -<br>5.8867 | {12} -<br>5.5867 |
|-----------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| 1         | 4           |                 | 1.000000        | <b>0.004422</b> | <b>0.001869</b> | 1.000000        | 0.860360        | <b>0.000126</b> | <b>0.000126</b> | 1.000000        | 0.998823         | <b>0.000128</b>  | <b>0.000126</b>  |
| 2         | 4           | 1.000000        |                 | <b>0.003403</b> | <b>0.001436</b> | 1.000000        | 0.817175        | <b>0.000126</b> | <b>0.000126</b> | 1.000000        | 0.997284         | <b>0.000127</b>  | <b>0.000126</b>  |
| 3         | 4           | <b>0.004422</b> | <b>0.003403</b> |                 | 1.000000        | <b>0.004422</b> | 0.308367        | <b>0.046055</b> | <b>0.000128</b> | <b>0.004422</b> | 0.055165         | 0.574301         | <b>0.000245</b>  |
| 4         | 4           | <b>0.001869</b> | <b>0.001436</b> | 1.000000        |                 | <b>0.001869</b> | 0.179937        | 0.092570        | <b>0.000130</b> | <b>0.001869</b> | <b>0.026195</b>  | 0.757836         | <b>0.000471</b>  |
| 5         | 8           | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.004422</b> | <b>0.001869</b> |                 | 0.860360        | <b>0.000126</b> | <b>0.000126</b> | 1.000000        | 0.998823         | <b>0.000128</b>  | <b>0.000126</b>  |
| 6         | 8           | 0.860360        | 0.817175        | 0.308367        | 0.179937        | 0.860360        |                 | <b>0.000134</b> | <b>0.000126</b> | 0.860360        | 0.999637         | <b>0.001054</b>  | <b>0.000126</b>  |
| 7         | 8           | <b>0.000126</b> | <b>0.000126</b> | <b>0.046055</b> | 0.092570        | <b>0.000126</b> | <b>0.000134</b> |                 | 0.127995        | <b>0.000126</b> | <b>0.000126</b>  | 0.976441         | 0.757836         |
| 8         | 8           | <b>0.000126</b> | <b>0.000126</b> | <b>0.000128</b> | <b>0.000130</b> | <b>0.000126</b> | <b>0.000126</b> | 0.127995        |                 | <b>0.000126</b> | <b>0.000126</b>  | <b>0.003981</b>  | 0.990410         |
| 9         | 12          | 1.000000        | 1.000000        | <b>0.004422</b> | <b>0.001869</b> | 1.000000        | 0.860360        | <b>0.000126</b> | <b>0.000126</b> |                 | 0.998823         | <b>0.000128</b>  | <b>0.000126</b>  |
| 10        | 12          | 0.998823        | 0.997284        | 0.055165        | <b>0.026195</b> | 0.998823        | 0.999637        | <b>0.000126</b> | <b>0.000126</b> | 0.998823        |                  | <b>0.000180</b>  | <b>0.000126</b>  |
| 11        | 12          | <b>0.000128</b> | <b>0.000127</b> | 0.574301        | 0.757836        | <b>0.000128</b> | <b>0.001054</b> | 0.976441        | <b>0.003981</b> | <b>0.000128</b> | <b>0.000180</b>  |                  | 0.092570         |
| 12        | 12          | <b>0.000126</b> | <b>0.000126</b> | <b>0.000245</b> | <b>0.000471</b> | <b>0.000126</b> | <b>0.000126</b> | 0.757836        | 0.990410        | <b>0.000126</b> | <b>0.000126</b>  | 0.092570         |                  |

**Tabla 18***Test de Tukey para diferencias de pH entre las temperaturas de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ )*

|   | Temperatura (°C) | {1} - 6.2896    | {2} - 6.0192    | {3} - 6.0954    |
|---|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 4                |                 | <b>0.000127</b> | <b>0.000536</b> |
| 2 | 8                | <b>0.000127</b> |                 | 0.247928        |
| 3 | 12               | <b>0.000536</b> | 0.247928        |                 |

**Tabla 19***Test de Tukey para diferencias de pH entre los días de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ )*

|   | Tiempo (Días) | {1} - 6.4967    | {2} - 6.4178    | {3} - 5.9144    | {4} - 5.7100    |
|---|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0             |                 | 0.475271        | <b>0.000167</b> | <b>0.000167</b> |
| 2 | 6             | 0.475271        |                 | <b>0.000167</b> | <b>0.000167</b> |
| 3 | 12            | <b>0.000167</b> | <b>0.000167</b> |                 | <b>0.002649</b> |
| 4 | 18            | <b>0.000167</b> | <b>0.000167</b> | <b>0.002649</b> |                 |

**Tabla 20**

*Test de Tukey para diferencias de  $a^*$  entre presión de envasado, temperatura y tiempo de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ )*

| P. env. | T (°C) | T (Días) | {1} - 14.690 | {2} - 9.4767    | {3} - 5.1767    | {4} - 5.9333    | {5} - 14.690    | {6} - 8.3533    | {7} - 8.5733 | {8} - 8.1333 | {9} - 14.690 | {10} - 6.6167   | {11} - 9.4833 | {12} - 6.9900 |          |
|---------|--------|----------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|----------|
| 1       | CV     | 4        | 0            | 0,754832        | <b>0,013466</b> | <b>0,035546</b> | 1,000000        | 0,406985        | 0,473696     | 0,344995     | 1,000000     | 0,079641        | 0,756715      | 0,119703      |          |
| 2       | CV     | 4        | 6            | 0,754832        |                 | 0,943015        | 0,992795        | 0,754832        | 1,000000     | 1,000000     | 1,000000     | 0,754832        | 0,999622      | 1,000000      | 0,999959 |
| 3       | CV     | 4        | 12           | <b>0,013466</b> | 0,943015        |                 | 1,000000        | <b>0,013466</b> | 0,998265     | 0,995759     | 0,999379     | <b>0,013466</b> | 1,000000      | 0,942204      | 1,000000 |
| 4       | CV     | 4        | 18           | <b>0,035546</b> | 0,992795        | 1,000000        |                 | <b>0,035546</b> | 0,999974     | 0,999891     | 0,999995     | <b>0,035546</b> | 1,000000      | 0,992629      | 1,000000 |
| 5       | CV     | 8        | 0            | 1,000000        | 0,754832        | <b>0,013466</b> | <b>0,035546</b> |                 | 0,406985     | 0,473696     | 0,344995     | 1,000000        | 0,079641      | 0,756715      | 0,119703 |
| 6       | CV     | 8        | 6            | 0,406985        | 1,000000        | 0,998265        | 0,999974        | 0,406985        |              | 1,000000     | 1,000000     | 0,406985        | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000 |
| 7       | CV     | 8        | 12           | 0,473696        | 1,000000        | 0,995759        | 0,999891        | 0,473696        | 1,000000     |              | 1,000000     | 0,473696        | 0,999999      | 1,000000      | 1,000000 |
| 8       | CV     | 8        | 18           | 0,344995        | 1,000000        | 0,999379        | 0,999995        | 0,344995        | 1,000000     | 1,000000     |              | 0,344995        | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000 |
| 9       | CV     | 12       | 0            | 1,000000        | 0,754832        | <b>0,013466</b> | <b>0,035546</b> | 1,000000        | 0,406985     | 0,473696     | 0,344995     |                 | 0,079641      | 0,756715      | 0,119703 |
| 10      | CV     | 12       | 6            | 0,079641        | 0,999622        | 1,000000        | 1,000000        | 0,079641        | 1,000000     | 0,999999     | 1,000000     | 0,079641        |               | 0,999608      | 1,000000 |
| 11      | CV     | 12       | 12           | 0,756715        | 1,000000        | 0,942204        | 0,992629        | 0,756715        | 1,000000     | 1,000000     | 1,000000     | 0,756715        | 0,999608      |               | 0,999957 |
| 12      | CV     | 12       | 18           | 0,119703        | 0,999959        | 1,000000        | 1,000000        | 0,119703        | 1,000000     | 1,000000     | 1,000000     | 0,119703        | 1,000000      | 0,999957      |          |
| 13      | SV     | 4        | 0            | 1,000000        | 0,754832        | <b>0,013466</b> | <b>0,035546</b> | 1,000000        | 0,406985     | 0,473696     | 0,344995     | 1,000000        | 0,079641      | 0,756715      | 0,119703 |
| 14      | SV     | 4        | 6            | 0,837043        | 1,000000        | 0,895258        | 0,980667        | 0,837043        | 1,000000     | 1,000000     | 1,000000     | 0,837043        | 0,998265      | 1,000000      | 0,999721 |
| 15      | SV     | 4        | 12           | 0,082675        | 0,999683        | 1,000000        | 1,000000        | 0,082675        | 1,000000     | 1,000000     | 1,000000     | 0,082675        | 1,000000      | 0,999672      | 1,000000 |
| 16      | SV     | 4        | 18           | <b>0,004033</b> | 0,761395        | 1,000000        | 1,000000        | <b>0,004033</b> | 0,966645     | 0,944615     | 0,981382     | <b>0,004033</b> | 0,999986      | 0,759527      | 0,999841 |
| 17      | SV     | 8        | 0            | 1,000000        | 0,754832        | <b>0,013466</b> | <b>0,035546</b> | 1,000000        | 0,406985     | 0,473696     | 0,344995     | 1,000000        | 0,079641      | 0,756715      | 0,119703 |
| 18      | SV     | 8        | 6            | 0,985258        | 1,000000        | 0,591161        | 0,814460        | 0,985258        | 0,999930     | 0,999984     | 0,999741     | 0,985258        | 0,942204      | 1,000000      | 0,976341 |
| 19      | SV     | 8        | 12           | 0,246175        | 1,000000        | 0,999937        | 1,000000        | 0,246175        | 1,000000     | 1,000000     | 1,000000     | 0,246175        | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000 |
| 20      | SV     | 8        | 18           | 0,602899        | 1,000000        | 0,983566        | 0,999042        | 0,602899        | 1,000000     | 1,000000     | 1,000000     | 0,602899        | 0,999983      | 1,000000      | 0,999999 |
| 21      | SV     | 12       | 0            | 1,000000        | 0,754832        | <b>0,013466</b> | <b>0,035546</b> | 1,000000        | 0,406985     | 0,473696     | 0,344995     | 1,000000        | 0,079641      | 0,756715      | 0,119703 |
| 22      | SV     | 12       | 6            | 0,094781        | 0,999841        | 1,000000        | 1,000000        | 0,094781        | 1,000000     | 1,000000     | 1,000000     | 0,094781        | 1,000000      | 0,999835      | 1,000000 |
| 23      | SV     | 12       | 12           | 0,311656        | 1,000000        | 0,999677        | 0,999998        | 0,311656        | 1,000000     | 1,000000     | 1,000000     | 0,311656        | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000 |
| 24      | SV     | 12       | 18           | 0,352226        | 1,000000        | 0,999292        | 0,999994        | 0,352226        | 1,000000     | 1,000000     | 1,000000     | 0,352226        | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000 |

Tabla 20. Continuación

| P. env | T (°C) | t (Días) | {13} - 14.690 | {14} - 9.7933   | {15} - 6.6500 | {16} - 4.2867 | {17} - 14.690   | {18} - 10.923   | {19} - 7.7300 | {20} - 8.9800 | {21} - 14.690 | {22} - 6.7733   | {23} - 8.0067 | {24} - 8.1600 |          |
|--------|--------|----------|---------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|----------|
| 1      | CV     | 4        | 0             | 1,000000        | 0,837043      | 0,082675      | <b>0,004033</b> | 1,000000        | 0,985258      | 0,246175      | 0,602899      | 1,000000        | 0,094781      | 0,311656      | 0,352226 |
| 2      | CV     | 4        | 6             | 0,754832        | 1,000000      | 0,999683      | 0,761395        | 0,754832        | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      | 0,754832        | 0,999841      | 1,000000      | 1,000000 |
| 3      | CV     | 4        | 12            | <b>0,013466</b> | 0,895258      | 1,000000      | 1,000000        | <b>0,013466</b> | 0,591161      | 0,999937      | 0,983566      | <b>0,013466</b> | 1,000000      | 0,999677      | 0,999292 |
| 4      | CV     | 4        | 18            | <b>0,035546</b> | 0,980667      | 1,000000      | 1,000000        | <b>0,035546</b> | 0,814460      | 1,000000      | 0,999042      | <b>0,035546</b> | 1,000000      | 0,999998      | 0,999994 |
| 5      | CV     | 8        | 0             | 1,000000        | 0,837043      | 0,082675      | <b>0,004033</b> | 1,000000        | 0,985258      | 0,246175      | 0,602899      | 1,000000        | 0,094781      | 0,311656      | 0,352226 |
| 6      | CV     | 8        | 6             | 0,406985        | 1,000000      | 1,000000      | 0,966645        | 0,406985        | 0,999930      | 1,000000      | 1,000000      | 0,406985        | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000 |
| 7      | CV     | 8        | 12            | 0,473696        | 1,000000      | 1,000000      | 0,944615        | 0,473696        | 0,999984      | 1,000000      | 1,000000      | 0,473696        | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000 |
| 8      | CV     | 8        | 18            | 0,344995        | 1,000000      | 1,000000      | 0,981382        | 0,344995        | 0,999741      | 1,000000      | 1,000000      | 0,344995        | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000 |
| 9      | CV     | 12       | 0             | 1,000000        | 0,837043      | 0,082675      | <b>0,004033</b> | 1,000000        | 0,985258      | 0,246175      | 0,602899      | 1,000000        | 0,094781      | 0,311656      | 0,352226 |
| 10     | CV     | 12       | 6             | 0,079641        | 0,998265      | 1,000000      | 0,999986        | 0,079641        | 0,942204      | 1,000000      | 0,999983      | 0,079641        | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000 |
| 11     | CV     | 12       | 12            | 0,756715        | 1,000000      | 0,999672      | 0,759527        | 0,756715        | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      | 0,756715        | 0,999835      | 1,000000      | 1,000000 |
| 12     | CV     | 12       | 18            | 0,119703        | 0,999721      | 1,000000      | 0,999841        | 0,119703        | 0,976341      | 1,000000      | 0,999999      | 0,119703        | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000 |
| 13     | SV     | 4        | 0             |                 | 0,837043      | 0,082675      | <b>0,004033</b> | 1,000000        | 0,985258      | 0,246175      | 0,602899      | 1,000000        | 0,094781      | 0,311656      | 0,352226 |
| 14     | SV     | 4        | 6             | 0,837043        |               | 0,998500      | 0,667235        | 0,837043        | 1,000000      | 0,999998      | 1,000000      | 0,837043        | 0,999155      | 1,000000      | 1,000000 |
| 15     | SV     | 4        | 12            | 0,082675        | 0,998500      |               | 0,999983        | 0,082675        | 0,946183      | 1,000000      | 0,999986      | 0,082675        | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000 |
| 16     | SV     | 4        | 18            | <b>0,004033</b> | 0,667235      | 0,999983      |                 | <b>0,004033</b> | 0,323809      | 0,994951      | 0,880791      | <b>0,004033</b> | 0,999959      | 0,987202      | 0,979930 |
| 17     | SV     | 8        | 0             | 1,000000        | 0,837043      | 0,082675      | <b>0,004033</b> |                 | 0,985258      | 0,246175      | 0,602899      | 1,000000        | 0,094781      | 0,311656      | 0,352226 |
| 18     | SV     | 8        | 6             | 0,985258        | 1,000000      | 0,946183      | 0,323809        | 0,985258        |               | 0,998137      | 0,999999      | 0,985258        | 0,959229      | 0,999492      | 0,999776 |
| 19     | SV     | 8        | 12            | 0,246175        | 0,999998      | 1,000000      | 0,994951        | 0,246175        | 0,998137      |               | 1,000000      | 0,246175        | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000 |
| 20     | SV     | 8        | 18            | 0,602899        | 1,000000      | 0,999986      | 0,880791        | 0,602899        | 0,999999      | 1,000000      |               | 0,602899        | 0,999995      | 1,000000      | 1,000000 |
| 21     | SV     | 12       | 0             | 1,000000        | 0,837043      | 0,082675      | <b>0,004033</b> | 1,000000        | 0,985258      | 0,246175      | 0,602899      |                 | 0,094781      | 0,311656      | 0,352226 |
| 22     | SV     | 12       | 6             | 0,094781        | 0,999155      | 1,000000      | 0,999959        | 0,094781        | 0,959229      | 1,000000      | 0,999995      | 0,094781        |               | 1,000000      | 1,000000 |
| 23     | SV     | 12       | 12            | 0,311656        | 1,000000      | 1,000000      | 0,987202        | 0,311656        | 0,999492      | 1,000000      | 1,000000      | 0,311656        | 1,000000      |               | 1,000000 |
| 24     | SV     | 12       | 18            | 0,352226        | 1,000000      | 1,000000      | 0,979930        | 0,352226        | 0,999776      | 1,000000      | 1,000000      | 0,352226        | 1,000000      | 1,000000      |          |

Tabla 21

Test de Tukey para diferencias de  $a^*$  entre los días de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ )

| Tiempo (Días) | {1} - 14.690 | {2} - 8.6561    | {3} - 7.6033    | {4} - 7.0806    |
|---------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1             | 0            |                 | <b>0.000167</b> | <b>0.000167</b> |
| 2             | 6            | <b>0.000167</b> | 0.646621        | 0.307202        |
| 3             | 12           | <b>0.000167</b> | 0.646621        | 0.936955        |
| 4             | 18           | <b>0.000167</b> | 0.307202        | 0.936955        |

Tabla 22

Test de Tukey para diferencias de  $b^*$  entre los días de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ )

| Tiempo (Días) | {1} - 6.3700    | {2} - 3.1939    | {3} - 3.7972 | {4} - 2.3256    |
|---------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|
| 0             |                 | <b>0.032786</b> | 0.113067     | <b>0.004041</b> |
| 6             | <b>0.032786</b> |                 | 0.949197     | 0.865316        |
| 12            | 0.113067        | 0.949197        |              | 0.558843        |
| 18            | <b>0.004041</b> | 0.865316        | 0.558843     |                 |

**Tabla 23**

Test de Tukey para diferencias de dureza entre la temperatura de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ )

|   | Temperatura (°C) | {1} - 1.0254    | {2} - .83292 | {3} - .68583    |
|---|------------------|-----------------|--------------|-----------------|
| 1 | 4                |                 | 0.161266     | <b>0.005469</b> |
| 2 | 8                | 0.161266        |              | 0.337940        |
| 3 | 12               | <b>0.005469</b> | 0.337940     |                 |

**Tabla 24**

Test de Tukey para diferencias de  $b^*$  entre los días de almacenamiento ( $\alpha = 0.05$ )

|   | Tiempo (Días) | {1} - 1.0133    | {2} - .62333    | {3} - .82278 | {4} - .93278 |
|---|---------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|
| 1 | 0             |                 | <b>0.010635</b> | 0.390951     | 0.906335     |
| 2 | 6             | <b>0.010635</b> |                 | 0.350710     | 0.059132     |
| 3 | 12            | 0.390951        | 0.350710        |              | 0.793860     |
| 4 | 18            | 0.906335        | 0.059132        | 0.793860     |              |

**Anexo 4**

Análisis microbiológicos

**Tabla 25**

Análisis microbiológico según condiciones de almacenamiento y normativa vigente

| Agente microbiano       | Carga microbiana obtenida en <i>A. fuscusuccinea</i> | NTS N° 071-MINSA/DIGESA V.0.1 (límite por gramo) |
|-------------------------|--|--|
| Aerobios mesófilos      | < 25/g   | $10^4$ a $10^6$                                  |
| <i>Escherichia coli</i> | Ausencia/ 10 g                                       | $10$ a $10^2$                                    |
| <i>Salmonella</i> sp.   | Ausencia/ 10 g                                       | Ausencia /25g                                    |

Nota. Los valores están expresados en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g), excepto cuando se indica "Ausencia", correspondiente a resultados cualitativos.

**Anexo 5**

Resultados de la evaluación sensorial de *A. fuscusuccinea*

**Tabla 26**

Puntuaciones obtenidas en el análisis sensorial del hongo *A. fuscusuccinea* fritos

| Pane-<br>lista | Conservado CV a 4°C (487) |      |       |              |               | Fresco (536) |      |       |              |               |
|----------------|---------------------------|------|-------|--------------|---------------|--------------|------|-------|--------------|---------------|
|                | Color                     | Olor | Sabor | Tex-<br>tura | A.<br>general | Color        | Olor | Sabor | Tex-<br>tura | A.<br>general |
| 1              | 4                         | 5    | 7     | 8            | 6             | 3            | 2    | 6     | 6            | 7             |
| 2              | 6                         | 5    | 5     | 7            | 6             | 6            | 5    | 5     | 7            | 6             |

Tabla 26 *continuación*

| Pane-<br>lista | Conservado CV a 4°C (487) |      |       |              |               | Fresco (536) |      |       |              |               |
|----------------|---------------------------|------|-------|--------------|---------------|--------------|------|-------|--------------|---------------|
|                | Color                     | Olor | Sabor | Tex-<br>tura | A.<br>general | Color        | Olor | Sabor | Tex-<br>tura | A.<br>general |
| 3              | 7                         | 6    | 6     | 6            | 7             | 6            | 5    | 5     | 6            | 6             |
| 4              | 9                         | 8    | 9     | 9            | 9             | 7            | 9    | 8     | 9            | 9             |
| 5              | 7                         | 6    | 8     | 7            | 7             | 6            | 6    | 7     | 5            | 7             |
| 6              | 6                         | 5    | 5     | 6            | 6             | 6            | 7    | 5     | 4            | 6             |
| 7              | 5                         | 4    | 4     | 4            | 5             | 5            | 4    | 6     | 6            | 6             |
| 8              | 7                         | 8    | 5     | 7            | 6             | 6            | 7    | 6     | 9            | 7             |
| 9              | 3                         | 6    | 7     | 8            | 8             | 5            | 7    | 6     | 7            | 9             |
| 10             | 6                         | 3    | 6     | 5            | 6             | 4            | 7    | 5     | 4            | 6             |
| 11             | 5                         | 5    | 6     | 6            | 6             | 6            | 7    | 7     | 6            | 6             |
| 12             | 9                         | 9    | 7     | 6            | 8             | 9            | 9    | 8     | 7            | 8             |
| 13             | 9                         | 3    | 5     | 4            | 6             | 6            | 4    | 5     | 7            | 8             |
| 14             | 7                         | 7    | 6     | 8            | 7             | 6            | 7    | 7     | 8            | 7             |
| 15             | 7                         | 8    | 6     | 7            | 7             | 7            | 8    | 6     | 8            | 7             |
| 16             | 9                         | 8    | 8     | 7            | 8             | 8            | 7    | 8     | 9            | 9             |
| 17             | 5                         | 5    | 4     | 3            | 4             | 5            | 6    | 5     | 7            | 5             |
| 18             | 7                         | 8    | 9     | 8            | 8             | 8            | 8    | 8     | 9            | 8             |
| 19             | 5                         | 7    | 7     | 6            | 6             | 6            | 7    | 8     | 6            | 5             |
| 20             | 6                         | 7    | 7     | 8            | 8             | 6            | 6    | 7     | 8            | 7             |
| 21             | 7                         | 9    | 9     | 9            | 8             | 7            | 9    | 9     | 9            | 8             |
| 22             | 5                         | 6    | 6     | 5            | 5             | 5            | 6    | 6     | 5            | 5             |
| 23             | 7                         | 7    | 7     | 5            | 5             | 6            | 7    | 5     | 4            | 4             |
| 24             | 6                         | 7    | 8     | 6            | 7             | 6            | 6    | 6     | 6            | 7             |
| 25             | 7                         | 2    | 8     | 4            | 5             | 7            | 6    | 2     | 4            | 6             |
| 26             | 7                         | 8    | 8     | 8            | 9             | 6            | 8    | 7     | 8            | 9             |
| 27             | 6                         | 5    | 5     | 5            | 4             | 6            | 6    | 5     | 5            | 4             |
| 28             | 8                         | 8    | 7     | 7            | 8             | 8            | 8    | 6     | 7            | 7             |
| 29             | 9                         | 3    | 5     | 6            | 7             | 3            | 7    | 9     | 5            | 6             |
| 30             | 6                         | 7    | 7     | 7            | 7             | 6            | 8    | 6     | 6            | 6             |
| 31             | 5                         | 5    | 4     | 4            | 4             | 5            | 5    | 6     | 5            | 4             |
| 32             | 8                         | 8    | 9     | 9            | 9             | 6            | 8    | 6     | 7            | 6             |
| 33             | 6                         | 8    | 8     | 7            | 8             | 7            | 7    | 5     | 5            | 5             |
| 34             | 4                         | 4    | 5     | 6            | 5             | 4            | 4    | 5     | 6            | 5             |
| 35             | 7                         | 6    | 6     | 7            | 8             | 7            | 7    | 8     | 7            | 8             |
| 36             | 4                         | 2    | 4     | 4            | 6             | 3            | 2    | 4     | 4            | 5             |
| 37             | 8                         | 9    | 8     | 7            | 8             | 7            | 7    | 8     | 9            | 9             |
| 38             | 6                         | 9    | 7     | 6            | 8             | 4            | 6    | 6     | 5            | 6             |
| 39             | 6                         | 5    | 6     | 8            | 7             | 6            | 5    | 5     | 7            | 6             |
| 40             | 7                         | 6    | 6     | 7            | 7             | 7            | 4    | 5     | 6            | 6             |
| 41             | 6                         | 6    | 4     | 7            | 5             | 5            | 6    | 8     | 8            | 5             |
| 42             | 5                         | 5    | 7     | 7            | 7             | 5            | 6    | 6     | 7            | 7             |
| 43             | 7                         | 9    | 6     | 5            | 8             | 6            | 8    | 5     | 4            | 7             |

Tabla 26 continuación

| Pane-<br>lista | Conservado CV a 4°C (487) |      |       |              |               | Fresco (536) |      |       |              |               |
|----------------|---------------------------|------|-------|--------------|---------------|--------------|------|-------|--------------|---------------|
|                | Color                     | Olor | Sabor | Tex-<br>tura | A.<br>general | Color        | Olor | Sabor | Tex-<br>tura | A.<br>general |
| 44             | 6                         | 5    | 6     | 6            | 6             | 6            | 5    | 5     | 6            | 6             |
| 45             | 6                         | 5    | 7     | 8            | 8             | 6            | 5    | 7     | 8            | 9             |
| 46             | 7                         | 8    | 8     | 9            | 9             | 6            | 8    | 8     | 8            | 9             |
| 47             | 7                         | 8    | 9     | 7            | 7             | 7            | 8    | 9     | 7            | 7             |
| 48             | 6                         | 6    | 6     | 9            | 7             | 6            | 5    | 6     | 8            | 7             |
| 49             | 7                         | 7    | 6     | 6            | 7             | 6            | 6    | 7     | 6            | 7             |
| 50             | 5                         | 6    | 6     | 5            | 6             | 5            | 5    | 5     | 6            | 5             |
| 51             | 7                         | 8    | 6     | 7            | 7             | 6            | 8    | 6     | 7            | 7             |
| 52             | 5                         | 4    | 5     | 4            | 5             | 6            | 7    | 6     | 8            | 7             |
| 53             | 8                         | 7    | 5     | 6            | 8             | 8            | 7    | 6     | 7            | 8             |
| 54             | 5                         | 4    | 5     | 5            | 5             | 4            | 4    | 6     | 5            | 4             |
| 55             | 6                         | 7    | 6     | 7            | 7             | 7            | 8    | 6     | 7            | 7             |
| 56             | 7                         | 6    | 4     | 8            | 6             | 5            | 6    | 6     | 9            | 5             |
| 57             | 9                         | 8    | 9     | 8            | 8             | 9            | 9    | 9     | 8            | 9             |
| 58             | 9                         | 9    | 9     | 9            | 9             | 9            | 9    | 9     | 8            | 9             |
| 59             | 6                         | 7    | 6     | 6            | 6             | 6            | 7    | 4     | 4            | 5             |
| 60             | 7                         | 6    | 8     | 7            | 7             | 6            | 6    | 7     | 6            | 7             |
| 61             | 8                         | 7    | 7     | 6            | 7             | 8            | 6    | 7     | 6            | 7             |
| 62             | 8                         | 8    | 7     | 7            | 8             | 8            | 7    | 7     | 7            | 7             |
| 63             | 7                         | 7    | 8     | 7            | 7             | 6            | 7    | 8     | 7            | 7             |
| 64             | 4                         | 6    | 9     | 8            | 6             | 6            | 6    | 7     | 8            | 6             |
| 65             | 6                         | 4    | 5     | 6            | 6             | 6            | 6    | 5     | 6            | 6             |
| 66             | 8                         | 8    | 9     | 9            | 9             | 9            | 9    | 9     | 8            | 9             |
| 67             | 7                         | 7    | 7     | 8            | 7             | 6            | 7    | 6     | 8            | 7             |
| 68             | 7                         | 6    | 7     | 8            | 7             | 6            | 6    | 5     | 5            | 6             |
| 69             | 6                         | 5    | 6     | 8            | 7             | 4            | 5    | 5     | 6            | 5             |
| 70             | 8                         | 9    | 8     | 8            | 8             | 8            | 9    | 7     | 8            | 8             |
| 71             | 7                         | 6    | 7     | 7            | 6             | 6            | 6    | 6     | 6            | 6             |
| 72             | 9                         | 6    | 7     | 9            | 8             | 9            | 4    | 4     | 7            | 6             |
| 73             | 7                         | 7    | 8     | 7            | 7             | 7            | 6    | 7     | 6            | 6             |
| 74             | 7                         | 6    | 6     | 6            | 6             | 6            | 6    | 4     | 7            | 6             |
| 75             | 8                         | 7    | 7     | 7            | 6             | 6            | 6    | 5     | 6            | 5             |
| 76             | 8                         | 7    | 6     | 7            | 7             | 8            | 8    | 7     | 7            | 7             |
| 77             | 7                         | 8    | 7     | 5            | 7             | 6            | 8    | 7     | 5            | 7             |
| 78             | 6                         | 5    | 8     | 8            | 8             | 6            | 5    | 4     | 6            | 4             |
| 79             | 6                         | 6    | 8     | 6            | 7             | 6            | 6    | 6     | 5            | 6             |
| 80             | 8                         | 7    | 6     | 6            | 7             | 8            | 8    | 7     | 7            | 8             |
| 81             | 5                         | 6    | 5     | 6            | 5             | 5            | 6    | 7     | 8            | 7             |
| 82             | 8                         | 7    | 7     | 8            | 8             | 6            | 7    | 7     | 8            | 7             |
| 83             | 8                         | 9    | 9     | 8            | 9             | 9            | 8    | 9     | 9            | 9             |
| 84             | 9                         | 8    | 9     | 7            | 8             | 8            | 9    | 8     | 7            | 8             |

Tabla 26 continuación

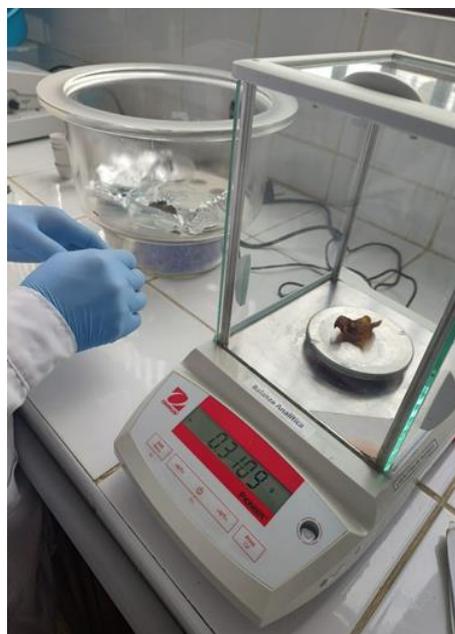
| Pane-<br>lista | Conservado CV a 4°C (487) |      |       |              |               | Fresco (536) |      |       |              |               |
|----------------|---------------------------|------|-------|--------------|---------------|--------------|------|-------|--------------|---------------|
|                | Color                     | Olor | Sabor | Tex-<br>tura | A.<br>general | Color        | Olor | Sabor | Tex-<br>tura | A.<br>general |
| 85             | 8                         | 9    | 8     | 8            | 9             | 8            | 9    | 8     | 7            | 9             |
| 86             | 8                         | 7    | 8     | 8            | 8             | 8            | 7    | 6     | 8            | 8             |
| 87             | 8                         | 9    | 8     | 9            | 8             | 8            | 9    | 7     | 8            | 8             |
| 88             | 7                         | 8    | 9     | 7            | 8             | 8            | 8    | 7     | 8            | 8             |
| 89             | 7                         | 8    | 8     | 7            | 7             | 8            | 8    | 7     | 7            | 8             |
| 90             | 8                         | 8    | 9     | 8            | 8             | 7            | 8    | 8     | 9            | 8             |
| 91             | 7                         | 9    | 8     | 7            | 8             | 8            | 9    | 9     | 7            | 8             |
| 92             | 7                         | 7    | 8     | 7            | 7             | 7            | 8    | 7     | 7            | 7             |
| 93             | 8                         | 7    | 6     | 7            | 8             | 8            | 6    | 8     | 7            | 8             |
| 94             | 6                         | 6    | 6     | 5            | 6             | 5            | 6    | 6     | 6            | 6             |
| 95             | 7                         | 7    | 8     | 9            | 8             | 7            | 8    | 9     | 6            | 8             |
| 96             | 8                         | 7    | 7     | 8            | 8             | 7            | 8    | 8     | 8            | 8             |
| 97             | 5                         | 6    | 6     | 8            | 7             | 6            | 7    | 6     | 7            | 6             |
| 98             | 7                         | 8    | 6     | 5            | 6             | 5            | 8    | 6     | 8            | 4             |
| 99             | 7                         | 9    | 8     | 8            | 7             | 8            | 9    | 9     | 9            | 8             |
| 100            | 4                         | 5    | 6     | 6            | 6             | 4            | 5    | 5     | 5            | 5             |
| 101            | 7                         | 3    | 5     | 9            | 7             | 5            | 4    | 7     | 8            | 9             |
| 102            | 5                         | 8    | 8     | 8            | 8             | 6            | 8    | 6     | 6            | 8             |
| 103            | 7                         | 6    | 5     | 9            | 8             | 7            | 7    | 5     | 8            | 7             |
| 104            | 7                         | 6    | 7     | 5            | 6             | 6            | 7    | 6     | 5            | 6             |
| 105            | 4                         | 6    | 8     | 6            | 2             | 7            | 5    | 8     | 9            | 9             |
| 106            | 3                         | 2    | 6     | 6            | 6             | 6            | 7    | 7     | 6            | 7             |
| 107            | 8                         | 8    | 9     | 8            | 7             | 8            | 8    | 9     | 8            | 7             |
| 108            | 4                         | 4    | 5     | 8            | 6             | 5            | 3    | 6     | 6            | 6             |
| 109            | 6                         | 6    | 5     | 7            | 6             | 6            | 5    | 6     | 7            | 6             |
| 110            | 9                         | 8    | 9     | 8            | 9             | 8            | 8    | 8     | 8            | 8             |
| 111            | 8                         | 8    | 7     | 9            | 8             | 7            | 8    | 7     | 9            | 8             |
| 112            | 7                         | 7    | 7     | 7            | 7             | 6            | 6    | 6     | 6            | 6             |
| 113            | 5                         | 7    | 6     | 8            | 8             | 6            | 6    | 5     | 7            | 7             |
| 114            | 5                         | 6    | 4     | 5            | 6             | 6            | 6    | 7     | 4            | 6             |
| 115            | 7                         | 8    | 6     | 7            | 9             | 7            | 6    | 6     | 8            | 8             |
| 116            | 6                         | 5    | 6     | 6            | 6             | 8            | 4    | 7     | 6            | 8             |
| 117            | 3                         | 5    | 5     | 5            | 4             | 3            | 5    | 5     | 4            | 3             |
| 118            | 7                         | 6    | 8     | 7            | 9             | 7            | 8    | 7     | 8            | 8             |
| 119            | 6                         | 6    | 6     | 6            | 6             | 6            | 5    | 5     | 6            | 6             |
| 120            | 7                         | 4    | 6     | 4            | 5             | 6            | 4    | 5     | 5            | 5             |

**Anexo 6**

Galería fotográfica de la recolección, envasado, análisis fisicoquímico, microbiológicos y evaluación sensorial de hongos *A. fuscosuccinea*

**Figura 13***Recolección***Figura 14***Selección***Figura 15***Lavado y desinfección***Figura 16***Escaldado*

**Figura 17***Oreado***Figura 18***Pesado***Figura 19***Envasado al vacío***Figura 20***Envasado sin vacío*

**Figura 21***Almacenamiento a 12°C***Figura 22***Determinación de humedad***Figura 23***Determinación de ceniza***Figura 24***Digestión y destilación de proteína*

**Figura 25***Titulación de proteína***Figura 26***Determinación de fibra***Figura 27***Determinación de pH***Figura 28***Determinación de color*

**Figura 29***Determinación de dureza***Figura 30***Determinación de aerobios mesófilos***Figura 31***Determinación de E. coli***Figura 32***Determinación de salmonella sp.*

**Figura 33***Hongos friéndose***Figura 34***Evaluación sensorial - panelistas*