



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**Evaluación del efecto funcional antioxidante del extracto liofilizado de polen de (*Apis mellifera*) como ingrediente de un recubrimiento comestible en dedos de zanahoria (*Daucus carota*) mínimamente procesada**

Quiroz Ortiz, Sharline Dejaneira

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Larrea Cedeño, Gabriel Alejandro Mgt

14 de agosto del 2022



# JUSTIFICACIÓN

## Almacenamiento

blanqueamiento

microorganismos

firmeza

Brillo-pardeamiento

Recubrimientos comestibles



Tecnología->alargar la vida útil

Antioxidante natural



“Alimento enriquecido y funcional”



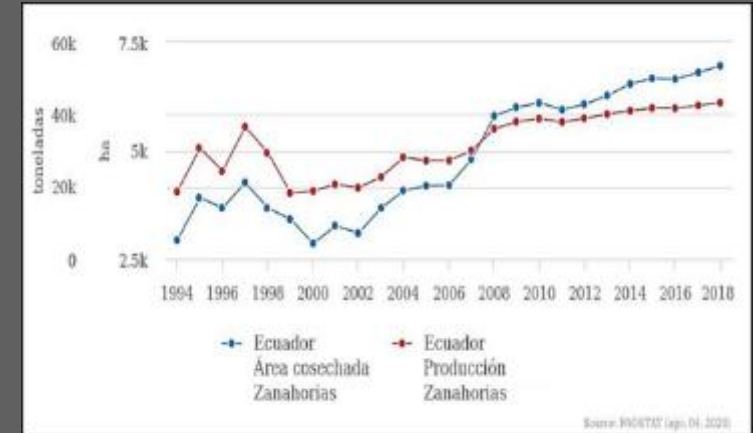
generalmente



ácido benzoico, ácido sórbico, ácido propiónico, ácido láctico

# ANTECEDENTES

## Zanahoria (*Daucus carota*)



Producción: 41 mil Tn  
Área cosechada: 7 mil ha

Productos gama IV



Tendencia de consumo

- 94% de la producción nacional
- Consumo per cápita de 1,64 kg/año



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# OBJETIVOS

## General:

Evaluar el efecto funcional antioxidante del extracto liofilizado de polen de (*Apis mellifera*) como ingrediente de un recubrimiento comestible en dedos de zanahoria (*Daucus carota*) mínimamente procesada.

## Específicos:

\* Elaborar un extracto liofilizado del principio activo de polen de *Apis mellifera*.

\* Formular un recubrimiento comestible para dedos de zanahoria mínimamente procesada, a base del principio activo extraído de polen a tres niveles de concentración (0.75%, 1.5% y 3%), más un testigo.

\* Evaluar el efecto del recubrimiento comestible sobre la vida útil de la zanahoria mínimamente procesada en frigoconservación a 0, 3, 6 y 9 días.

# HIPÓTESIS

**H0:** Al menos uno de los tratamientos aplicados aumenta la capacidad antioxidante del recubrimiento comestible con polen sobre los dedos de zanahoria.

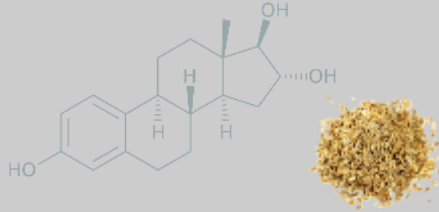
**H1:** Ninguno de los tratamientos aplicados aumenta la capacidad antioxidante del recubrimiento comestible con polen sobre los dedos de zanahoria





# MARCO TEÓRICO

## ZANAHORIA (*Daucus carota*)

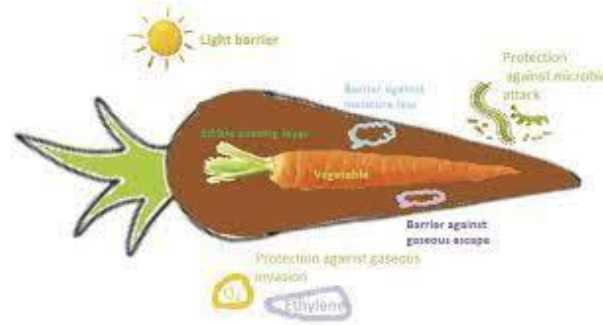


### Chantenay



150 g y largo entre 12 a 17 cm

## Recubrimiento comestible



atmósfera modificada

## Polen de abeja (*Apis mellifera*)



Polen  
Néctar  
Sustancias salivales

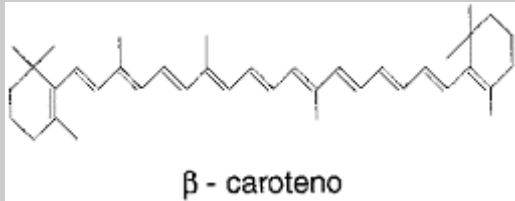


pH: 4-6  
°Brix: 9-15  
Pro vitamina A: 0.55 – 2.10 µg/g  
ácido láctico: 3-4%

Aminoácidos  
Carotenoides  
Vitaminas  
Minerales

"pro-vitamina A"

oxidar



Riesgo de cataratas

En el hígado se transforma a retinol, que se oxida a retinal (vitamina A)  
1:2



Luz  
Temperatura  
Metales



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# METODOLOGÍA

## Área de estudio

Figura 1

Ubicación geográfica de la carrera IASA I



## Materiales

- Norma INEN 1747



- Molinuco



## Polen liofilizado



30 g



300 mL



-15° C / 24 h



20 h

## Recubrimiento comestible

Tabla 1

Componentes del recubrimiento comestible para cada tratamiento

Ingredientes	T0 (g)	T1 (g)	T2 (g)	T3 (g)
Aceite de girasol	12	12	12	12
Glicerina	7,5	7,5	7,5	7,5
Tween 80	1,2	1,2	1,2	1,2
Almidón de yuca	6	6	6	6
Principio activo (polen liofilizado)	0	2,25	4,5	9





**Variables**

**Desinfección y corte en forma de dedos**

**Aplicación del recubrimiento, secado y empackado**

**Pérdida de peso**

**INEN 389**



2ml/L NaClO



7min/lado (240 nm)



Selección



1h/35°C

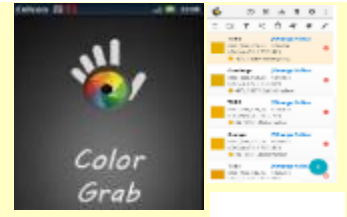


4°C



**Color**

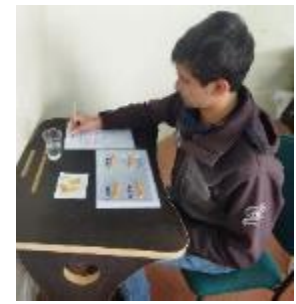
$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{0.5}$$



**Firmeza**



**Análisis sensorial**



**pH**



**Sólidos solubles**



**Acidez titulable**



**Contenido de β-carotenos**



**Análisis microbiológico**



**Vida útil**

Ecuación cinética de primer orden (Labuza, 1982)

$$t = (\ln A - \ln A_0) / k$$

# Diseño Experimental

Figura 2

*Distribución aleatorizada del experimento*

T1R2		TOR3		T1R1		T3R3	
0	3	9	3	9	6	3	0
9	6	6	0	3	0	6	9
TOR1		T3R2		T2R3		T2R2	
6	0	0	6	0	9	3	6
3	9	3	9	6	3	9	0
T3R1		T2R1		TOR2		T1R3	
9	3	6	0	3	6	6	9
6	0	9	3	0	9	0	3



- Parcela dividida: Tratamiento/Días de evaluación -> 3 repeticiones y 4 tratamientos.
- Modelos mixtos con un análisis de varianza: LSD 95% confiabilidad
- Infostat con una interfaz de R

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

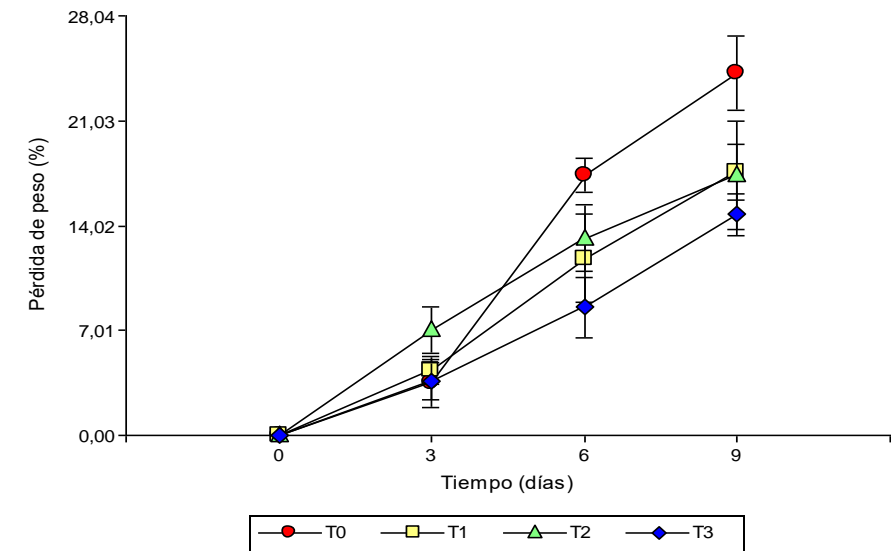
**Tabla 4**  
ANAVA de las variables físico-química

Fuente de variación	gl	Pérdida de peso (%)	pH	Acidez titulable (%)	Firmeza (kg-f)	°Brix	β-carotenos
Tratamiento	3	p = 0,0016	p <0,0001	p <0,0001	p <0,0001	p = 0,9156	p = 0,3204
Días	3	p <0,0001	p <0,0001	p = 0,0001	p <0,0001	p <0,0001	p <0,0001
Tratamiento*Días	9	p = 0,0325	p = 0,006	p <0,0001	p = 0,8126	p = 0,0096	p = 0,7364

Para el nivel de tratamiento existió un efecto significativo en la pérdida de peso ( $F= 6,42$ ;  $p = 0,0016$ ), pH ( $F=29,15$ ;  $p <0,0001$ ), acidez titulable ( $F=14,63$ ;  $p <0,001$ ), y firmeza ( $F=14,43$ ;  $p <0,0001$ ), sin embargo no existió un efecto significativo para las variables de °Brix y β-carotenos.

## Pérdida de peso (%)

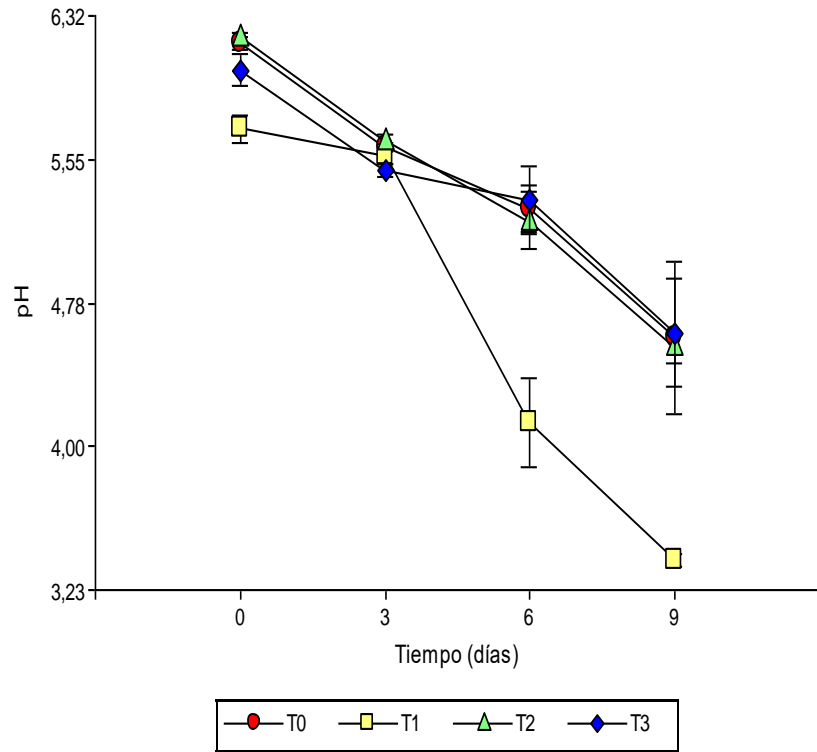
**Figura 3**  
Porcentaje de pérdida de peso en dedos de zanahoria



T0: mayor porcentaje de pérdida de peso (24,21%) al día 9 de evaluación.

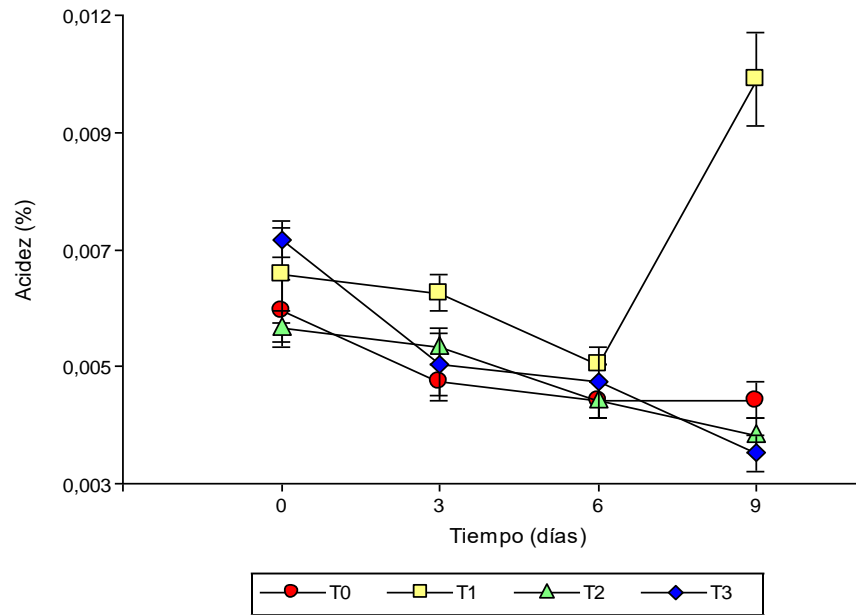


**Figura 4**  
pH de dedos de zanahoria



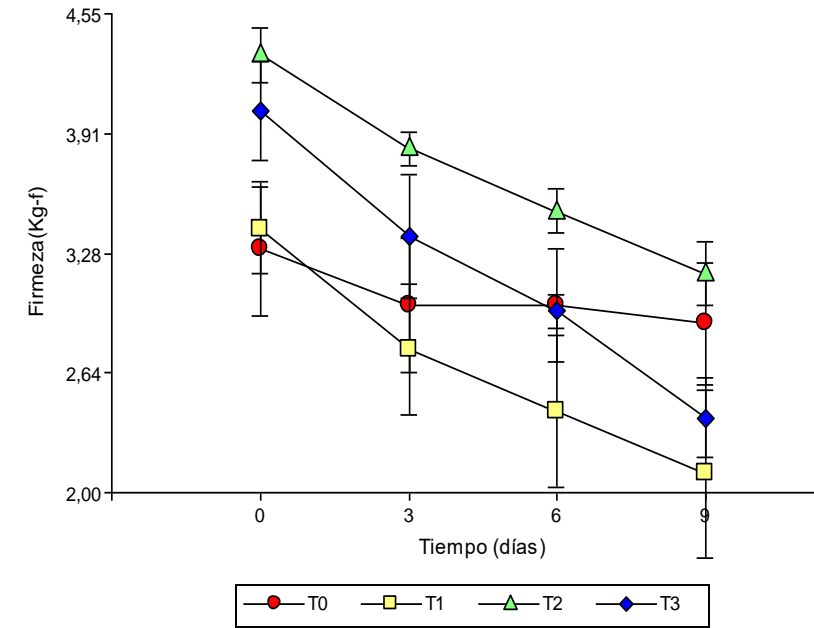
(Puerto et al., 2015) ->en países sudamericanos el polen de abeja tiene un rango de pH ácido, entre 4 a 6.

**Figura 5**  
Acidez titulable (%) en dedos de zanahoria



T1: incrementó hasta el 0,1% de acidez al día 9 de evaluación

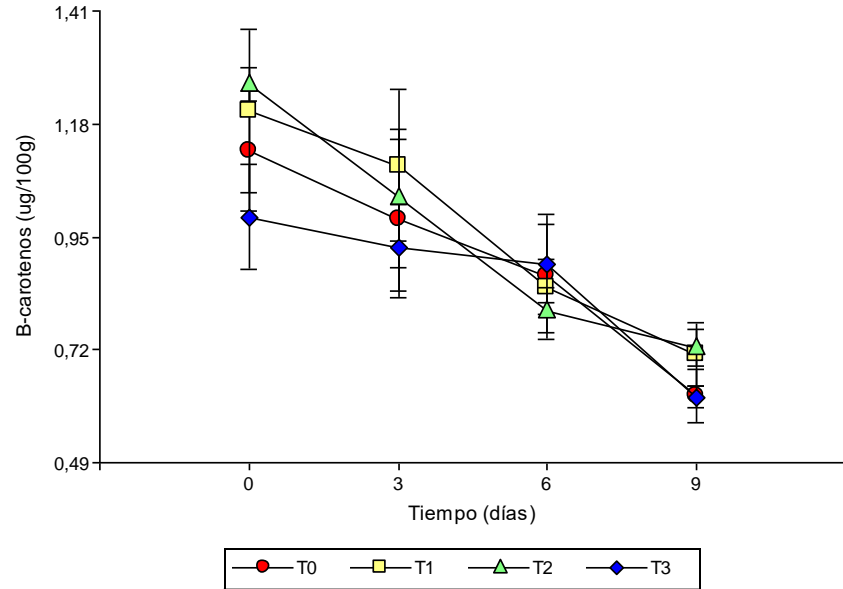
**Figura 6**  
Firmeza (kg-f) de dedos de zanahoria



- T2: mayor firmeza (3,17 kg-f) al día 9 de evaluación
- T1: afectada por microorganismos

Figura 8

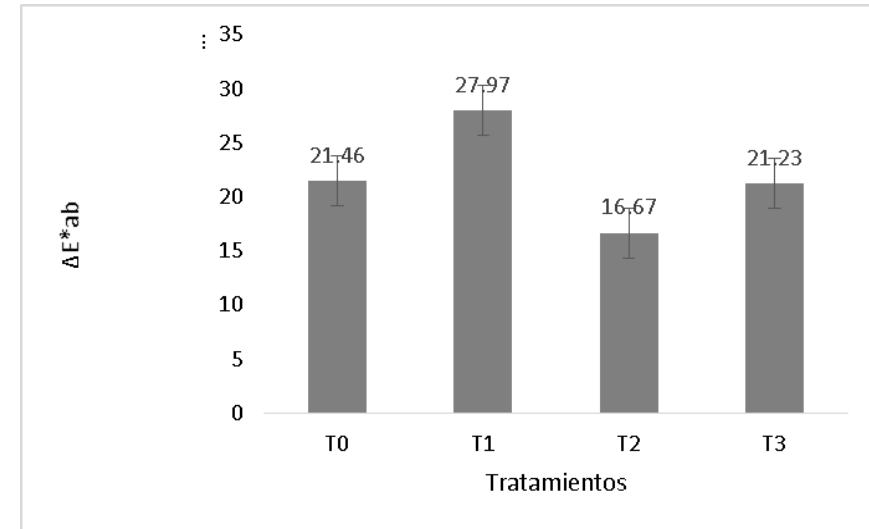
$\beta$ - carotenos ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ ) de dedos de zanahoria



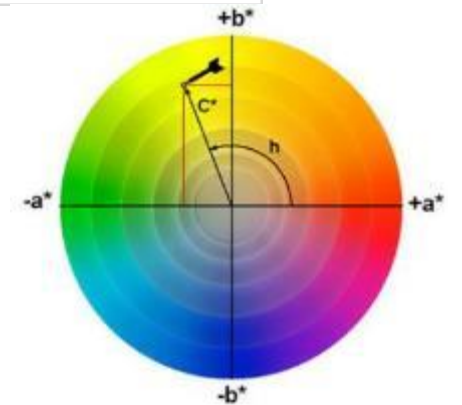
(Espinoza et al., 2021) zanahoria sometida a secado, disminuye contenido de compuestos fenólicos (fenoles y flavonoides) y carotenoides.

Figura 9

Diferencia de color  $\Delta E^*ab$  en dedos de zanahoria



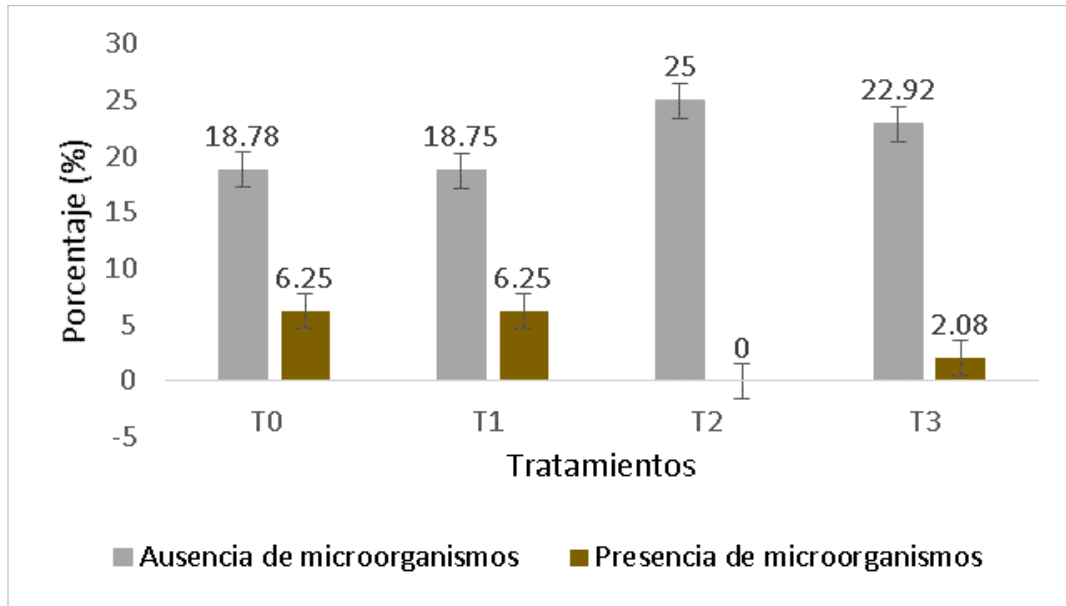
La menor variación del cambio del color al comparar el color final con el inicial numéricamente tuvo el tratamiento T2.



## Análisis microbiológico

Figura 10

Porcentaje de dedos de zanahoria con microorganismos en cada tratamiento



(Hernandez et al., 2011)->*Rhizopus stolonifer*, pos cosecha

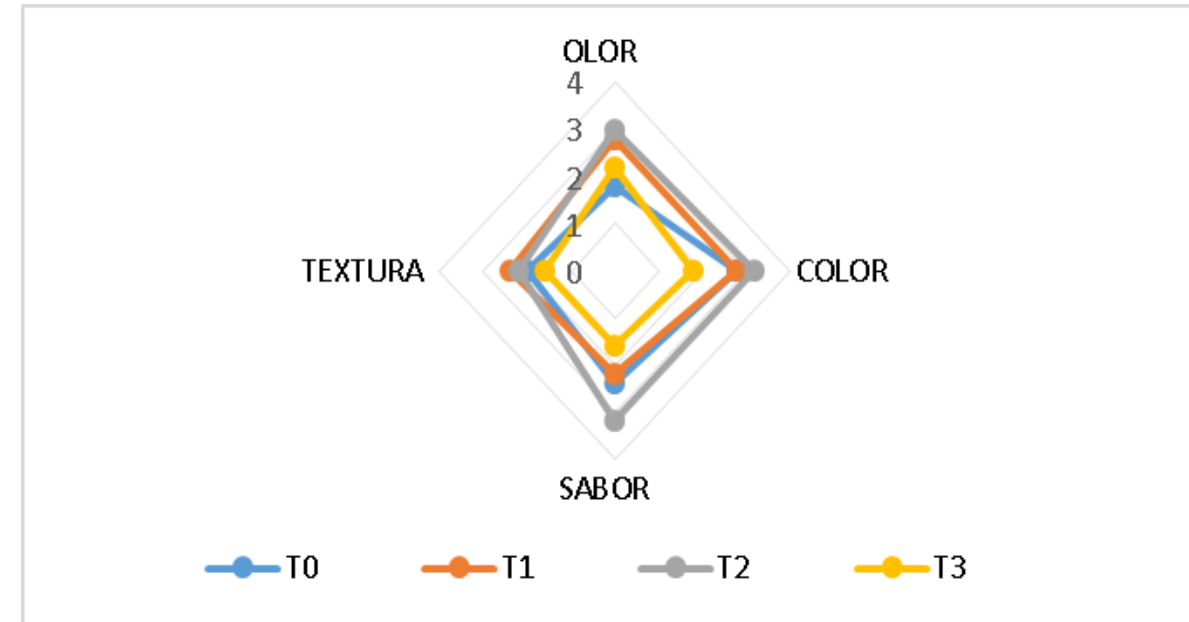
(Tarihi & Tarihi, 2016)-> genera alteraciones en la composición de la raíz, haciendo que presente una acidez mayor



## Análisis sensorial

Figura 11

Valores de la prueba hedónica para los atributos sensoriales



Valores cercanos a 1 representan la mayor calificación al criterio evaluado y 5 el menor puntaje de calidad.

- El mejor tratamiento dentro de los que presentaron diferencias significativas fue el T0 para el olor.
- Para el color el mejor tratamiento fue el T3 con una media de (1,8).



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



## Vida útil a partir del atributo firmeza

**Tabla 5**

Vida útil en días para cada tratamiento

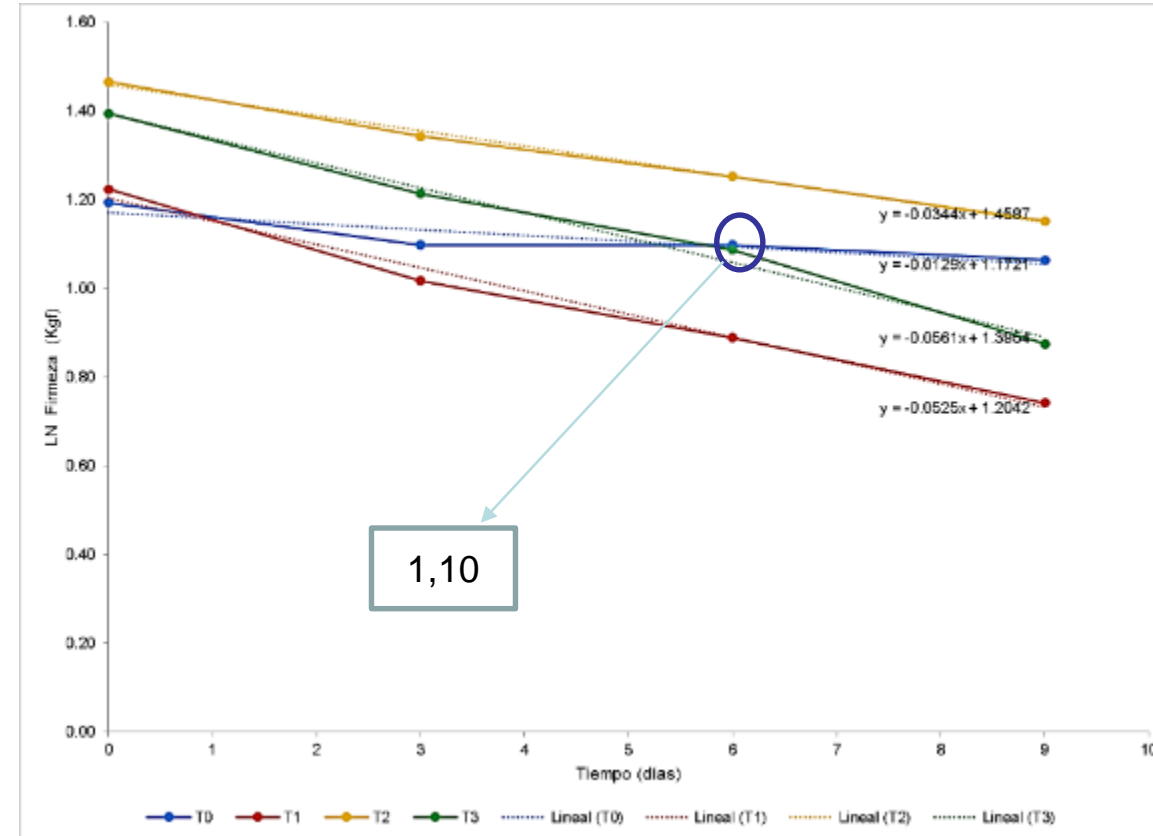
Tratamiento	T0	T1	T2	T3
Ecuación vida útil	$y = -0.0129x + 1.1721$	$y = -0.0525x + 1.2042$	$y = -0.0344x + 1.4587$	$y = -0.0561x + 1.3954$
R <sup>2</sup>	0.808	0.989	0.996	0.992
Tiempo máximo de vida útil (días)	6	2	11	5

El cálculo se lo realizó tomando como referencia una firmeza adecuada máxima aceptable para el consumidor al valor de 3 kg-f, dato representado en el tratamiento testigo al día 6 de evaluación

(Taylor & Dhall, 2013) vida útil en rodajas de zanahoria de 12 días con el uso de recubrimientos comestibles a base de quitosan y atmósferas modificadas.

**Figura 12**

Ln de la firmeza (kg-f) vs tiempo



# CONCLUSIONES

El extracto liofilizado de polen tuvo un efecto positivo para la función antioxidante en los dedos de zanahoria gama IV, almacenados a 4°C, tomando en consideración las variables de diferencia de color y  $\beta$ - carotenos, donde el tratamiento T2 con 1,5% de polen liofilizado en el recubrimiento comestible mostró numéricamente tener mayor contenido de  $\beta$ - carotenos y una menor diferencia de color entre el día 0 y 9 de evaluación, en comparación con el testigo.

Fue posible obtener el extracto de polen de abeja por medios acuosos, el cual presentó una coloración mostaza intensa al contacto y un olor floral, que al ser liofilizado conservó estas características, además se volvió un polvo fácil de manejar y soluble al ser colocado en el recubrimiento comestible.

Se formuló un recubrimiento comestible homogéneo, que visiblemente presento diferentes coloraciones debido a las distintas concentraciones de polen que se utilizaron. Siendo el recubrimiento comestible con 1. 5% y 3% del extracto liofilizado de polen los que presentaron mejores respuestas al color, firmeza, ausencia de microorganismos, % de pérdida de peso y olor en comparación con el testigo.

El recubrimiento comestible tuvo un efecto positivo respecto al alargamiento de la vida útil de los dedos de zanahorias, considerando a la firmeza como un parámetro para esta evaluación, sobre todo para el T2 con 1,5% de extracto de polen liofilizado que tuvo el mayor tiempo de vida útil de 11 días, sin embargo para el T1 con 0,75% de extracto de polen, su vida útil se vio afectada por la presencia de hongos que ablandaron los tejidos de los dedos de zanahoria.



## RECOMENDACIONES

Realizar un análisis microbiológico más profundo por recuentos o usando antibiogramas para confirmar cuantitativamente la inhibición real de microorganismos con el recubrimiento comestible a base de polen liofilizado.

Para futuros estudios realizar análisis enzimáticos en los dedos de zanahoria con el fin de establecer la relación entre la pérdida de carotenoides y el cambio de coloración.

Realizar un perfil cromatográfico de los granos de polen utilizados en la elaboración del recubrimiento comestible para establecer mejor las cualidades nutritivas como alimento funcional de los dedos de zanahoria, ya que puede ser una alternativa al uso de antioxidantes sintéticos.

En futuras investigaciones trabajar con otros rangos de almacenamiento, principalmente en cuanto a la temperatura de secado y luz, con el fin de evitar una mayor oxidación de los carotenos y por ende una pérdida del color naranja brillante de la zanahoria.



# REFERENCIAS

- Arce, M. (2009). Elaboración y análisis del diagrama ombrotérmico de la Hacienda El Prado- IASA, 1998- 2008. Revista Internacional Serie Zoológica, 1390–3004.
- Barry-Ryan, C., Pacussi, J. M., & O’Beirne, D. (2000). Quality of shredded carrots as affected by packaging film and storage temperature. Journal of Food Science, 65(4), 726–730. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb16080.x>
- Baskaran, R., Devi, A. ., Nayak, C. ., Kudachikar, V. ., Prakash, M. ., Prakash, M., Ramana, K. ., Rastogi, N.
- Becaro, A., Puti, F., Panosso, A., Gern, J., Brandao, H., Correa, D., & Ferreira, M. (2015). Postharvest quality of fresh-cut carrots packaged in plastic films containing silver nanoparticles. Food and Bioprocess Technology. Technology, 9, 637–649. <https://doi.org/>  
<https://doi.org/10.1007/s11947-015-1656-z>
- Carlin, F., Nguyen-The, C., Hilbert, G., & Chambroy, Y. (1990). Modified Atmosphere Packaging of Fresh, “Ready-to-use” Grated Carrots in Polymeric Films. Journal of Food Science, 55(4), 1033–1038. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb01591.x>
- Chaidez, C., Castro del Campo, N., Basilio, J., Contreras, L., Gonzáles, G., & Ayala, F. (2012). Decontamination of fresh and minimally processed produce (V. Gómez (ed.)).
- Dussán, S., Torres, C., & Hleap, J. (2014). Efecto de un recubrimiento comestible y de diferentes empaques durante el almacenamiento refrigerado de mango Tommy Atkins mínimamente procesado. 25, 123–130.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000400014>
- FAO. (2008). Food and Agriculture Organization United Nations. <https://www.fao.org/statistics/en/>
- INEC. (2000). III Censo Nacional Agropecuario.  
[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas\\_agropecuarias/CNA/Tomo\\_CNA.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/Tomo_CNA.pdf)
- INEN. (1985). Conservas vegetales. Instituto Ecuatoriano De Normalización INEN 389, 3, 1–5.  
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/389.pdf>



**GRACIAS POR  
SU ATENCIÓN**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA