



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



# Efecto de tres concentraciones de mucílago obtenido del cladodio de tuna como recubrimientos sobre la calidad de frutilla en poscosecha

Gavidia Loza, Denisse Carolina

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

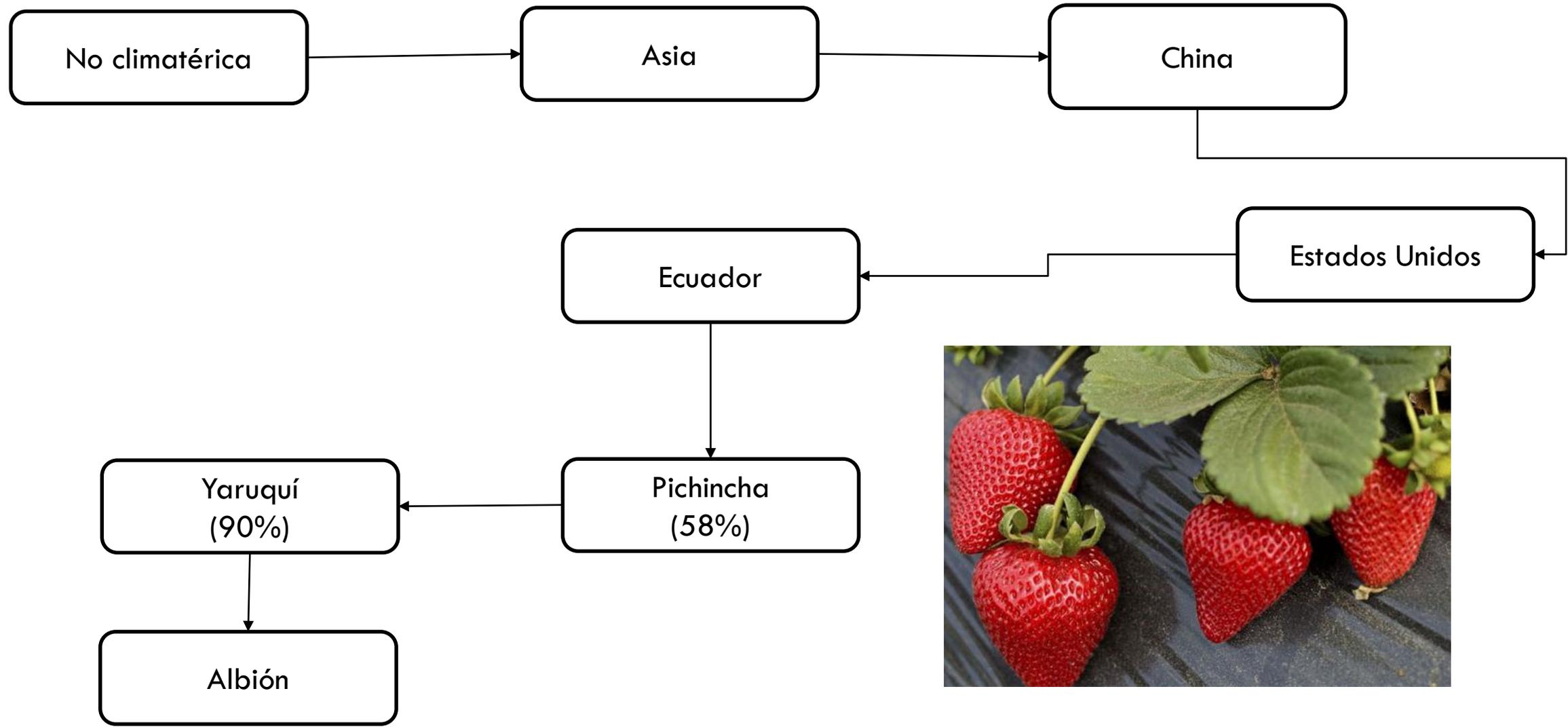
Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniería Agropecuaria

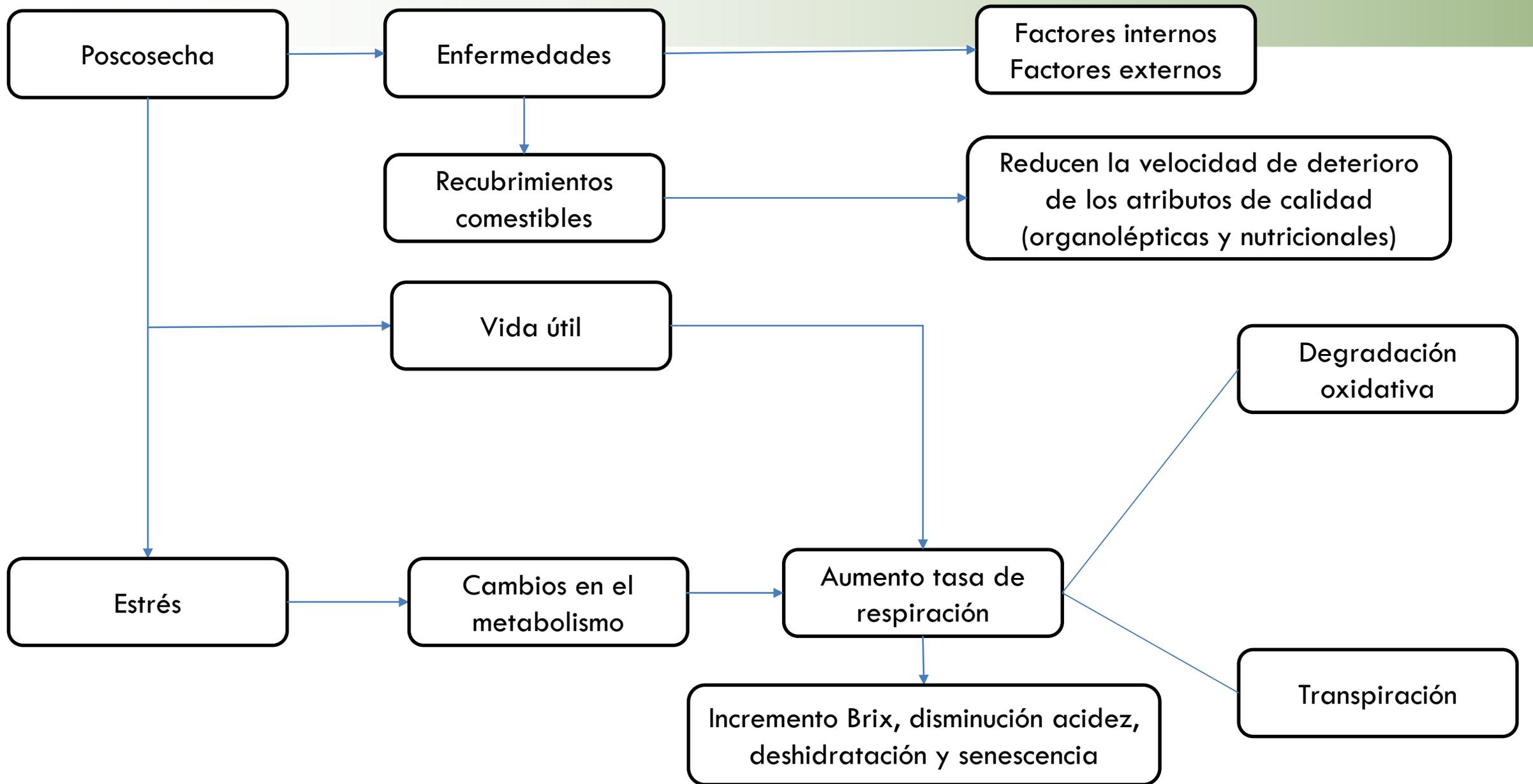
Ing. Larrea Cedeño, Gabriel Alejandro, Mgs.

27 de enero del 2023



# ANTECEDENTES

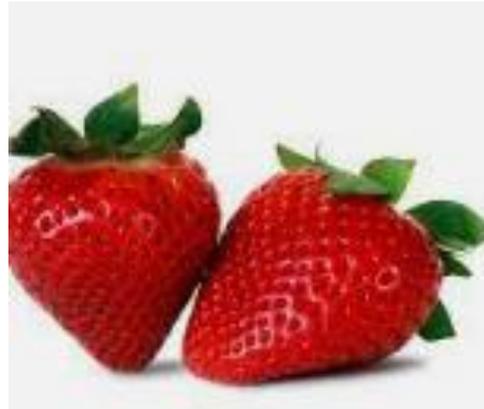




# JUSTIFICACIÓN

Recubrimientos  
comestibles

Alargan el tiempo  
de vida útil



Retardando la  
senescencia

Reducen pérdida  
de agua

Permiten control  
respiratorio

Mejorando la calidad y  
el valor comercial  
Manteniendo su valor  
nutritivo.

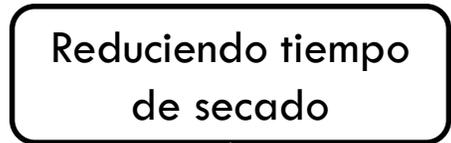
Manzana  
INIFAP (2012)

Higo  
Allegra *et al.* (2017),

Mora de castilla  
Ramírez *et al.* (2013)

Naranja  
Molina *et al.* (2019)

Ciruela  
Salinas (2014)



Efecto de tres concentraciones de mucílago obtenido del cladodio de tuna como recubrimientos sobre la calidad de frutilla en poscosecha.



## OBJETIVOS

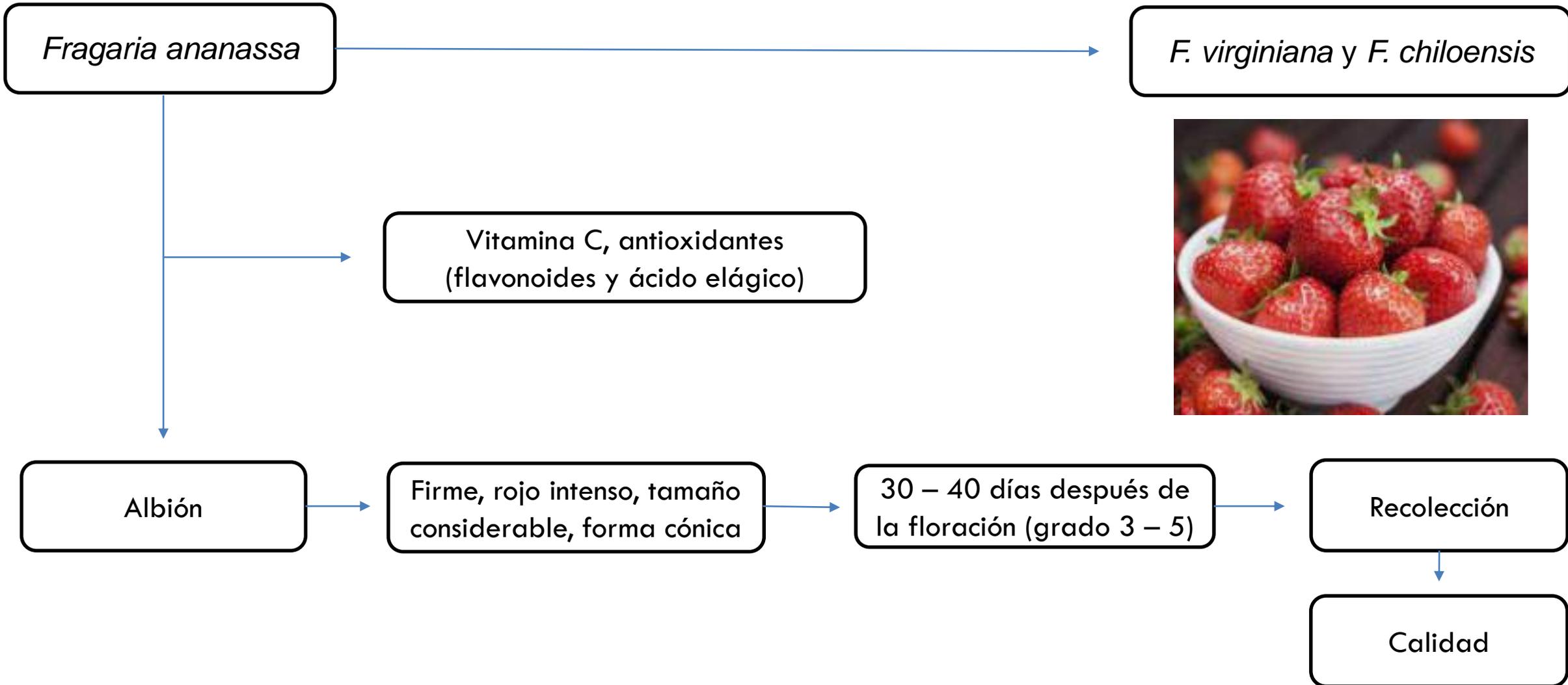
### General

- Evaluar el efecto de tres concentraciones de mucílago obtenido del cladodio de tuna como recubrimientos sobre la calidad de frutilla variedad Albión a los 0, 3, 6, 9 y 12 días después de la cosecha.

### Específicos:

- Determinar las variables fisicoquímicas, la vida útil y el porcentaje de daño de las frutillas recubiertas con tres concentraciones de mucílago (2%, 4% y 6%) a los 0, 3, 6, 9 y 12 días después de la cosecha.
- Valorar sensorialmente las frutillas previamente recubiertas con las concentraciones de mucílago a los 0, 3, 6, 9 y 12 días después de la cosecha.

# REVISIÓN DE LITERATURA



## ***Etapa de Poscosecha***

Pudrición por hongos patógenos  
(moho gris y pudrición banda)

Enfermedades  
(*Botrytis cinerea* y *Rhizopus stolonifera*)

Trauma

Estrés

Cambios en el metabolismo  
bioquímico y fisiológico

Dolorosa  
separación

Temperatura

Prolongar la vida comercial



# Cladodio de Tuna



América tropical

Ecuador



Fibra soluble (mucílago y pectina)  
Pigmentos (betalaínas y carotenoides)  
Ca, Mg, k, fenoles y vitamina C.

Zonas secas y áridas: Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Azuay, Loja, Manabí, Guayas, El Oro.

45,46% exporta a Colombia(2006 – 2015), Alemania, Perú, Estados Unidos e Italia

# Mucílago de Tuna

Cladodios y en la piel de la fruta

Cladodios: Hidrocoidal, heteropolisacárido

Contiene residuos de arabinosa, galactosa, ramnosa y xilosa

# RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES

Alta calidad sensorial

Propiedades de barrera frente a los gases y al vapor de agua  
Buenas propiedades de adhesión, Alta estabilidad bioquímica, fisicoquímica y microbiana, Apropiado soporte para aditivos  
Costo moderado de la materia prima y del proceso

Capa sobre la superficie de los alimentos

Prolongar la vida útil del fruto

Polisacáridos y proteínas

Excelentes propiedades mecánicas y estructurales

Lípidos

Hidrofobicidad, propiedades mecánicas no efectivas

Antioxidantes, antimicrobianos, vitaminas, colorantes, saborizantes, microorganismos para control biológico



# FUENTES DE OBTENCIÓN

Polisacáridos

Proteína

Lípidos

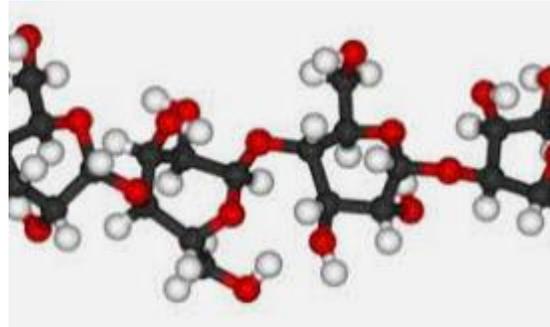
Barrera eficiente contra el oxígeno e  
ineficientes contra la humedad

Proteínas de suero lácteo, proteína de  
soya, zeína de maíz, gluten de trigo

Ceras animales y vegetales y  
ácidos grasos

Almidón de papa: Forma coberturas  
biodegradables

Quitosano, pectina, alginato y goma de  
gellan



Glicerol, sorbitol,  
polietilenglicol

Plastificantes

ADITIVOS

Surfactantes y  
emulsificantes

Tween 80

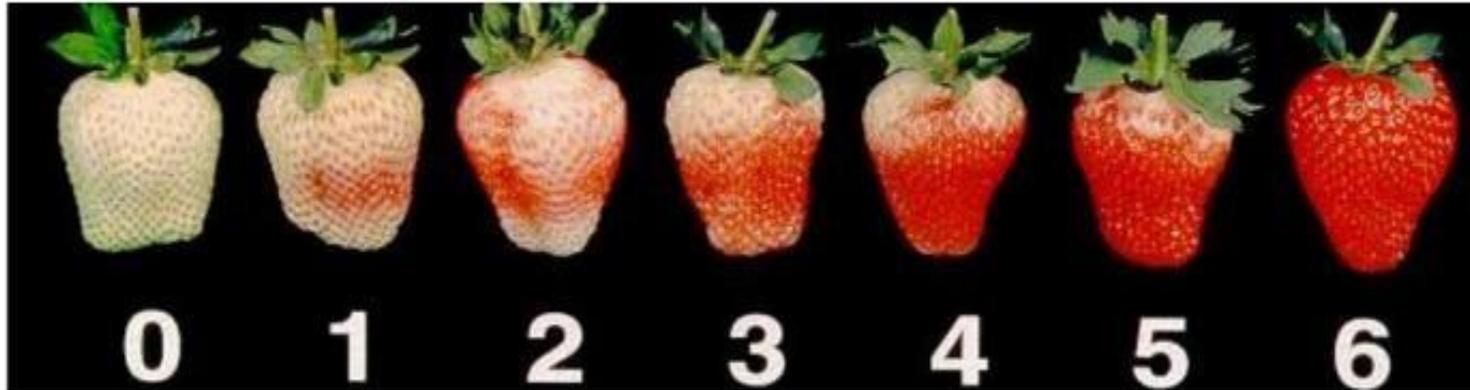


# METODOLOGÍA

Obtención de materia prima

7 kg frutilla variedad Albión  
(Yaruquí – Provincia de Pichincha)

Cosecha: 7 am  
Madurez comercial tipo 4 (NTC).



Selección: Color y tamaño

Unidad experimental: Bandeja  
plástica con tapa

28 frutillas en su interior, total 20  
unidades

Secado: Rejilla metálica por 1 h.,  
empacado y almacenamiento (6±1 C)

Aplicación: Esponja estéril

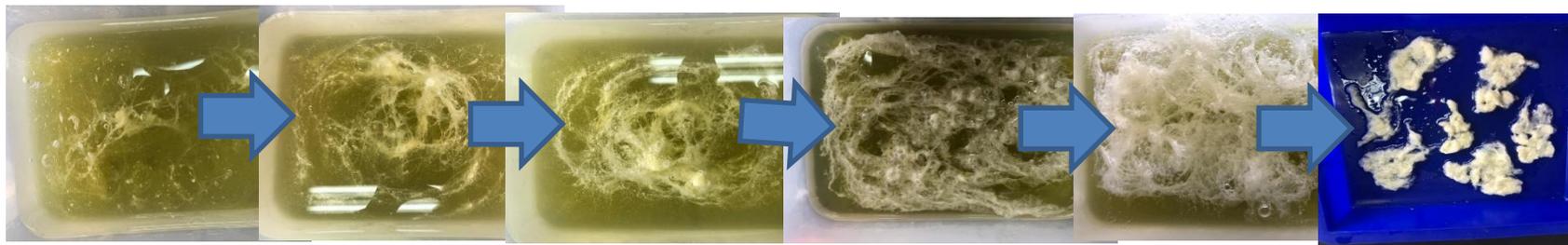
# ELABORACIÓN RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES



Proceso



Extracción de Almidón



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

## VARIABLES EVALUADAS

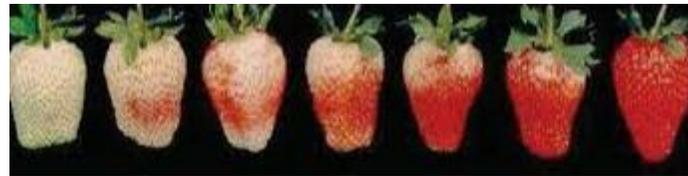
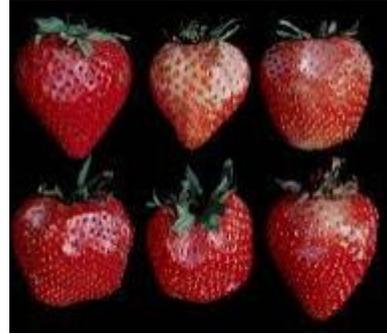
Físicas (porcentaje de pérdida de peso, índice de color, firmeza en Newtons y vida útil)

Porcentaje de pérdida de peso

Índice de color

Firmeza

Vida útil



Químicas (acidez en ácido cítrico, pH, grados Brix)

Acidez

pH

Grados Brix

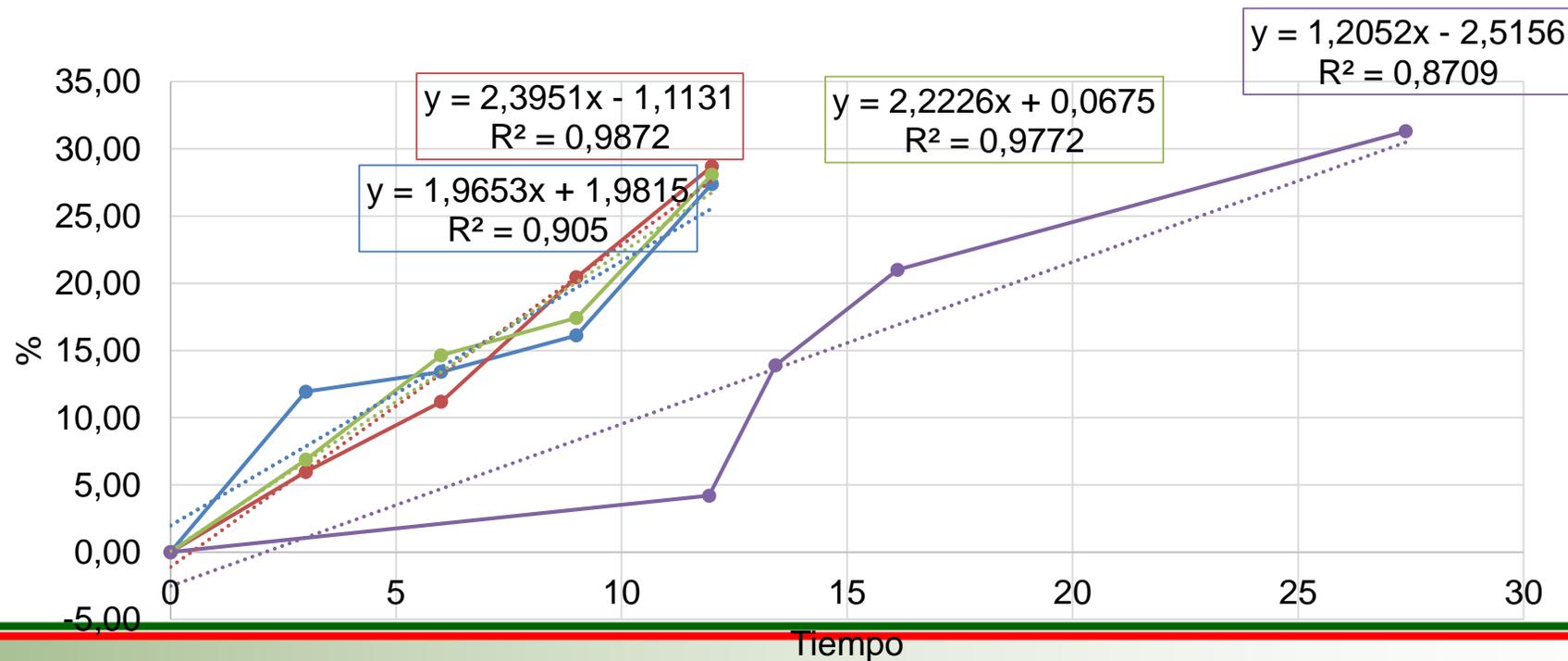
Índice de madurez

# ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Cinética de la reacción de los promedios de pérdida de peso en porcentaje.

Tratamiento	1	2	3	4	5	Cinética de la Reacción
T0	0	11,94	13,41	16,12	27,39	$Y = 1,9653x + 1,9815$
T1	0	5,97	11,18	20,45	28,68	$Y = 2,2226x + 0,0675$
T2	0	6,88	14,65	17,42	28,07	$Y = 2,3951x - 1,1131$
T3	0	4,2	13,9	21,01	31,31	$Y = 1,2052x - 2,5156$

Nota: La tabla representa la cinética de reacción de la pérdida de peso para los diferentes tratamientos (T0 0%, T1 1%, T2 2% y T3 3% Solución Precursora de Mucílago de Cladodio de Tuna).



### **Promedio de firmeza (kgf) en frutillas recubiertas al día 12 de refrigeración**

Tratamiento	Repetición					Promedio
	1	2	3	4	5	
T0	2,68	2,15	2,58	2,2	2,52	2,43
T1	3,85	4,02	3,25	3,14	4,65	3,78
T2	3,12	3,32	3,58	3,04	2,82	3,18
T3	2,98	3,82	4,14	3,54	2,92	3,48

*Nota:* La tabla representa el promedio de firmeza para los diferentes tratamientos. Autoría propia.

Análisis de varianza de promedio  $\pm$  error estándar

Tratamiento	Medias	E.E.	
T0	3,78	0,20	A
T1	3,48	0,20	A
T2	3,18	0,20	AB
T3	2,43	0,20	B

*Nota:* La tabla representa el promedio de firmeza para los diferentes tratamientos al día 12 de almacenamiento.

## Promedio de pH en frutillas almacenadas en refrigeración al día 12

Tratamiento	Repetición					Promedio
	1	2	3	4	5	
T0	3,38	3,34	3,31	3,42	3,41	3,37
T1	3,32	3,29	3,3	3,37	3,34	3,32
T2	3,36	3,08	3,35	3,48	3,55	3,36
T3	3,27	3,13	3,07	3,5	3,45	3,28

Nota. La tabla representa el pH promedio para los diferentes tratamientos al día 12 (T0 0%, T1 1%, T2 2% y T3 3% Solución Precursora de Mucílago de Cladodio de Tuna).

Nota. La tabla representa el análisis de varianza para los diferentes tratamientos en frutillas almacenadas en refrigeración al día 12 (T0 0%, T1 1%, T2 2% y T3 3% Solución Precursora de Mucílago de Cladodio de Tuna). Autoría propia.

## Análisis de varianza del pH

F.V.	GI	SC	CM	F	p-valor
Modelo	3	0,13	0,04	0,04	0,9891
Recubrimiento	3	0,13	0,04	0,04	0,9891
Error	16	17,83	1,11		
Total	19	17,97			

## Promedio de °Brix en frutillas recubiertas al día 12 de refrigeración.

Tratamiento	Repetición					Promedio
	1	2	3	4	5	
T0	3,38	3,34	3,31	3,42	3,41	3,37
T1	3,32	3,29	3,3	3,37	3,34	3,32
T2	3,36	3,08	3,35	3,48	3,55	3,36
T3	3,27	3,13	3,07	3,5	3,45	3,28

*Nota:* La tabla representa el análisis de varianza para los diferentes tratamientos (T0 0%, T1 1%, T2 2% y T3 3% Solución Precursora de Mucílago de Cladodio de Tuna). Autoría propia

*Nota.* La tabla representa el promedio de °Brix para los diferentes tratamientos (T0 0%, T1 1%, T2 2% y T3 3% Solución Precursora de Mucílago de Cladodio de Tuna). Autoría propia.

### Análisis de varianza ° Brix

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Modelo	3	0,13	0,04	0,04	0,9891
Tratamiento	3	0,13	0,04	0,04	0,9891
Error	16	17,83	1,11		
Total	19	17,97			

## Promedio de Acidez (g de ácido cítrico/100 g de frutilla) al día 12 de almacenamiento en refrigeración

Tratamiento	Repetición					Promedio
	1	2	3	4	5	
T0	4,4	3,81	3,6	3,72	3,09	3,72
T1	3,38	3,06	2,95	2,87	2,92	3,04
T2	3,06	2,98	2,94	2,98	3,14	3,02
T3	2,84	2,81	2,81	3,04	3,66	3,03

*Nota:* La tabla representa el promedio de *acidez* para los diferentes tratamientos. Autoría propia.

### Análisis de varianza de acidez

*Nota:* La tabla representa el análisis de varianza para los diferentes tratamientos (T0, T1, T2 y T3).

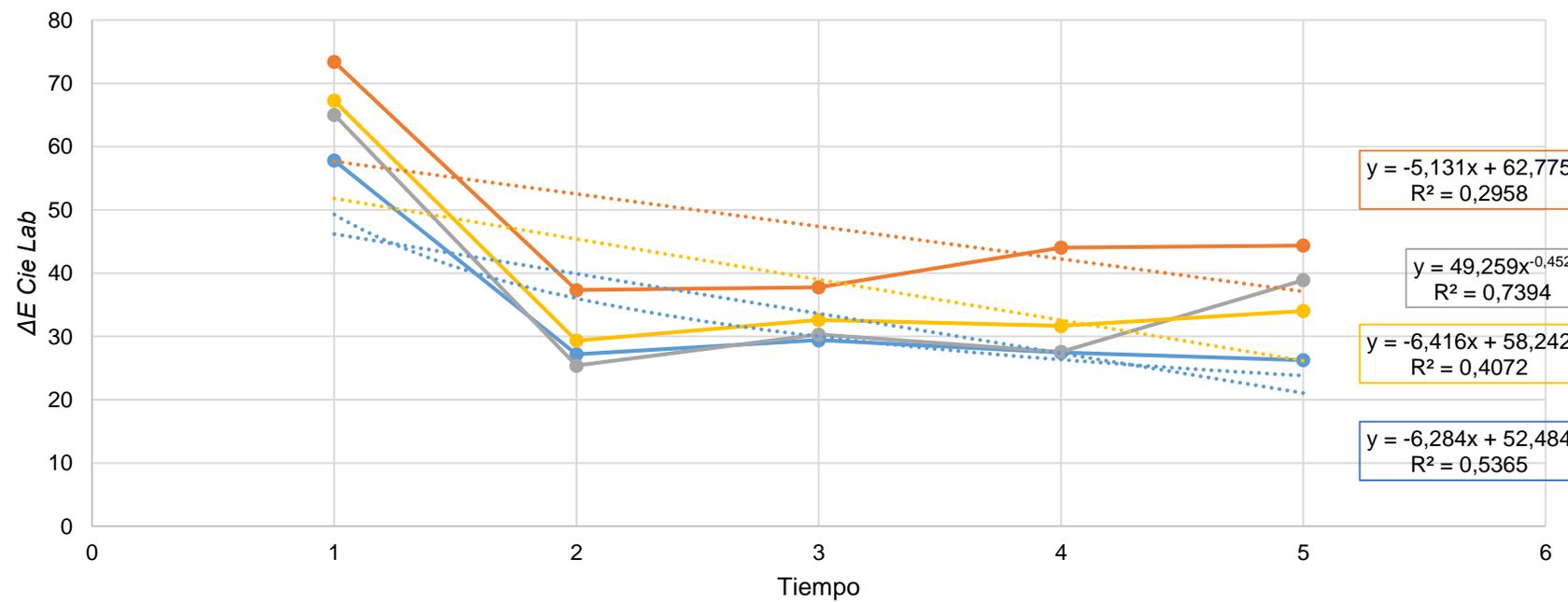
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Modelo	3	0,13	0,04	0,04	0,9891
Tratamiento	3	0,13	0,04	0,04	0,9891
Error	16	17,83	1,11		
Total	19	17,97			

## Cinética de la reacción de la variación del color L y b Cie Lab en frutillas recubiertas al día 12 de refrigeración

Tratamiento	Repetición					Cinética de la reacción
	1	2	3	4	5	
T0	57,81	27,2	29,43	27,46	26,26	$Y = -6,284x + 52,484$
T1	73,39	37,33	37,77	44,04	44,38	$Y = -5,131x + 62,775$
T2	65,04	25,41	30,32	27,58	38,91	$Y = 49,259x - 0,452$
T3	67,27	19,36	32,63	31,68	34,03	$Y = -6,416x + 58,242$

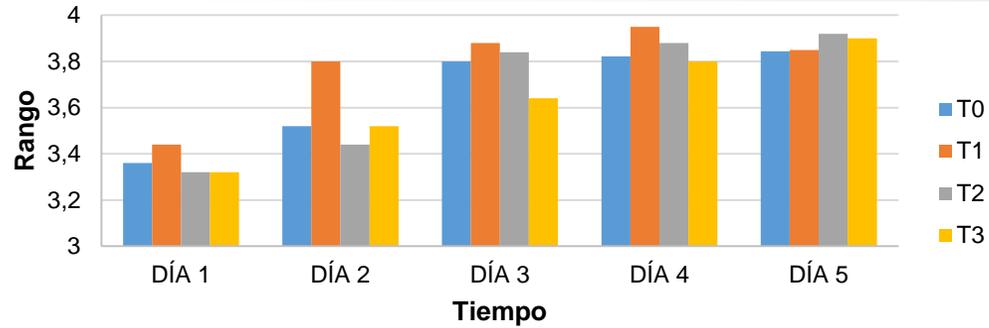
*Nota:* La tabla representa la cinética de reacción de la pérdida de peso para los diferentes tratamientos (T0 0%, T1 1%, T2 2% y T3 3% Solución Precursora de Mucílago de Cladodio de Tuna). Autoría propia.

Figura de color  $\Delta E$  Cie Lab vs tiempo



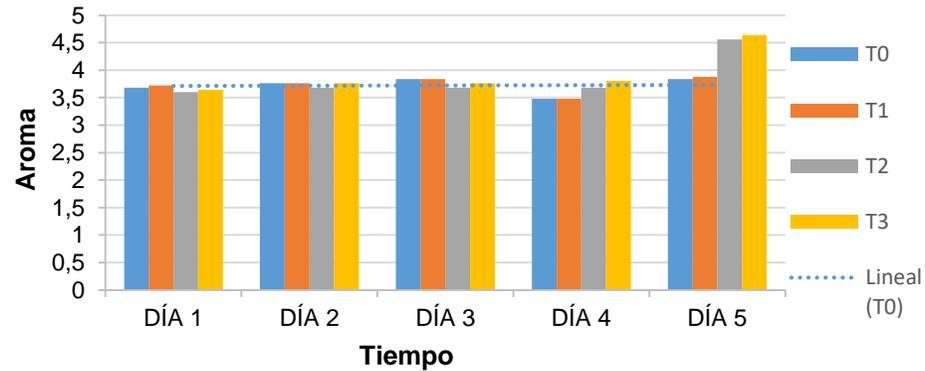
*Nota:* El gráfico indica un modelo de regresión para el color.  $\Delta E$  Cie Lab. Autoría propia.

### Dulzor sensorial vs. Tiempo



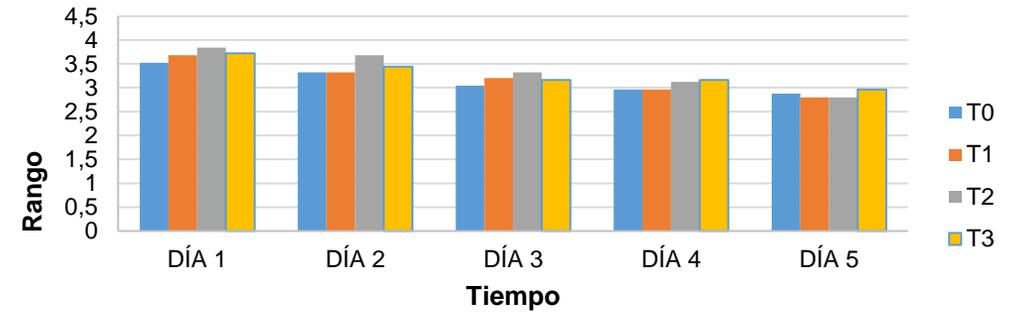
*Nota:* El gráfico indica la influencia del dulzor en el tiempo (T0 0%, T1 1%, T2 2% y T3 3% Solución Precursora de Mucílago de Cladodio de Tuna).  
Autoría propia.

### Aroma sensorial vs Tiempo



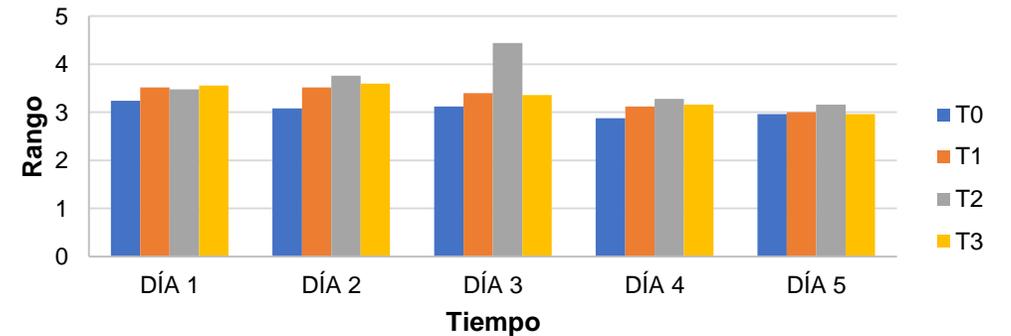
*Nota:* El gráfico indica la influencia del aroma sensorial en el tiempo. Autoría propia.

### Sabor ácido vs Tiempo



*Nota:* El gráfico indica la influencia del sabor ácido en el tiempo. (T0 0%, T1 1%, T2 2% y T3 3% Solución Precursora de Mucílago de Cladodio de Tuna).  
Autoría propia.

### Apariencia general vs tiempo



*Nota:* El gráfico indica la influencia de la apariencia general en el tiempo. Autoría propia

## Conclusiones

- El recubrimiento tuvo un efecto positivo en variables físicas como en el incremento de la vida útil de la frutilla, a partir del porcentaje de pérdida de peso, siendo T3 (3% de solución precursora + 91% de agua + 3% de glicerol + 1% de aceite de canela + 2% de almidón de papa), el tratamiento que actuó de mejor manera en dicha variable permitiendo una vida de anaquel de 6,43 días de almacenamiento a 6 °C ; así mismo presentó el menor valor en cuanto a pérdida de peso con 18,84% y una menor diferencia de color con un valor  $\Delta E$  de 6,41.
- La vida útil de la frutilla sometida al mejor tratamiento (T3) fue de aproximadamente 6,43 días, superior en 2,28 días de la frutilla control T0 (sin cladodio de nopal); evidenciándose de esta forma que los procesos fisiológicos de maduración continuaron durante el almacenamiento refrigerado (6°C) y el efecto antifúngico del aceite esencial de canela ayudó a retardar la proliferación de microorganismos en la frutilla.
- El tratamiento con el menor porcentaje de cladodio de tuna T1 resultó tener el índice de madurez más alto con un valor de 4,05 y una retención de la firmeza de 3,78 N, existiendo diferencia significativa en la firmeza y como consecuencia manteniendo la calidad de la textura del fruto por más tiempo.
- Los panelistas describieron a los frutos recubiertos con T1 como los más dulces al final de los 12 días de almacenamiento; en cuanto a la apariencia general y el sabor ácido T2 tuvo una mayor aceptación y T3 fue el tratamiento con mayor promedio en cuanto al aroma.

## Recomendaciones

- Estudiar la inclusión del mucílago de cladodio de tuna en recubrimientos para otros productos frescos de rápido deterioro y alta demanda para el país como la guayaba y el tomate riñón.
- Hacer una corrida sin ningún tipo de recubrimiento, pero con mayor toma de datos en las variables físicas para verificar la acción de los recubrimientos elaborados sobre la mejora en los criterios de calidad de la frutilla.
- Evaluar microbiológicamente las frutillas recubiertas con la mejor formulación obtenida de solución precursora, agua, glicerol, aceite de canela y almidón de papa a otras temperaturas de almacenamiento

**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**

