



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
ESPE - IASA I

**ANTEPROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA LA GRADUACIÓN DE INGENIERO
AGROPECUARIO**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A DIFERENTES
CONCENTRACIONES EN UVILLA (*Physalis peruviana*) A TRAVÉS DE LA DETERMINACIÓN DE LA VIDA
ÚTIL A 7°C +1**

AUTOR:

LEONOR ZENEIDA RODRIGUEZ ESPIN

DIRECTOR:

Ing. LARREA CEDEÑO, GABRIEL ALEJANDRO, Mgs

SEPTIEMBRE 2021- FEBRERO 2022





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Antecedentes

Uvilla en Ecuador 200 ha

Forma, sabor, color y propiedades nutricionales: fruta exótica

Exportada un 46.1% del total en el 2019 con US\$ 206 mil a los países potenciales

Existen pérdidas significativas principalmente por la falta de cuidado en el momento de la post-cosecha y por la estructura de la fruta



(Banco Central del Ecuador, 2019).





La uvilla tiende a acumular grandes cantidades de agua y sacarosa hasta su estado de madurez de consumo, tiene una cierta predisposición al corte por ser una baya jugosa con una epidermis muy delgada,

El almacenamiento inadecuado del fruto, daños físicos y el desarrollo fúngico que reducen su vida útil

Los recubrimientos comestibles en uvillas mantendrían la calidad de la uvilla actuando como barrera en la pérdida de agua e intercambio de gases

Controla la tasa de crecimiento microbiano y conserva las características de los alimentos. Con un efecto similar al promovido por el almacenamiento en atmósfera modificada.





Objetivo General:

Evaluar el efecto de un recubrimientos comestible a diferentes concentraciones sobre el tiempo de vida útil de uvilla (*Physalis peruviana*) a una temperatura de 7° C

Objetivos Específicos:

- Componer un recubrimiento comestible a las concentraciones de 3% 2% y 3% de Aloe vera; 1% 1,5% y 2% de cera de carnauba; 4% 3 %y 4% de almidón de yuca respectivamente, aplicado en uvilla de acuerdo a criterios técnicos de calidad.
- Identificar el efecto del recubrimiento comestible sobre la vida útil del producto seleccionado en almacenamiento a 7°C por un lapso de 15 días.
- Analizar variables de pérdida de peso, firmeza, pH, sólidos solubles, color, acidez, índice de madurez, eficacia medidos en la fruta por medio del programa estadístico RStudio





H₀

- Ninguno de los recubrimientos comestibles permiten aumentar la vida útil de las uvillas a 7°C.

H_i

- Todos los recubrimiento comestibles permiten aumentar la vida útil de las uvillas a 7°C

Variable dependiente:

- Tiempo de vida útil

Variable independiente:

- Recubrimiento comestible a diferentes concentraciones

Variables cuantitativas:

Variables cualitativas:

- Pérdida de peso (%), sólidos solubles (°Brix), pH, acidez (%), índice de madurez y Firmeza.
- Color y eficacia por daños visibles por mohos.



- Fruta climatérica.
- Excelente fuente de vitaminas A y C y del complejo B. Altos niveles de fósforo y proteína.
- Antiabortiva, anticancerígena, diurética y efectos terapéuticos.

Uvilla (*Physalis peruviana*)
var. Extra Sweet.



- Los recubrimientos sirven para minimizar la pérdida de humedad y posterior ablandamiento, mantener el valor nutricional, también ayuda a mejorar su apariencia por el brillo.
- Soporte de aditivos para el control de la maduración, alargue de vida útil y retrasan cambios físico-químicos en la fruta

Recubrimientos comestibles

(Ulloa, y Romero, 2007, p. 32).



Componentes de los recubrimientos:

Lípidos

- Propiedades hidrófobas, Impiden la deshidratación y reducción de transferencia de vapor de agua hacia el ambiente. Gruesos y frágiles.

Proteínas

- Rígidos y quebradizos debido a la interacción de las cadenas proteicas con los enlaces de hidrógeno. Da mayor resistencia y disminuye la difusión de gases O₂ y CO₂. Baja capacidad de barrera de agua.

Polisacáridos

- Buena matriz estructural adherencia y flexibilidad, capacidad reducida para evitar la pérdida de humedad y tienden a formar recubrimientos opacos y quebradizos. Constituyen una buena barrera para los gases e inhibición de migración de aromas y lípidos

Plastificantes

- Mayor flexibilidad y elasticidad, resistencia a la transferencia de humedad y gases, aportar brillo, reduce la pérdida de firmeza y de peso.

Aditivos

- Surfactante y emulsificante: reduce las fuerzas de cohesión, aumentando la humectabilidad, y la compatibilidad del recubrimiento con la fruta.

Cera de carnauba



Aloe vera



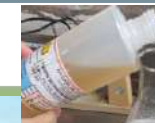
Almidón de yuca



Glicerol



Tween 80





ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

METODOLOGÍA

Área de estudio:

El estudio se realizó en el campus de la Carrera Agropecuaria IASA I, Hacienda El Prado, ubicado en la parroquia San Fernando, Cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha (Figura 1).
Laboratorios de poscosecha y agroindustria a cargo del Ing. Gabriel Alejandro Larrea Cedeño.

Figura 1.

Visión satelital del área de estudio



Nota. La figura representa el mapa satelital de la Ubicación Geográfica del Iasa I. Tomado de (Google, 2022)





Materiales

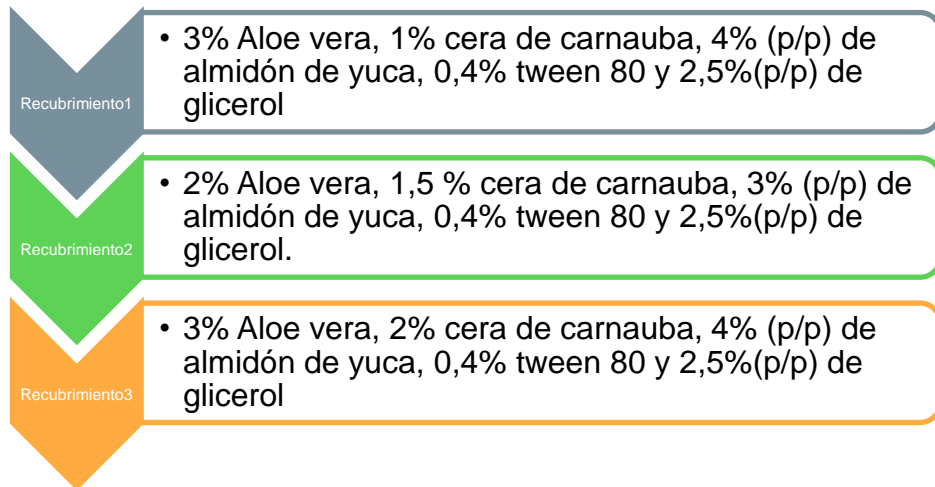
Equipos:

- Balanza analítica
- pH-metro
- Acidómetro
- Brixómetro
- Penetrómetro
- Equipo de baño maría
- Envases de vidrio de 1 litro
- Envases de polietileno
- tereftalato con perforaciones
- Moldes de aluminio
- Papel de absorbente

Insumos:

- Cloro
- Agua destilada
- 396 Uvillas sin capuchón
- Hojas de aloe vera
- Cera de carnauba
- Almidón de yuca
- Tween 80
- Glicerol

Formulación de recubrimientos comestibles:





Formulación de recubrimientos comestibles

Recubrimiento 1		
Ingredientes	% p/p	Peso (g)
Aloe Vera	3	30
Cera de carnauba	1	10
Almidon de yuca	4	40
Tween 80	0,4	4
glicerol	2,5	25
Agua destilada	89,1	891
TOTAL	100	1000

Recubrimiento 2		
Ingredientes	% p/p	Peso (g)
Aloe Vera	2	20
Cera de carnauba	1,5	15
Almidon de yuca	3	30
Tween 80	0,4	4
glicerol	2,5	25
Agua destilada	90,6	906
TOTAL	100	1000

Recubrimiento 3		
Ingredientes	% p/p	Peso (g)
Aloe Vera	3	30
Cera de carnauba	2	20
Almidon de yuca	4	40
Tween 80	0,4	4
glicerol	2,5	25
Agua destilada	88,1	881
TOTAL	100	1000

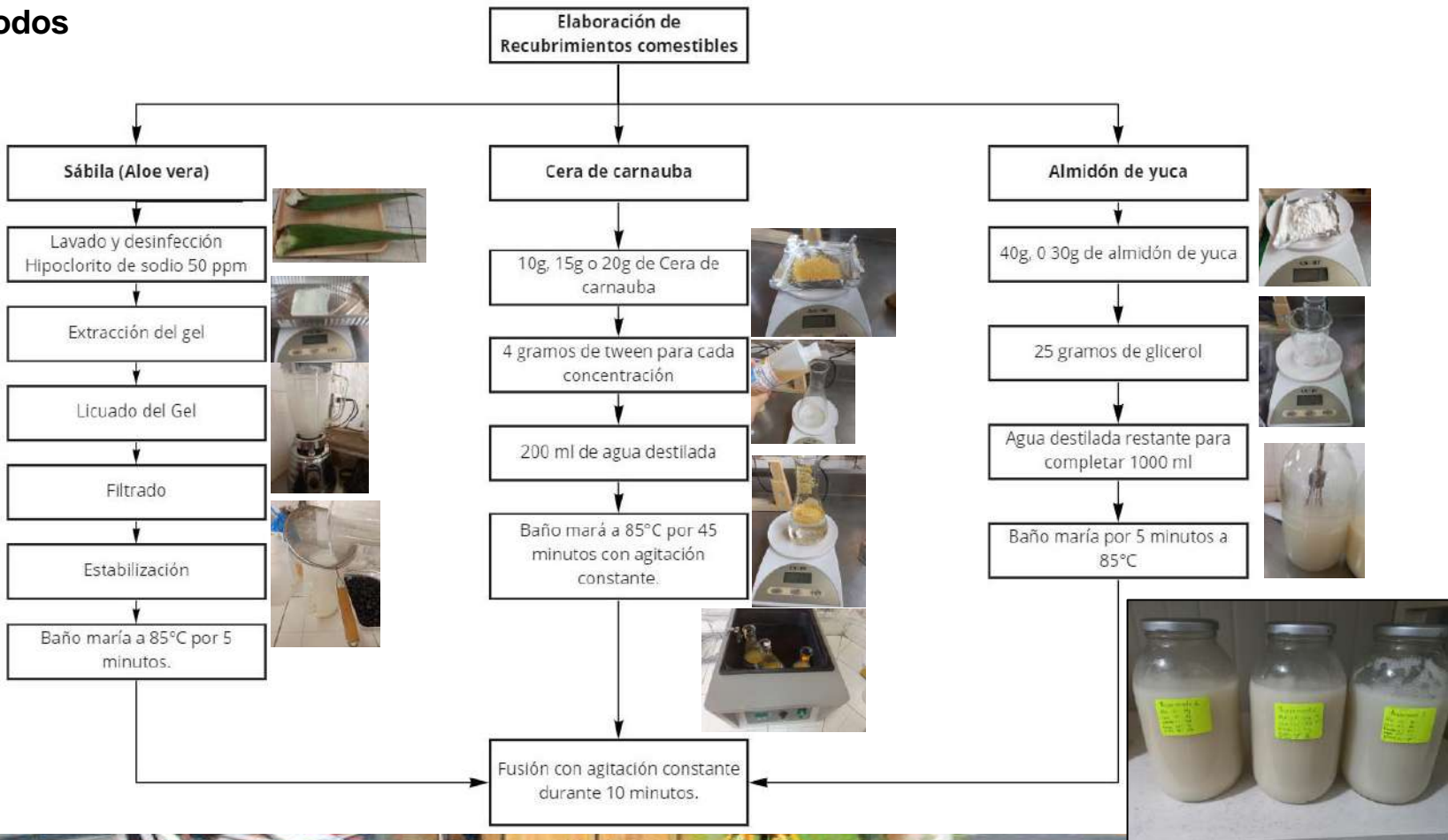




Métodos

Figura 1. Metodología para elaboración del recubrimiento comestible

METODOLOGÍA





Métodos

Preparación de la fruta



Aplicación del recubrimiento y almacenamiento

Recepción de la fruta de la empresa Shungourko



Separación del capuchón de la uvilla.

Se desinfecta la fruta 50 ppm de hipoclorito de sodio



Por el método de inmersión por 5 minutos



Se escurre el recubrimiento

Secado de uvillas por 1 hora.



Almacenamiento de uvillas en envases de polietileno tereftalato con perforaciones en el cuarto frío a 7°C

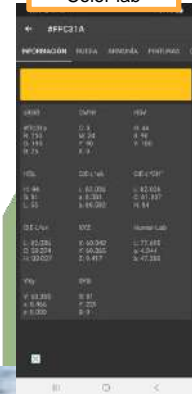




La metodología utilizada para cada variable:

Nombre de la variable experimental	Unidades	Método
Pérdida de peso	gramos, %	Balanza analítica
Firmeza	Kgf	Penetrómetro
pH	pH	pH-metro
Sólidos solubles.	°Brix	Brixómetro
Acidez	% acido cítrico	Acidímetro $\% \text{Acidez} = (\text{NaOH ml} * \text{PM} * \text{N}) * 100 / \text{P}$
Índice de madurez	%	Relación sólidos solubles/acidez
Color y apariencia	Lab	Programa color lab $\Delta E^* = ((L^*1-L^*2)^2 + (a^*1-a^*2)^2 + (b^*1-b^*2)^2)^{1/2}$
Eficacia: Porcentaje de fruta deteriorada por mohos	%	Eficacia por contabilización de fruta deteriorada por mohos.

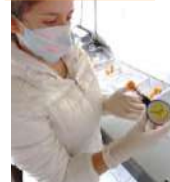
Color lab



Pérdida de peso



Firmeza



pH



°Brix



Acidez



%Deterioro por mohos



Se determinará el tiempo de vida útil por Labuza (1982) cinética de primer orden

Ecuación: $A = A_0 e^{-kt}$

Donde:

A: calidad al tiempo t

A₀: calidad al tiempo inicial

k: constante de la reacción

Linealizando la ecuación se tiene

$\ln A = \ln A_0 \pm kt$

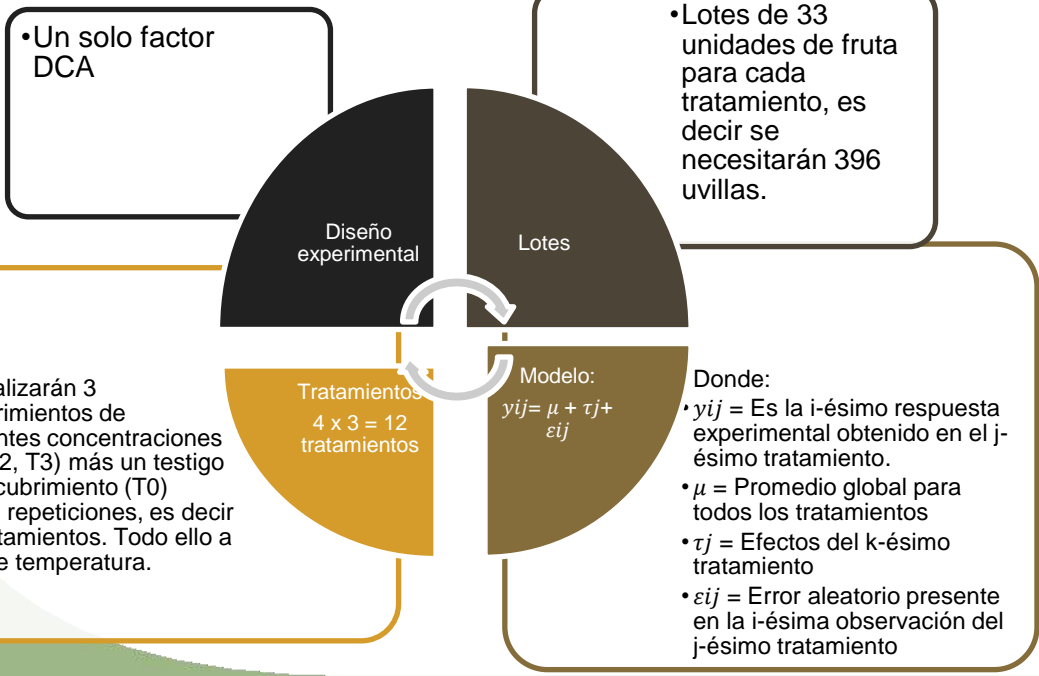
El tiempo de vida útil despejando t:

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

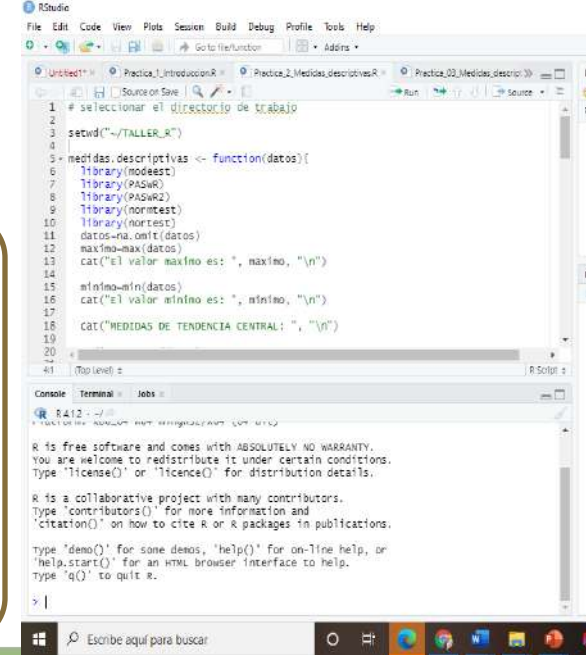




Diseño Experimental



Los datos fueron procesados por medio del análisis ANOVA y la prueba de Tukey al 95% de confianza, utilizando el software RStudio





Factor: Recubrimiento Comestible

Croquis



T0R1: Tratamiento 0, repetición 1
T0R2: Tratamiento 0, repetición 2
T0R3: Tratamiento 0, repetición 3

T1R1: Tratamiento 1, repetición 1
T1R2: Tratamiento 1, repetición 2
T1R3: Tratamiento 1, repetición 3

T2R1: Tratamiento 2, repetición 1
T2R2: Tratamiento 2, repetición 2
T2R3: Tratamiento 2, repetición 3

T3R1: Tratamiento 3, repetición 1
T3R2: Tratamiento 3, repetición 2
T3R3: Tratamiento 3, repetición 3

	Aloe vera	Cera	Almidón
T1	3%	1%	4%
T2	2%	1,5%	3%
T3	3%	2%	4%





VIDA UTIL PÉRDIDA DE PESO

RESULTADOS

Tabla 1.

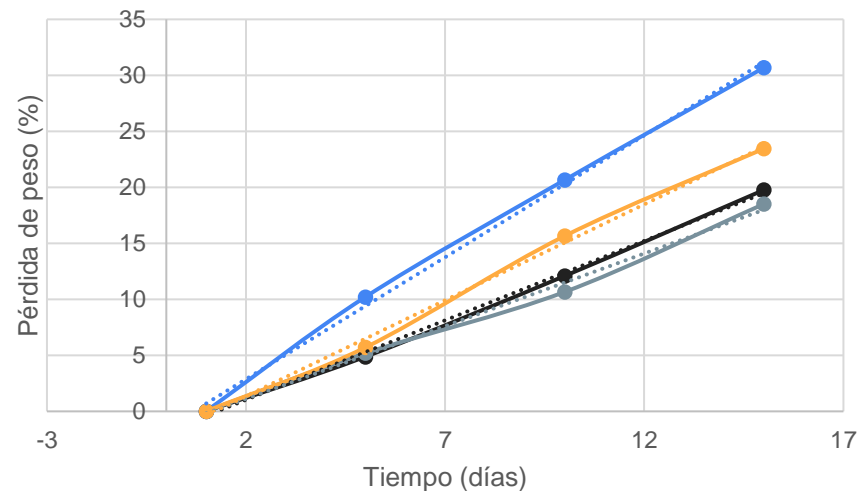
Datos promedio del porcentaje de pérdidas de peso de las 3 repeticiones de cada tratamiento en almacenamiento a 7°C

Tiempo (Días)	T0	T1	T2	T3
1	0	0	0	0
5	10,21	4,87	5,19	5,7
10	20,65	12,08	10,65	15,65
15	30,68	19,76	18,5	23,45

Figura 2.

Representación gráfica de datos promedio del porcentaje de pérdida de peso de las 3 repeticiones de cada tratamiento en almacenamiento a 7°C

%Pérdida de peso vs Tiempo



- Sin recubrimiento T0
- Con Recubrimiento T1
- Con Recubrimiento T2
- Con Recubrimiento T3
- Lineal (Sin recubrimiento T0)
- Lineal (Con Recubrimiento T1)
- Lineal (Con Recubrimiento T2)
- Lineal (Con Recubrimiento T3)





Tabla 2.

Logaritmo natural de los datos promedio de las 3 repeticiones de cada tratamiento en almacenamiento a 7°C con ecuaciones de regresión del % de pérdida de peso.

Tiempo (días)	T0	T1	T2	T3
1				
5	2,32	1,58	1,65	1,74
10	3,03	2,49	2,37	2,75
15	3,42	2,98	2,92	3,15
Ecuación vida útil	$y = 0,11x + 1,8247$ $R^2 = 0,9745$	$y = 0,1401x + 0,9522$ $R^2 = 0,9714$	$y = 0,1271x + 1,039$ $R^2 = 0,9943$	$y = 0,1414x + 1,1342$ $R^2 = 0,9424$

Ecuación cinética de primer orden propuesta por Labuza (1982):

$$\ln A = \ln A_0 \pm kt$$

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

Burg (2004) reporta que el 10 % de pérdida de peso es el porcentaje máximo de aceptación para el consumidor.

Figura 3.

Representación gráfica del logaritmo natural de los datos promedio de las 3 repeticiones de cada tratamiento en almacenamiento a 7°C con ecuaciones de regresión del % de pérdida de peso.

Ln %Pérdida de peso vs Tiempo

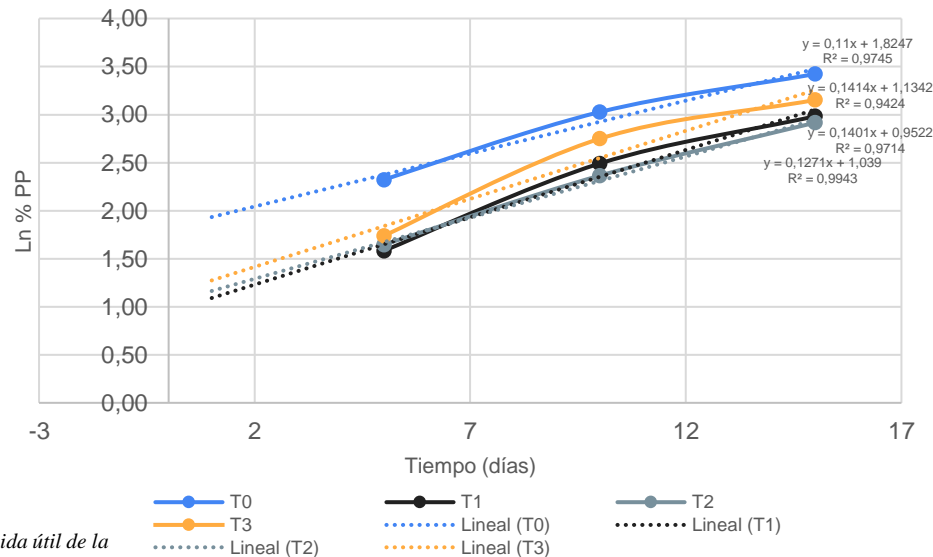


Tabla 3

Tiempos máximos de vida útil de la uvilla con respecto a la aceptabilidad límite del 10 % de pérdida de peso

Tratamientos	T0	T1	T2	T3
Tiempo máximo de vida útil (días)	4,34	9,64	9,94	8,26

	Aloe vera	Cera	Almidón
T1	3%	1%	4%
T2	2%	1,5%	3%
T3	3%	2%	4%





Tabla 4.

Logaritmo natural de los datos promedio de las 3 repeticiones de cada tratamiento en almacenamiento a 7°C con ecuaciones de regresión de la variable de firmeza (gF).

Tiempo (días)	T0	T1	T2	T3
1	7,13	7,48	7,21	7,46
5	6,84	7,40	7,38	7,11
10	6,68	7,03	7,00	6,88
15	5,30	6,84	6,84	6,88
Ecuación vida útil	$y = -0,1217x + 7,4303$ $R^2 = 0,825$	$y = -0,0492x + 7,5664$ $R^2 = 0,9666$	$y = -0,0328x + 7,36$ $R^2 = 0,7075$	$y = -0,0412x + 7,4003$ $R^2 = 0,8351$

Ecuación cinética de primer orden propuesta por Labuza (1982):

$$\ln A = \ln A_0 \pm kt$$

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

Fernández & Besada, (2020) , el límite del parámetro de firmeza es de 410 gF.

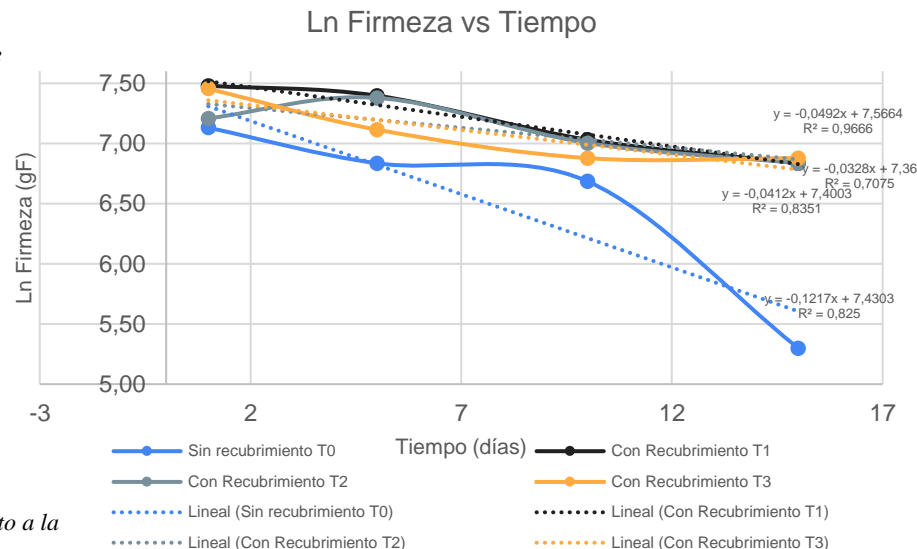
Tabla 5.

Tiempo máximo de vida útil de la uvilla con respecto a la aceptabilidad límite de firmeza de 410 gF.

Tratamientos	T0	T1	T2	T3
Tiempo máximo de vida útil (días)	11,62	31,51	40,97	33,60

Figura 4.

Representación gráfica del logaritmo natural de los datos promedio de las 3 repeticiones de cada tratamiento en almacenamiento a 7°C con ecuaciones de regresión de la variable de firmeza (gF)



	Aloe vera	Cera	Almidón
T1	3%	1%	4%
T2	2%	1,5%	3%
T3	3%	2%	4%





PÉRDIDA DE PESO

Estadística descriptiva

Figura 5. *Boxplot de la pérdida de peso de cada tratamiento con respecto al tiempo tomado al día 1, 5, 10 y 15 en almacenamiento de 7°C*

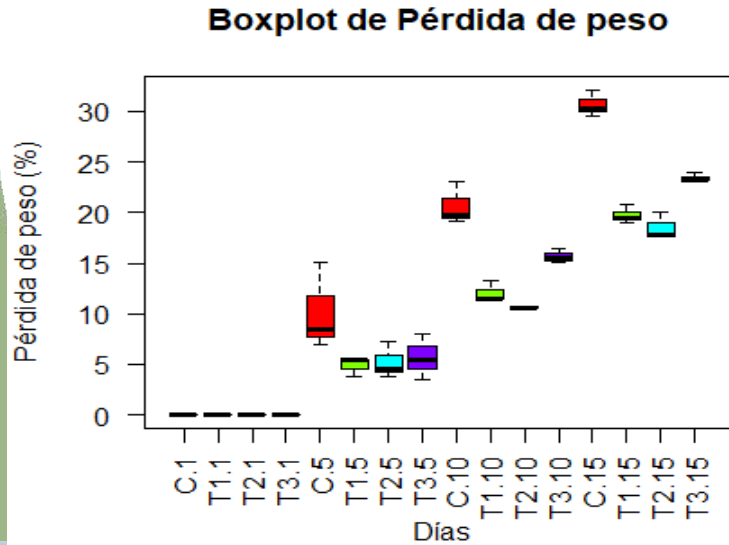
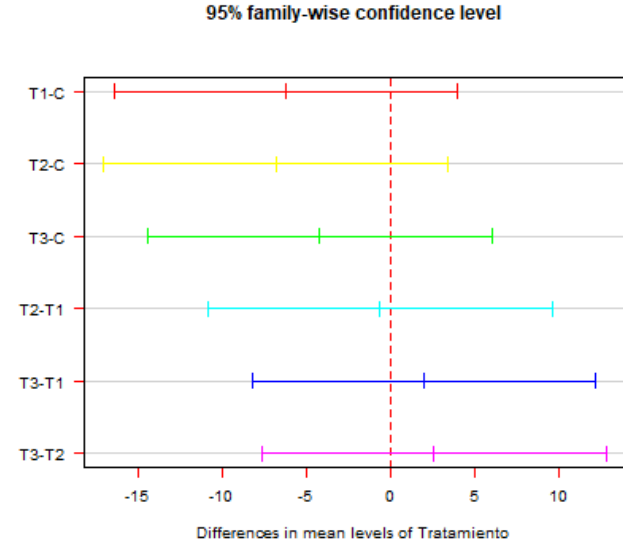


Figura 6. *Intervalos de confianza simultáneos de 95% de la prueba de Tukey*

P-valor=0.288



	Aloe vera	Cera	Almidón
T1	3%	1%	4%
T2	2%	1,5%	3%
T3	3%	2%	4%



Análisis de Residuos

Análisis ANOVA

Tabla 6.

Modelo 1 y 2 del análisis ANOVA de la pérdida de peso

Modelo 1

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	3	341	113.6	19.25	6.03e-08 ***
Día	3	3622	1207.2	204.59	< 2e-16 ***
Residuals	41	242	5.9		

Modelo 2

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	3	341	113.6	46.674	8.62e-12 ***
Día	3	3622	1207.2	496.021	< 2e-16 ***
Tratamiento:Día	9	164	18.2	7.489	8.38e-06 ***
Residuals	32	78	2.4		

Tabla 7.

Tamaño del efecto

eta.	sq eta.	sq.part
Tratamiento	0.08105541	0.5848277
Día	0.86140292	0.9373829

Prueba de normalidad de los residuos

HO: Los residuos siguen una distribución normal (Valor-p >= 0.05)

H1: Los residuos no siguen una distribución normal (Valor-p < 0.05)

Según el test de shapiro los residuos siguen una distribución normal con un valor p de 0,6596 (p >= 0.05)

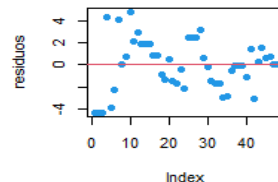
Prueba de homocedasticidad

HO: Los residuos tienen varianza constante (Valor-p >= 0.05)

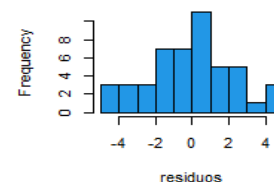
H1: Los residuos no tienen varianza constante (Valor-p < 0.05)

En la prueba de homocedasticidad los residuos tienen una varianza constante con un valor p de 0.89283 (p >= 0.05)

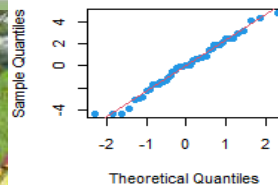
Diagrama de Residuos



Histograma de residuos



Normal Q-Q Plot



Boxplot de los residuos

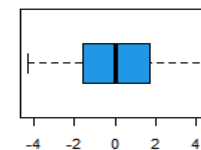




Figura 7. *Boxplot de la firmeza de cada tratamiento con respecto al tiempo tomado al día 1, 5, 10 y 15 en almacenamiento de 7°C*

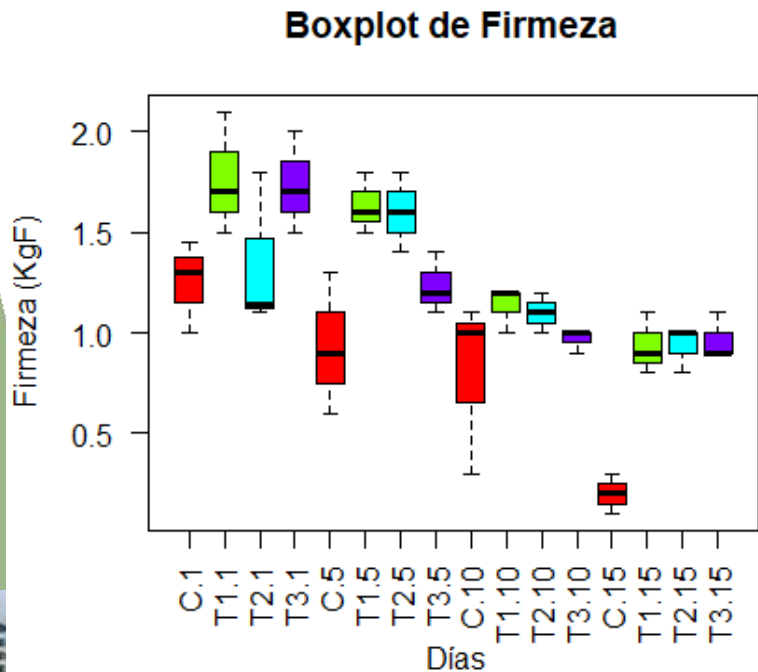
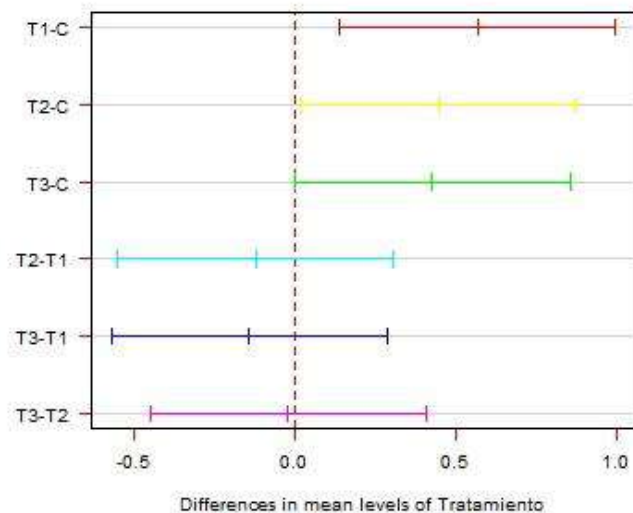


Figura 8. *Intervalos de confianza simultáneos de 95% de la prueba de Tukey*

P-valor=0.00541

95% family-wise confidence level



	Aloe vera	Cera	Almidón
T1	3%	1%	4%
T2	2%	1,5%	3%
T3	3%	2%	4%





Análisis ANOVA

Tabla 8.

Modelo 1 y 2 del análisis ANOVA de la firmeza

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	3	2.241	0.7471	12.09	8.32e-06 ***
Día	3	4.268	1.4226	23.02	6.73e-09 ***
Residuals	41	2.533	0.0618		

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	3	2.241	0.7471	14.06	5.13e-06 ***
Día	3	4.268	1.4226	26.77	7.47e-09 ***
Tratamiento:Día	9	0.832	0.0925	1.74	0.12
Residuals	32	1.701	0.0531		

Tabla 9.

Tamaño del efecto

	eta.sq	eta.sq.part
Tratamiento	0.2478644	0.4694285
Día	0.4719869	0.6275290

Prueba de normalidad de los residuos

HO: Los residuos siguen una distribución normal (Valor-p >= 0.05)

H1: Los residuos no siguen una distribución normal (Valor-p < 0.05)

Según el test de shapiro los residuos siguen una distribución normal con un valor p de 0,8078 (p >= 0.05)

Prueba de homocedasticidad

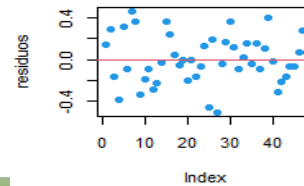
HO: Los residuos tienen varianza constante (Valor-p >= 0.05)

H1: Los residuos no tienen varianza constante (Valor-p < 0.05)

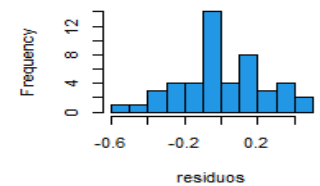
En la prueba de homocedasticidad los residuos tienen una varianza constante con un valor p de 0.629 (p >= 0.05)

Prueba de independencia p-valor= 0,162

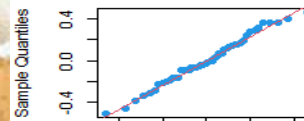
Diagrama de Residuos



Histograma de residuos



Normal Q-Q Plot



Boxplot de los residuos

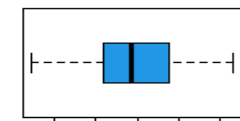




Figura 9. *Boxplot de pH de cada tratamiento con respecto al tiempo tomado al día 1, 5, 10 y 15 en almacenamiento de 7°C*

Boxplot de pH

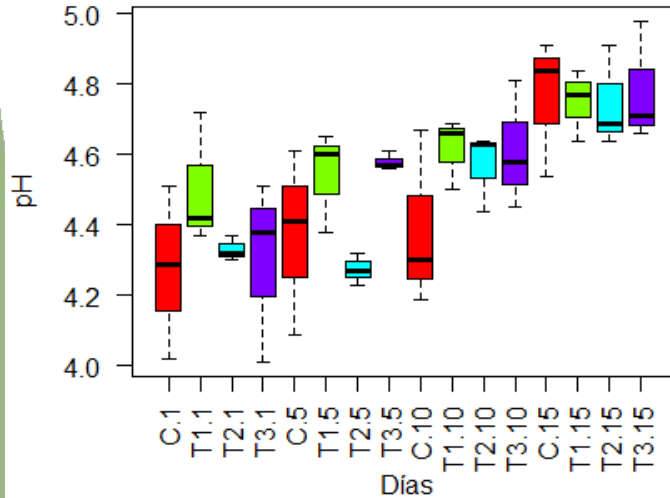
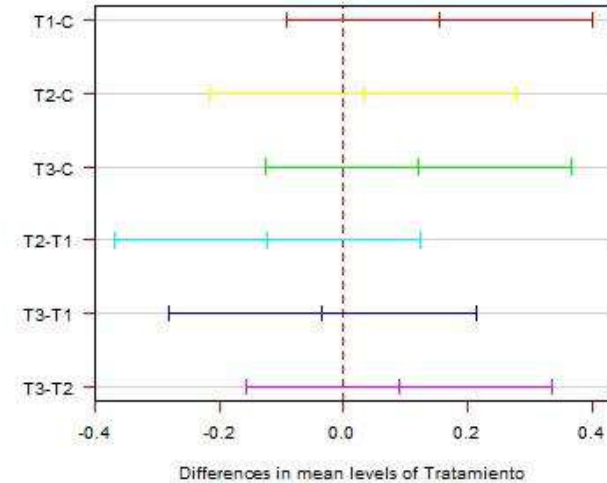


Figura 10. *Intervalos de confianza simultáneos de 95% de la prueba de Tukey*

P-valor=0.307

95% family-wise confidence level



	Aloe vera	Cera	Almidón
T1	3%	1%	4%
T2	2%	1,5%	3%
T3	3%	2%	4%



Análisis de Residuos

Análisis ANOVA

Tabla 10.

Modelo 1 y 2 del análisis ANOVA de la pH

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	3	0.1919	0.0640	2.272	0.0945
Dia	3	1.1169	0.3723	13.227	3.51e-06 ***
Residuals	41	1.1540	0.0281		

##	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
## Tratamiento	3	0.1919	0.0640	2.151	0.113
## Dia	3	1.1169	0.3723	12.524	1.4e-05 ***
## Tratamiento:Dia	9	0.2028	0.0225	0.758	0.655
## Residuals	32	0.9513	0.0297		

Tabla 11.

Tamaño del efecto

	eta.sq	eta.sq.part
Tratamiento	0.08105541	0.5848277
Dia	0.86140292	0.9373829

Prueba de normalidad de los residuos

HO: Los residuos siguen una distribución normal (Valor-p >= 0.05)

H1: Los residuos no siguen una distribución normal (Valor-p < 0.05)

Según el test de shapiro los residuos siguen una distribución normal con un valor p de 0,1942 (p >= 0.05)

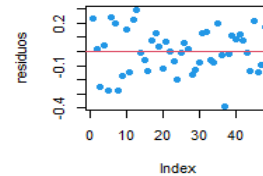
Prueba de homocedasticidad

HO: Los residuos tienen varianza constante (Valor-p >= 0.05)

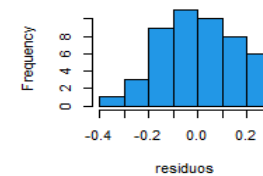
H1: Los residuos no tienen varianza constante (Valor-p < 0.05)

En la prueba de homocedasticidad los residuos tienen una varianza constante con un valor p de 0.536 (p >= 0.05)

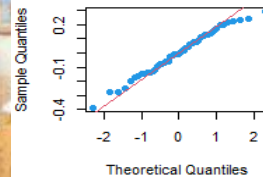
Diagrama de Residuos



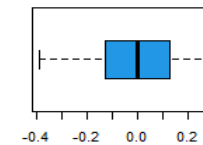
Histograma de residuos



Normal Q-Q Plot



Boxplot de los residuos





Sólidos solubles (°Brix)

Estadística descriptiva

Figura 11. *Boxplot de sólidos solubles de cada tratamiento con respecto al tiempo tomado al día 1, 5, 10 y 15 en almacenamiento de 7°C*

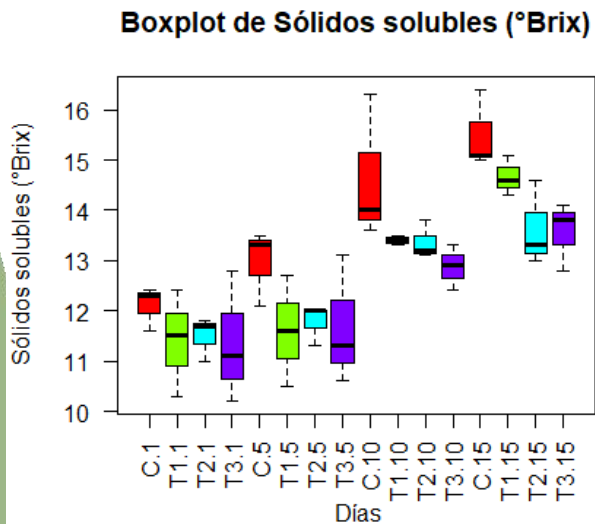
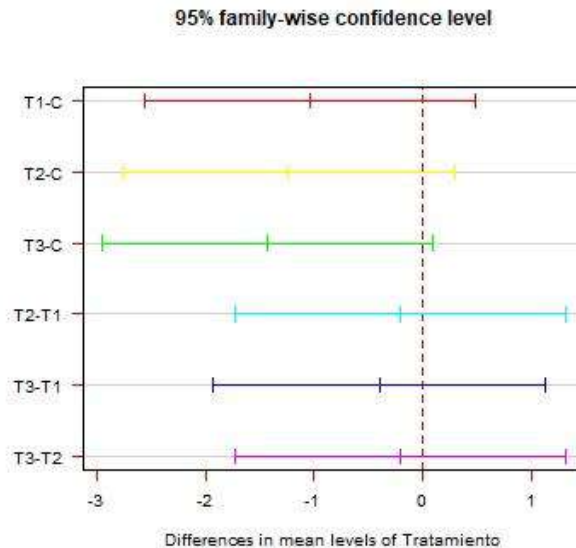


Figura 12 . *Intervalos de confianza simultáneos de 95% de la prueba de Tukey*

P-valor=0.072



	Aloe vera	Cera	Almidón
T1	3%	1%	4%
T2	2%	1,5%	3%
T3	3%	2%	4%



Análisis ANOVA

Tabla 12.

Modelo 1 y 2 del análisis ANOVA de sólidos solubles

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	3	14.65	4.883	7.853	0.000296 ***
Día	3	60.50	20.168	32.434	6.59e-11 ***
Residuals	41	25.49	0.622		

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	3	14.65	4.883	6.925	0.00101 **
Día	3	60.50	20.168	28.599	3.5e-09 ***
Tratamiento:Día	9	2.93	0.325	0.461	0.88942
Residuals	32	22.57	0.705		

Tabla 13.

Tamaño del efecto

	eta.sq	eta.sq.part
Tratamiento	0.08105541	0.5848277
Día	0.86140292	0.9373829

Prueba de normalidad de los residuos

HO: Los residuos siguen una distribución normal (Valor-p >= 0.05)

H1: Los residuos no siguen una distribución normal (Valor-p < 0.05)

Según el test de shapiro los residuos siguen una distribución normal con un valor p de 0,2138 (p >= 0.05)

Prueba de homocedasticidad

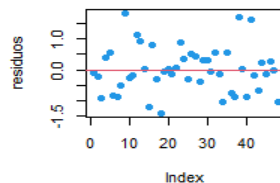
HO: Los residuos tienen varianza constante (Valor-p >= 0.05)

H1: Los residuos no tienen varianza constante (Valor-p < 0.05)

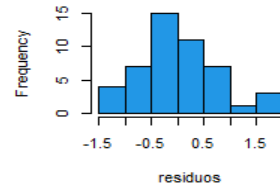
En la prueba de homocedasticidad los residuos tienen una varianza constante con un valor p de 0.5785 (p >= 0.05)

Independencia p-valor= 0,924

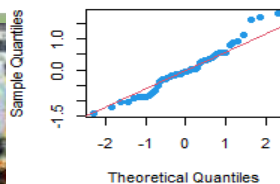
Diagrama de Residuos



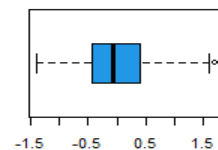
Histograma de residuos



Normal Q-Q Plot



Boxplot de los residuos



Acidez (%C6H8O7)

Estadística descriptiva

Figura 13. *Boxplot de acidez de cada tratamiento con respecto al tiempo tomado al día 1, 5, 10 y 15 en almacenamiento de 7°C*

Boxplot de Acidez

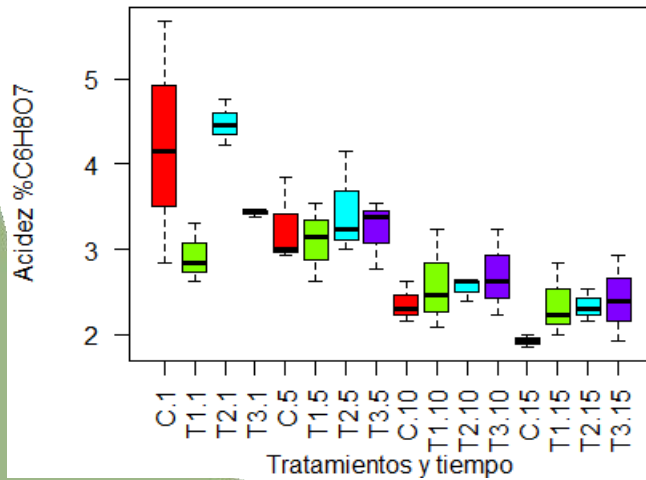
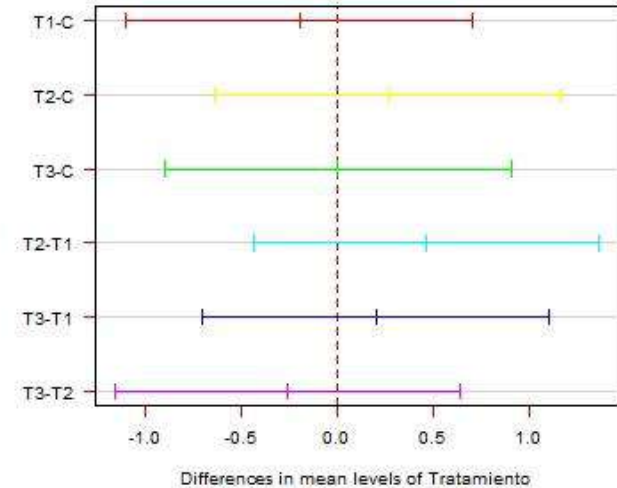


Figura 14. *Intervalos de confianza simultáneos de 95% de la prueba de Tukey*

P-valor=0.599

95% family-wise confidence level



	Aloe vera	Cera	Almidón
T1	3%	1%	4%
T2	2%	1,5%	3%
T3	3%	2%	4%



Análisis de Residuos

Análisis ANOVA

Tabla 14.

Modelo 1 y 2 del análisis ANOVA de acidez

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	3	1.288	0.429	1.356	0.27
Día	3	16.936	5.645	17.826	1.47e-07 ***
Residuals	41	12.984	0.317		

##	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
## Tratamiento	3	1.288	0.429	1.563	0.217
## Día	3	16.936	5.645	20.555	1.31e-07 ***
## Tratamiento:Día	9	4.196	0.466	1.698	0.131
## Residuals	32	8.788	0.275		

Tabla 15.

Tamaño del efecto

	eta.sq	eta.sq.part
Tratamiento	0.04127305	0.0902476
Día	0.54266879	0.5660306

Prueba de normalidad de los residuos

HO: Los residuos siguen una distribución normal (Valor-p >= 0.05)

H1: Los residuos no siguen una distribución normal (Valor-p < 0.05)

Según el test de shapiro los residuos no siguen una distribución normal con un valor p de 0,00195 (p >= 0.05)

Prueba de homocedasticidad

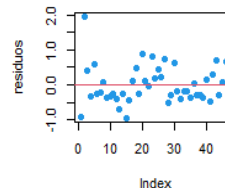
HO: Los residuos tienen varianza constante (Valor-p >= 0.05)

H1: Los residuos no tienen varianza constante (Valor-p < 0.05)

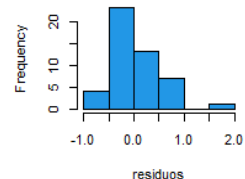
En la prueba de homocedasticidad los residuos tienen una varianza constante con un valor p de 0.1976 (p >= 0.05)

Prueba de independencia p=0,4

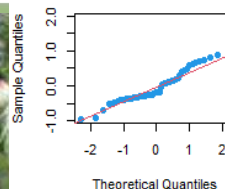
Diagrama de Residuos



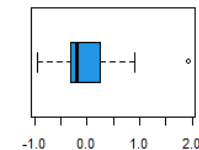
Histograma de residuos



Normal Q-Q Plot



Boxplot de los residuos





Índice de Madurez

Estadística descriptiva

Figura 15. *Boxplot del índice de madurez de cada tratamiento con respecto al tiempo tomado al día 1, 5, 10 y 15 en almacenamiento de 7°C*

Boxplot de Índice de madurez

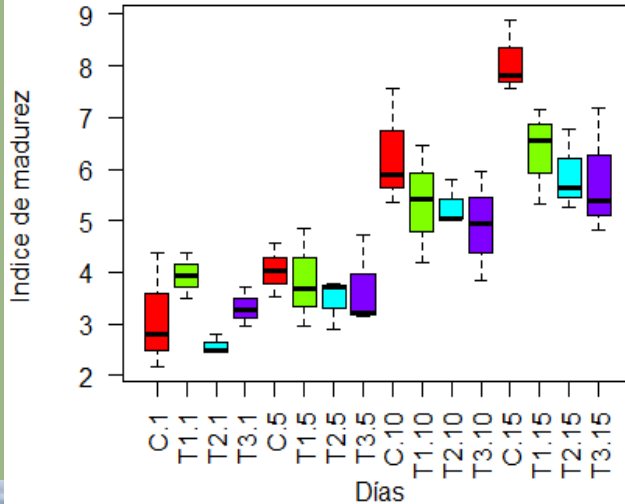
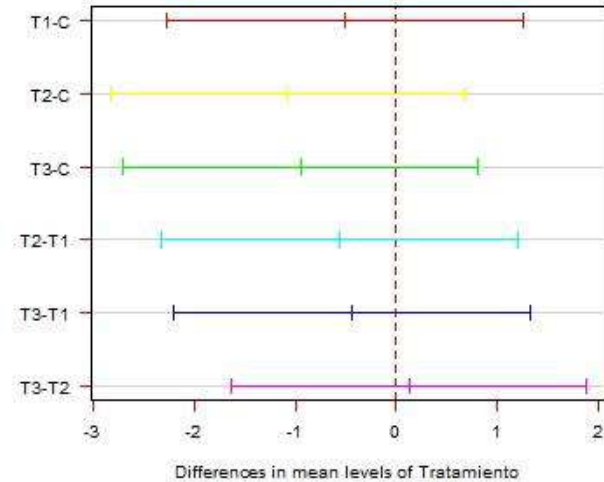


Figura 16 . *Intervalos de confianza simultáneos de 95% de la prueba de Tukey*

P-valor=0.363

95% family-wise confidence level



	Aloe vera	Cera	Almidón
T1	3%	1%	4%
T2	2%	1,5%	3%
T3	3%	2%	4%



Análisis de Residuos

Análisis ANOVA

Tabla 16.

Modelo 1 y 2 del análisis ANOVA de índice de madurez

##	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
## Tratamiento	3	8.51	2.838	3.766	0.0178 *
## Dia	3	83.52	27.841	36.950	9.88e-12 ***
## Residuals	41	30.89	0.753		

##	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
## Tratamiento	3	8.51	2.838	3.981	0.0162 *
## Dia	3	83.52	27.841	39.058	8.29e-11 ***
## Tratamiento:Dia	9	8.08	0.898	1.260	0.2958
## Residuals	32	22.81	0.713		

Tabla 17.

Tamaño del efecto

##	eta.sq	eta.sq.part
## Tratamiento	0.06925275	0.2160371
## Dia	0.67944048	0.7299946

Prueba de normalidad de los residuos

HO: Los residuos siguen una distribución normal (Valor-p >= 0.05)

H1: Los residuos no siguen una distribución normal (Valor-p < 0.05)

Según el test de shapiro los residuos siguen una distribución normal con un valor p de 0,7648 (p >= 0.05)

Prueba de homocedasticidad

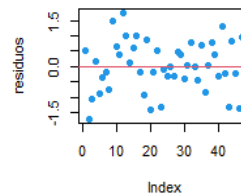
HO: Los residuos tienen varianza constante (Valor-p >= 0.05)

H1: Los residuos no tienen varianza constante (Valor-p < 0.05)

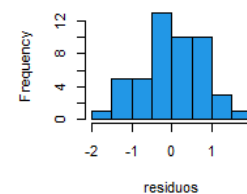
En la prueba de homocedasticidad los residuos tienen una varianza constante con un valor p de 0.2312 (p >= 0.05)

Prueba de independencia: p=0,65

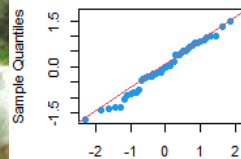
Diagrama de Residuos



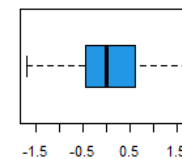
Histograma de residuos



Normal Q-Q Plot



Boxplot de los residuos





Deterioro por Mohos (%)

Estadística descriptiva

Tabla

Porcentaje de eficacia de la fruta deteriorada por mohos.

Eficacia= (% de podridos en el control - % de podridos en la fruta tratada)/(% de podridos en el control)

Tratamientos	Día 10	Día 15
Eficacia T1	11,44	56,00
Eficacia T2	34,28	57,33
Eficacia T3	5,72	44,00

Figura 17. *Boxplot de deterioro por mohos de cada tratamiento con respecto al tiempo tomado al día 1, 5, 10 y 15 en almacenamiento de 7°C*

Boxplot de Deterioro por Mohos

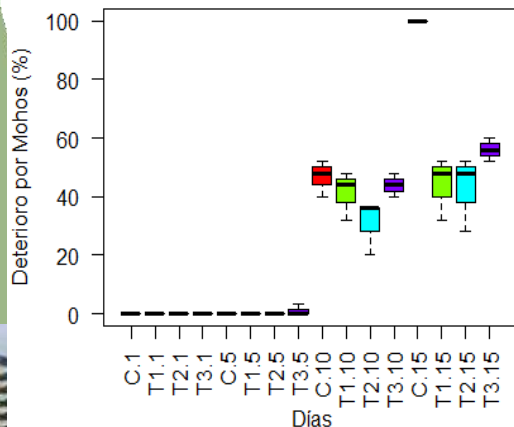
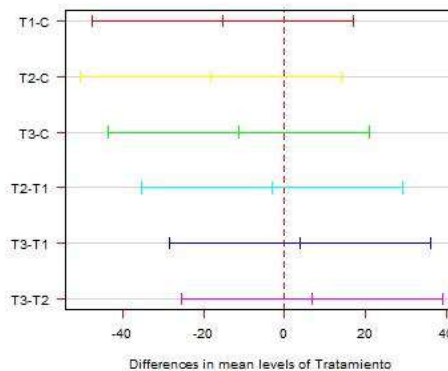


Figura 18. *Intervalos de confianza simultáneos de 95% de la prueba de Tukey*

P-valor=0,459

95% family-wise confidence level



	Aloe vera	Cera	Almidón
T1	3%	1%	4%
T2	2%	1,5%	3%
T3	3%	2%	4%



Análisis ANOVA

Tabla 18.

Modelo 1 y 2 del análisis ANOVA de deterioro por mohos %

##	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
## Tratamiento	3	2321	774	5.618	0.00254 **
## Dia	3	33034	11011	79.950	< 2e-16 ***
## Residuals	41	5647	138		

##	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
## Tratamiento	3	2321	774	24.50	2.00e-08 ***
## Dia	3	33034	11011	348.74	< 2e-16 ***
## Tratamiento:Dia	9	4636	515	16.32	1.29e-09 ***
## Residuals	32	1010	32		

Tabla 19.

Tamaño del efecto

##	eta.sq	eta.sq.part
## Tratamiento	0.05661037	0.2913081
## Dia	0.80566839	0.8540145

Prueba de normalidad de los residuos

HO: Los residuos siguen una distribución normal (Valor-p >= 0.05)

H1: Los residuos no siguen una distribución normal (Valor-p < 0.05)

Según el test de shapiro los residuos no siguen una distribución normal con un valor p de 0,003958 (p < = 0.05)

Prueba de homocedasticidad

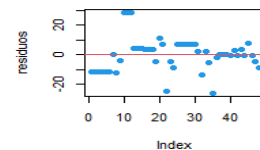
HO: Los residuos tienen varianza constante (Valor-p >= 0.05)

H1: Los residuos no tienen varianza constante (Valor-p < 0.05)

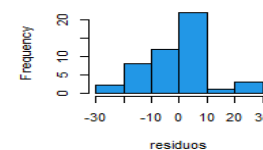
En la prueba de homocedasticidad los residuos no tienen una varianza constante con un valor p de 0.000508 (p < = 0.05)

Independencia=0

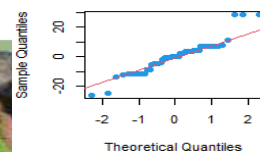
Diagrama de Residuos



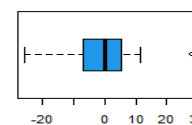
Histograma de residuos



Normal Q-Q Plot



Boxplot de los residuos



Color (Delta e)

Estadística descriptiva

Figura 19. *Boxplot de color (delta e) de cada tratamiento con respecto al tiempo tomado al día 1, 5, 10 y 15 en almacenamiento de 7°C*

Boxplot de Color (Δe)

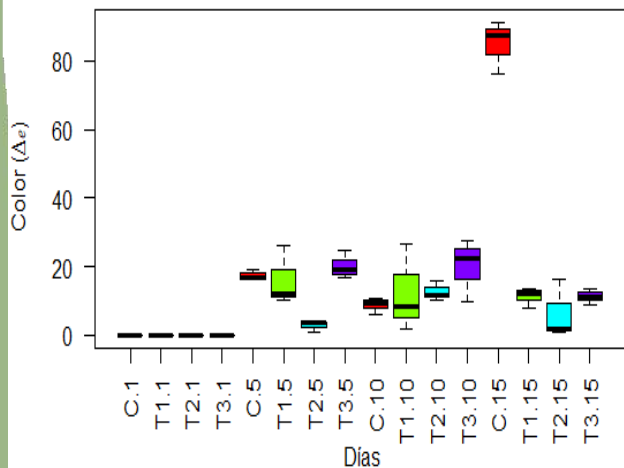
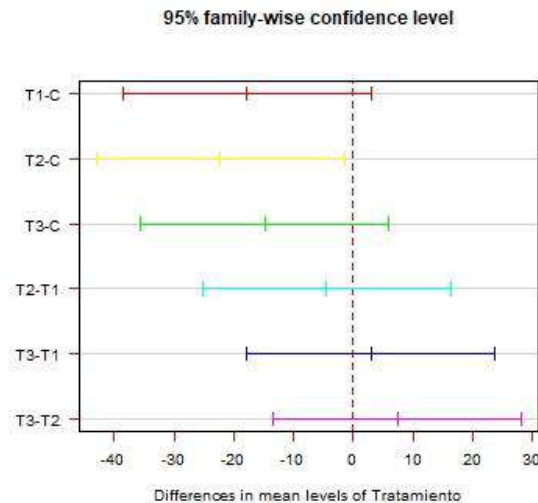


Figura 20 . *Intervalos de confianza simultáneos de 95% de la prueba de Tukey*

P-valor=0.0373



	Aloe vera	Cera	Almidón
T1	3%	1%	4%
T2	2%	1,5%	3%
T3	3%	2%	4%



Análisis ANOVA

Tabla 20.

Modelo 1 y 2 del análisis ANOVA de color delta e

##	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
## Tratamiento	3	3361	1120.3	4.112	0.01221 *
## Dia	3	4858	1619.3	5.944	0.00184 **
## Residuals	41	11170	272.4		

##	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
## Tratamiento	3	3361	1120	35.05	3.15e-10 ***
## Dia	3	4858	1619	50.66	2.97e-12 ***
## Tratamiento:Dia	9	10147	1128	35.27	3.96e-14 ***
## Residuals	32	1023	32		

Tabla 21.

Tamaño del efecto

##	eta.sq	eta.sq.part
## Tratamiento	0.1733403	0.2312895
## Dia	0.2505485	0.3030854

Prueba de normalidad de los residuos

HO: Los residuos siguen una distribución normal (Valor-p \geq 0.05)

H1: Los residuos no siguen una distribución normal (Valor-p $<$ 0.05)

Según el test de shapiro los residuos no siguen una distribución normal con un valor p de 0,00057 ($p >$ = 0.05)

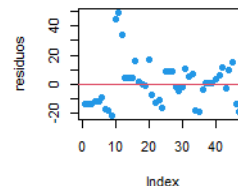
Prueba de homocedasticidad

HO: Los residuos tienen varianza constante (Valor-p \geq 0.05)

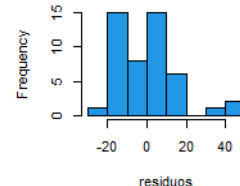
H1: Los residuos no tienen varianza constante (Valor-p $<$ 0.05)

En la prueba de homocedasticidad los residuos no tienen una varianza constante con un valor p de 0.00401 ($p >$ = 0.05)

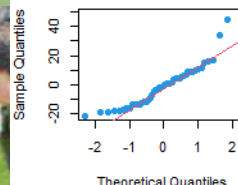
Diagrama de Residuos



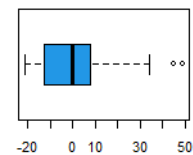
Histograma de residuos



Normal Q-Q Plot



Boxplot de los residuos





Autores y años	Reporte de investigaciones científicas
Muñoz, y otros (2017)	El almacenamiento a 4 °C de temperatura y con recubrimiento comestible ayudó al incremento de la vida útil por el rango aceptable, se mantiene por mayor tiempo; para el tratamiento a 4 °C el incremento del tiempo sería de 9,3 a 11,5 días
Castro & Blair (2010)	En su experimento encontraron cambios significativos ($p < 0,05$) y pérdida de peso desde el día 7 siendo todos los recubrimientos diferentes al control.
Lanchero, y otros (2007)	La pérdida de firmeza en los frutos de uvillas tratados tuvo menor variación con respecto al testigo y obtuvo valores de firmeza en evaluaciones de dos semanas
Castro y Blair (2010)	Reportan un decrecimiento en la textura los frutos tratados presentan mejores y mayores valores que los frutos control; siendo significativamente diferentes al final de la prueba
Lanchero, y otros (2007)	La uvilla al ser un fruto tropical mientras madura va aumentando sus carbohidratos y a su vez presentando menor concentración de acidez. Corroborando que la uvilla es un fruto climatérico.
Muñoz y otros (2017)	El experimento de recubrimiento comestible con aloe vera y quitosano en las variables del pH, %Acidez, °Brix e IM no se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) durante el almacenamiento a refrigeración y no se observaron diferencias entre los tratamientos con y sin recubrimiento.
Restrepo & Aristizábal (2010)	Los tratamientos que tuvieron mayor contenido de sábila presentaron la menor acidez es decir que los recubrimientos retrasan la tasa de respiración en la fruta por lo cual no existe una degradación de los ácidos orgánicos de manera rápida
López, Cuatin, Andrade, & Osorio (2016)	Los resultados no tenían diferencias significativas entre tratamientos de recubrimiento comestible a base de proteínas de lactosuero y cera de abeja a diferentes temperaturas, es decir que la variación del pH no depende ni del tratamiento ni de la temperatura.
Castro y Blair (2010)	se puede expresar que en general se presentó un comportamiento similar entre los tratamientos, pero altamente diferente para el control, siendo efectivos para la conservación y disminución de la maduración en uvillas. los frutos control comienzan el proceso de maduración más rápidamente que los frutos con recubrimiento y, por tanto, envejecen aproximadamente un 36% más rápido.
López, Cuatin, Andrade, & Osorio (2016)	Presentaron diferencias significativas entre algunos tratamientos, determinando que la temperatura afecta el porcentaje de acidez y otras variables



- Se realizó la correcta formulación de los recubrimientos comestibles a las diferentes concentraciones en base a pruebas previas. La cantidad exacta de cera de carnauba la cual evitó la transpiración y por lo tanto la pérdida de peso del fruto, fue importante, por eso existe la variación del porcentaje en los distintos tratamientos.
- El recubrimiento comestible efectivamente influyó de manera positiva en el aumento de la vida útil de la uvilla, el tratamiento 2 fue el que mejor actuó aumentando la vida útil, tanto para la variable del porcentaje de pérdida de peso como para la firmeza, factores que se consideran importantes para la aceptación del consumidor. Puede conservarse la uvilla con el recubrimiento comestible del T2 durante 10 días antes de perder el 10% de peso y 40 días antes de llegar a los 410 gramos de fuerza. Lo cual indica que la cantidad exacta necesaria es del 1,5% de cera de carnauba; ni el 1% del T1 ni el 2% del T3.
- Las variables de pérdida de peso, pH, firmeza, acidez, sólidos solubles e índice de madurez una distribución normal, varianza constante e independencia. En cambio, solamente el color y el deterioro por mohos no tienen una distribución normal, ni varianza constante. El análisis ANOVA reflejó que existe influencia tanto del tiempo, como del tratamiento en los cambios de las distintas variables evaluadas a excepción de las variables del pH y la acidez los cuales no se vieron influenciados de una manera considerable por los tratamientos. Finalmente, la prueba de Tukey mostró las diferencias entre los pares comparables exactos, teniendo así diferencias estadísticamente significativas en las variables de pérdida de peso, firmeza y cambios de color con respecto a las uvillas control sin recubrimiento. Aquellas variables son las más importantes en el momento de catalogar el fruto de la uvilla aceptable para el consumidor, es decir que los recubrimientos comestibles fueron efectivos para la prolongación de la vida útil de la uvilla (*Physalis peruviana*).



	Aloe vera	Cera	Almidón
T1	3%	1%	4%
T2	2%	1,5%	3%
T3	3%	2%	4%



RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer otro experimento con los mismos tratamientos, pero con mayor toma de datos y acortando el intervalo de los mismos para que en la prueba de Tukey tenga más probabilidades de comparaciones y arroje diferencias significativas.
- Se recomienda seguir estrictamente los pasos a seguir para la elaboración de los recubrimientos, en especial con la cera de carnauba que presenta dificultades para su disolución, por ello colocar en la cantidad de agua indicada y a la temperatura de 85°C en baño maría con agitación constante.
- Para próximas investigaciones se recomienda añadir al recubrimiento comestible algún agente antifúngico natural para evitar la proliferación de microorganismos.
- Se recomienda utilizar luz UV para la desinfección de la fruta como complemento a la desinfección con hipoclorito de sodio a 50 ppm utilizada en esta investigación.





Ponce, A. (2020). Desarrollo de un recubrimiento comestible con cera carnauba, cera de abeja y manteca de cacao en la uvilla (*Physalis peruviana*)

Villacís, F. (2014) ESTUDIO DEL EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE Y SU INCIDENCIA EN EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA UVILLA (*Physalis peruviana* L.)

Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/8425>

Ruiz, M; Ávila, J; Ruales, J. (2016). DISEÑO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE BIOACTIVO PARA APLICARLO EN LA FRUTILLA (*Fragaria vesca*) COMO PROCESO DE POSTCOSECHA.

Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/813/81349041015.pdf>

Paz, C. (2020). DESARROLLO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE CON CERA CARNAUBA, CERA DE ABEJA Y MANTECA DE CACAO EN LA UVILLA (*Physalis peruviana*)

Obtenido de:

https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PONCE%20GOMEZ%20ALISON%20RAQUEL_compressed.pdf

Zapata Pareja, J. L., Saldarriaga Cardona, A., Londoño Bonilla, M., & Díaz Diez, C. A. (2002). Manejo del cultivo de la uchuva en Colombia.

Labuza, T. 1982. Shelf - Life Dating of foods, Westport, connecticut 06880 USA, Printed in the United States of America

Pinzón, E. H., Reyes, A. J., Álvarez-herrera, J. G., Leguizamo, M. F., & Joya, J. G. (2015). Comportamiento del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L), bajo diferentes temperaturas de almacenamiento. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 32(2), 26–35. doi: <https://doi.org/10.22267/rcia.153202.10>

BURG, S.P. 2004. Postharvest physiology and hypobaric storage of fresh produce. Wallingford, U.K.: CABI Publishing. 654 p.

Muñoz, A., Barbosa, A., Bustos, D., Ramírez, Y., Vásquez, Y., Hernández, J. G., & Guancha, C. (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.

Castro, R. A., & Blair, G. H. G. (2010). Evaluación fisicoquímica de la efectividad de un recubrimiento comestible en la conservación de uchuva (*Physalis peruviana* L. var. Colombia). *Alimentos Hoy*, 19(21), 16-34.

