



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

Rodríguez Espín, Leonor Zeneida

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

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

Ing. Larrea Cedeño, Gabriel Alejandro Ms.c

11 de marzo del 2022



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación: **“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”** fue realizado por la señora **Rodríguez Espín, Leonor Zeneida**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 11 de marzo del 2022



Firmado digitalmente por:
**GABRIEL
ALEJANDRO LARREA
CEDEÑO**

.....
Ing. Larrea Cedeño, Gabriel Alejandro Ms.c
C.C.: 1709635039



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Rodríguez Espín, Leonor Zeneida**, con cédula de ciudadanía No. 1718602194, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **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**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 10 de marzo del 2022

.....
Rodríguez Espín, Leonor Zeneida

C.C.: 1718602194



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Autorización de publicación

Yo **Rodríguez Espín, Leonor Zeneida**, con cédula de ciudadanía No. 1718602194, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **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**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 10 de marzo del 2022

.....
Rodríguez Espín, Leonor Zeneida

C.C.: 1718602194

Reporte de verificación de similitud de contenidos



Rodríguez Espín Leonor Zeneida_Trabajo-titulación.PARA C...

Scanned on: 3:17 March 11, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	625
Words with Minor Changes	0
Paraphrased Words	262
Omitted Words	1336

GABRIEL
ALEJANDRO LARREA
CEDEÑO

Ing. Gabriel Larrea Cedeño, Mgs.

1709635039

Dedicatoria

Dedico la culminación de mi proyecto de titulación y formación académica de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria a:

Mis padres Luis Rodríguez y Leonor Espín, quienes me han inculcado muchos valores como la responsabilidad, honestidad y dedicación; los cuales fueron claves para culminar con mis estudios. Con este logro y los que vendrán, les demuestro mi amor y gratitud, por haber estado junto a mi toda la vida, apoyándome en todos los sentidos y dándome fuerzas para no rendirme jamás.

A mi compañero de vida, mi esposo Marco quien me enseñó a ser fuerte en las tribulaciones, me apoyó en cada paso de mis estudios y por ende en mi realización personal. Con mucho amor y paciencia ha sabido complementarme. Lo amo infinitamente.

A mi bebé Marquito Aurelio quien me provocó muchas amanecidas, pero de igual manera muchas alegrías, ánimos y fuerzas para poder sobrellevar y equilibrar de buena manera cada uno de los aspectos de mi vida. Me hace muy feliz tener por quien luchar y a quien darle mi vida entera para que sea un hombre de bien y realizado.

Agradecimiento

El agradecimiento por la culminación de mi proyecto de titulación y formación académica de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria a:

Dios, sin él no soy nadie, todo le he encargado en sus manos y siempre me ha respondido con tanto amor y bendiciones en mi vida. Me ha iluminado con el espíritu Santo en cada paso de mis estudios y nunca me ha abandonado. Con Dios todo lo puedo.

Mis padres quienes siempre estuvieron para aconsejarme y guiarme.

Mi esposo por siempre ser tan atento conmigo, defenderme ante cualquiera, amarme, ser paciente y darme mucha paz para poder culminar con mis estudios.

Mis compañeros quienes estuvieron conmigo formando parte de todas las vivencias y experiencias de la carrera, me impulsaron y aconsejaron. Les deseo muchos éxitos en su vida, su realización personal y profesional.

Mis profesores, mi tutor de tesis Ing. Gabriel Larrea quien supo guiarme y compartir su conocimiento conmigo en el proceso de la tesis, por ser atento y estar siempre preocupado de mis avances y al Ing. Ramiro Guerrón quien dedicó su tiempo en enseñarme sobre el programa estadístico R Studio para poder obtener unos buenos y verificables resultados.

Y a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por abrirme sus puertas del conocimiento para obtener mi título de tercer nivel.

Índice de Contenidos

Carátula.....	1
Certificación	2
Responsabilidad de Autoría	3
Autorización de publicación.....	4
Reporte de verificación de similitud de contenidos	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de Contenidos	8
Índice de tablas	15
Índice de figuras.....	18
Resumen	21
Abstract.....	22
Capítulo I	23
Introducción.....	23
Antecedentes	23
Justificación.....	24
Objetivos	24
Objetivo general	24
Objetivos específicos	24

Hipótesis	25
Variables	25
Capítulo II	26
Revisión de literatura.....	26
Uvilla (<i>Physalis peruviana</i>)	26
Taxonomía	26
Morfología	28
Fases de crecimiento	29
Fruto climatérico.....	30
Variedad EXTRA-SWEET uvilla en ecuador	31
Variedad EXTRA-SWEET uvilla internacional	32
Recubrimientos comestibles.....	32
Definición	32
Usos alimenticios	32
Fines.....	33
Componentes.....	33
Propiedades de variables.....	36
Propiedades físicas	36
Propiedades químicas.....	37
Propiedades organolépticas	37

	10
Programa estadístico R studio	38
Análisis ANOVA	39
Capítulo III	40
Metodología.....	40
Área de estudio.....	40
Materiales	40
Equipos.....	40
Insumos.....	41
Métodos.....	41
Preparación de recubrimientos comestibles	41
Preparación de Gel de Aloe vera	41
Preparación de cera de carnauba	42
Preparación de almidón de yuca	42
Fusión de preparaciones.....	42
Aplicación de recubrimiento.....	42
Almacenamiento.....	43
Metodología utilizada para cada variable de respuesta.....	44
Variable tiempo de vida útil.....	44
Variable pérdida de peso (%).....	44
Variable firmeza (KgF).....	45

	11
Variable pH	45
Variable sólidos solubles (°Brix)	45
Variable acidez (% de ácido cítrico)	45
Variable índice de madurez (°Brix / % ácido cítrico).....	46
Variable color (ΔE)	46
Variable porcentaje de fruta deteriorada por mohos (% Eficacia)	46
Diseño experimental.....	47
Capítulo IV.....	49
Resultados y Discusión.....	49
Resultados.....	49
Vida útil con respecto a la pérdida de peso (%)	49
Vida útil con respecto a la firmeza (gF).....	53
Pérdida de peso	57
Estadística descriptiva.....	57
Estadística inferencial: análisis ANOVA	61
Prueba de Tukey	62
Análisis de Residuos.....	64
Prueba de normalidad de los residuos	65
Prueba de homocedasticidad	65
Firmeza.....	66

	12
Estadística descriptiva.....	66
Estadística inferencial: análisis ANOVA	69
Prueba de Tukey	70
Análisis de Residuos.....	72
Prueba de normalidad de los residuos	73
Prueba de homocedasticidad	73
Prueba de independencia	73
pH.....	74
Estadística descriptiva.....	74
Estadística inferencial: análisis ANOVA	77
Prueba de Tukey	78
Análisis de Residuos.....	80
Prueba de homocedasticidad	81
Prueba de independencia	81
Sólidos solubles.....	82
Estadística descriptiva.....	82
Estadística inferencial: análisis ANOVA	85
Prueba de Tukey	86
Análisis de Residuos.....	88
Prueba de normalidad de los residuos	89

Prueba de homocedasticidad	89
Prueba de independencia	89
Acidez.....	90
Estadística descriptiva.....	90
Estadística inferencial: análisis ANOVA	93
Prueba de Tukey	93
Análisis de Residuos.....	95
Prueba de normalidad de los residuos	96
Prueba de homocedasticidad	96
Prueba de independencia	96
Índice de madurez (°Brix/% Acidez).....	97
Estadística descriptiva.....	97
Estadística inferencial: análisis ANOVA	100
Prueba de Tukey	100
Prueba de normalidad de los residuos	103
Prueba de homocedasticidad	104
Prueba de independencia	104
Color (delta e)	104
Estadística descriptiva.....	104
Estadística inferencial: análisis ANOVA	108

Prueba de Tukey	108
Análisis de Residuos.....	111
Prueba de normalidad de los residuos	111
Prueba de homocedasticidad	112
Prueba de independencia	112
Determinación de podredumbre por mohos	112
Estadística descriptiva.....	112
Estadística inferencial: análisis ANOVA	116
Prueba de Tukey	117
Análisis de residuos.....	119
Prueba de normalidad de los residuos	120
Prueba de homocedasticidad	120
Prueba de independencia	120
Porcentaje de eficacia del recubrimiento comestible sobre la fruta evaluada	121
Discusión	122
Capítulo V.....	126
Conclusiones y recomendaciones.....	126
Conclusiones	126
Recomendaciones.....	127
Bibliografía	128

Índice de tablas

Tabla 1 Pérdida de peso y volumen.....	36
Tabla 2 Pérdida de longitud, densidad, diámetro	36
Tabla 3 Promedio del porcentaje de pérdida de peso.....	49
Tabla 4 Logaritmo natural de los datos promedio de las 3 repeticiones	50
Tabla 5 Tiempos máximos de vida útil de la uvilla	52
Tabla 6 Datos promedio de la firmeza (gF) de las 3 repeticiones	53
Tabla 7 Logaritmo natural de los datos promedio de las 3 repeticiones	54
Tabla 8 Tiempo máximo de vida útil de la uvilla.....	56
Tabla 9 Cálculo de Medias, desviaciones estándar y varianzas.....	57
Tabla 10 Modelo 1	61
Tabla 11 Modelo 2	61
Tabla 12 Análisis de la prueba de Tukey.....	62
Tabla 13 Pruebas simultáneas de Tukey.....	62
Tabla 14 Tamaño del efecto eta cuadrado	63
Tabla 15 Cálculo de medias, desviaciones estándar y varianzas	66
Tabla 16 Modelo 1	69
Tabla 17 Modelo 2	69
Tabla 18 Análisis de la prueba de Tukey.....	70

Tabla 19	Pruebas simultáneas de Tukey.....	70
Tabla 20	Tamaño del efecto eta cuadrado	72
Tabla 21	Cálculo de medias, desviaciones estándar y varianzas	74
Tabla 22	Modelo 1	77
Tabla 23	Modelo 2	77
Tabla 24	Análisis de la prueba de Tukey.....	78
Tabla 25	Pruebas simultáneas de Tukey.....	78
Tabla 26	Tamaño del efecto eta cuadrado	79
Tabla 27	Cálculo de Medias, desviaciones estándar y varianzas	82
Tabla 28	Modelo 1	85
Tabla 29	Modelo 2	85
Tabla 30	Análisis de la prueba de Tukey.....	86
Tabla 31	Pruebas simultáneas de Tukey.....	86
Tabla 32	Tamaño del efecto eta cuadrado	87
Tabla 33	Cálculo de medias, desviaciones estándar y varianzas	90
Tabla 34	Modelo 1	93
Tabla 35	Modelo 2	93
Tabla 36	Análisis de la prueba de Tukey.....	93
Tabla 37	Pruebas simultáneas de Tukey.....	94
Tabla 38	Tamaño del efecto eta cuadrado	95

Tabla 39 Cálculo de medias, desviaciones estándar y varianzas	97
Tabla 40 Modelo 1	100
Tabla 41 Modelo 2	100
Tabla 42 Análisis de la prueba de Tukey.....	100
Tabla 43 Pruebas simultáneas de Tukey.....	101
Tabla 44 Tamaño del efecto eta cuadrado	102
Tabla 45 Cálculo de medias, desviaciones estándar y varianzas	104
Tabla 46 Modelo 1	108
Tabla 47 Modelo 2	108
Tabla 48 Análisis de la prueba de Tukey.....	108
Tabla 49 Pruebas simultáneas de Tukey.....	109
Tabla 50 Tamaño del efecto eta cuadrado	110
Tabla 51 Cálculo de medias, desviaciones estándar y varianzas	112
Tabla 52 Modelo 1	116
Tabla 53 Modelo 2	116
Tabla 54 Análisis de la prueba de Tukey.....	117
Tabla 55 Pruebas simultáneas de Tukey.....	117
Tabla 56 Tamaño del efecto eta cuadrado	118
Tabla 57 Porcentajes de eficacia del recubrimiento comestible	121

Índice de figuras

Figura 1 Visión satelital del área de estudio	40
Figura 2 Recubrimiento comestible a diferentes concentraciones	43
Figura 3 Datos promedio del porcentaje de pérdida de peso	49
Figura 4 Logaritmo natural de los datos promedio de las 3 repeticiones	50
Figura 5 Representación gráfica de datos promedio de la firmeza (gF).....	53
Figura 6 Representación gráfica del logaritmo natural	54
Figura 7 Boxplot de porcentaje de pérdida de peso.....	58
Figura 8 Boxplot de la media de pérdida de peso (%)	59
Figura 9 Boxplot de la pérdida de peso de cada tratamiento	60
Figura 10 Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey	63
Figura 11 Gráficos de los residuos	64
Figura 12 Boxplot de firmeza (KgF).....	66
Figura 13 Boxplot de la media de firmeza (KgF)	67
Figura 14 Boxplot de la firmeza (KgF) de cada tratamiento	68
Figura 15 Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey	71
Figura 16 Diagrama, histograma-Q Plot y boxplot de residuos.....	72
Figura 17 Boxplot de porcentaje de pH	74
Figura 18 Boxplot de la media de pH.....	75
Figura 19 Boxplot del pH de cada tratamiento.....	76

Figura 20	Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey	79
Figura 21	Diagrama, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos	80
Figura 22	Boxplot de porcentaje de sólidos solubles	82
Figura 23	Boxplot de la media de sólidos solubles	83
Figura 24	Boxplot de sólidos solubles (°Brix)	84
Figura 25	Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey.	87
Figura 26	Diagrama, histograma-Q Plot y boxplot de residuos	88
Figura 27	Boxplot de la acidez (%C6H8O7)	90
Figura 28	Boxplot de la media de acidez (%C6H8O7)	91
Figura 29	Boxplot de la acidez (%C6H8O7)	92
Figura 30	Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey	94
Figura 31	Diagrama, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos	95
Figura 32	Boxplot del índice de madurez	97
Figura 33	Boxplot de la media del índice de madurez	98
Figura 34	Boxplot del índice de madurez	99
Figura 35	Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey	102
Figura 36	Diagrama, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos	103
Figura 37	Boxplot de porcentaje de pérdida de peso	105
Figura 38	Boxplot de la media de pérdida de peso (%)	106
Figura 39	Boxplot de cambios de color (Δe)	107

Figura 40	Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey	109
Figura 41	Diagrama, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos	111
Figura 42	Boxplot de porcentaje de deterioro por mohos	113
Figura 43	Boxplot de la media de porcentaje de deterioro por mohos	114
Figura 44	Boxplot de porcentaje de deterioro por mohos	115
Figura 45	Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey	118
Figura 46	Diagrama, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos	119

Resumen

Ecuador produce el fruto de uvilla para el mercado nacional e internacional ya que es una fruta exótica y muy cotizada, pero existen problemas en la postcosecha, los cuales aceleran el deterioro y por lo tanto se reduce la vida útil provocando pérdidas y rechazo por parte de los consumidores. En el presente trabajo de investigación evaluó el efecto de un recubrimiento comestible a diferentes concentraciones sobre el tiempo de vida útil de uvilla (*Physalis peruviana*) a una temperatura de 7° C. Se formuló los recubrimientos comestibles a diferentes concentraciones: T1 (3% Aloe vera, 1 % cera de carnauba, 4% de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5% de glicerol), T2 (2% Aloe vera, 1,5 % cera de carnauba, 3% de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5 % glicerol) y T3 (3% Aloe vera, 2% cera de carnauba, 4% de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5% glicerol). Aplicándolo por inmersión a las uvillas y almacenándolas por 15 días a 7°C. Las variables evaluadas fueron: pérdida de peso (%), firmeza (KgF), los sólidos solubles (°Brix), acidez (% ácido cítrico), el índice de madurez, color y porcentaje de fruta deteriorada por mohos; aquellos datos fueron tomados el día 1, 5, 10 y 15. En el diseño experimental se aplicó un DCA, la vida útil se evaluó por medio de ecuación $\ln A = \ln A_0 \pm kt$; y para las variables de respuesta se aplicó el análisis ANOVA en conjunto con la prueba de Tukey. Teniendo así resultados favorables de los tratamientos con respecto al control, específicamente el T2 fue el mejor aumentando la vida útil a 10 días. En todas las variables se observó el retraso de la madurez por el recubrimiento comestible, existiendo diferencias significativas en la pérdida de peso, firmeza y color; variables importantes en la determinación de la calidad del fruto.

Palabras clave: *Uvilla, recubrimiento comestible, vida útil, cera de carnauba.*

Abstract

Ecuador produces the goldenberry fruit for the national and international market since it is an exotic and highly valued fruit, but there are post-harvest problems, which accelerate deterioration and therefore the useful life is reduced, causing losses and rejection by consumers. the consumers. In the present research work, the effect of an edible coating at different concentrations on the shelf life of goldenberry (*Physalis peruviana*) at a temperature of 7° C was evaluated. The edible coatings were formulated at different concentrations: T1 (3% Aloe vera, 1% carnauba wax, 4% yucca starch, 8% tween 80 and 2.5% glycerol), T2 (2% Aloe vera, 1.5% carnauba wax, 3% yuca starch, 8% tween 80 and 2.5% glycerol) and T3 (3% Aloe vera, 2% carnauba wax, 4% yucca starch, 8% tween 80 and 2.5% glycerol). Applying it by immersion to the golden berries and storing them for 15 days at 7°C. The variables evaluated were: weight loss (%), firmness (KgF), soluble solids (°Brix), acidity (% citric acid), maturity index, color and percentage of fruit damaged by molds; those data were taken on days 1, 5, 10 and 15. A DCA was applied in the experimental design, the useful life was evaluated by means of the equation $\ln A = \ln A_0 \pm kt$; and for the response variables, the ANOVA analysis was applied in conjunction with the Tukey test. Thus, having favorable results of the treatments with respect to the control, specifically the T2 was the best, increasing the useful life to 10 days. In all the variables, the delay of maturity due to the edible coating was observed, with significant differences in weight loss, firmness and color; important variables in determining fruit quality.

Keywords: Goldenberry, edible coating, shelf life, carnauba wax.

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

Ecuador se ha dedicado a la producción de uvilla, cultivando alrededor de 200 hectáreas, enfocándose a la exportación de esta. Por su forma, sabor y color ha sido reconocida como una fruta exótica a nivel nacional e internacional, siendo los principales destinos de exportación: Canadá representando un 46.1% del total exportado en el 2019, seguido de Francia con 35.2%, Países Bajos con 11.8%, Estados Unidos, España, con 5.9% y 1.0%, respectivamente. Ecuador exportó en el año 2019 US\$ 206 mil a los países potenciales, siendo los más importantes: Canadá, Francia y Países Bajos. Lo que significa un 0.03% de participación en dichos mercados (Silva B. , 2021).

En la producción de la uvilla se producen pérdidas significativas principalmente por la falta de cuidado en el momento de la postcosecha siendo la causa principal el almacenamiento inadecuado del fruto, daños físicos y el desarrollo fúngico porque reducen significativamente su vida útil (Saeteros, 2020), resultando en pérdidas económicas para el país. De igual manera según (Yépez, 2018), la uvilla sin cáliz a temperatura ambiente conserva su calidad por 13 días, por lo tanto, el tiempo de vida útil es corto para la comercialización.

Por tales razones en el presente estudio se evaluará el mantenimiento de las cualidades comerciales, la minimización de las pérdidas, en cantidad y calidad postcosecha; a través de recubrimientos comestibles los cuales se presentan como una alternativa técnica para disminuir los problemas indicados, retrasar el envejecimiento y prolongar la vida de útil de la uvilla.

Justificación

El fruto de la uvilla es capaz de 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, pudiendo generar estas características una disminución del período de vida útil, aceleración en su proceso de maduración, producción de etileno y pérdida de peso (Ponce, 2020). También la falta de cuidado en el momento de la postcosecha causa daños significativos como el almacenamiento inadecuado del fruto, daños físicos y el desarrollo fúngico que reducen su vida útil (Endara A. , 2020). En este contexto, la presente investigación pretende demostrar que la aplicación de recubrimientos comestibles en uvillas mantendría la calidad de la uvilla actuando como barrera en la pérdida de agua e intercambio de gases como el oxígeno y dióxido de carbono, controlar la tasa de crecimiento microbiano y conservar las características organolépticas de los alimentos. Con un efecto similar al promovido por el almacenamiento en atmósfera controlada.

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar el efecto de un recubrimiento 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 con 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 20 días.
- Analizar variables de pH, sólidos solubles, acidez, índice de madurez, firmeza, color y porcentaje de eficacia en podredumbre por mohos medidos en la fruta por medio del programa RStudio.

Hipótesis

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

Variables

- Variable dependiente: tiempo de vida útil
- Variables independientes: Recubrimiento comestible a diferentes concentraciones
- Variables cuantitativas: Pérdida de peso, contenido de sólidos solubles totales medidos en °Brix, pH, acidez, índice de madurez y ablandamiento
- Variables cualitativas: Color y apariencia

Capítulo II

Revisión de literatura

Uvilla (*Physalis peruviana*)

La uvilla (*Physalis peruviana*), crece como una planta en el segundo año de formación, con crecimiento bisexual, extensivo, y con hojas selectas, pubescentes y acorazonadas de 5 a 15 cm de largo y 4 a 10 cm de ancho (Fuentes, Altuna, & Coba, 2021). La *Physalis peruviana* y su fruto, tiene como resultados, la tasa de regeneración y la producción de etileno, mismos que aumentan con el inicio de la maduración (Saavedra, 2019). Durante la quimigación, se produce en la uvilla (*Physalis peruviana*), un claro aumento de la producción de CO₂ y etileno; y un cambio en el perfil de la pectina, lo que da lugar a un ablandamiento estructural de los capuchones de las uvillas (Chugá, 2021). El etileno es una hormona que acelera los procesos de maduración, y promueve la producción de compuestos volátiles, especialmente en frutos climatéricos, de los nuevos productos (Cuaical, Guerrero, Andrade, & León); el alto contenido de etileno en la producción de la uvilla (*Physalis peruviana*) está entre 10 y 100 km de etileno/kg-H, misma que lleva a su clasificación como fruta, con una elevada producción etilénica.

Taxonomía

Las physaloides, taxonómicamente tiene de 90 a 100 especies (Rivera, 2019); y una de las especies comestibles más recientes es la *Physalis peruviana*, también llamada con éxito Guchuba, Uguva, Uvilla, Uchuva o cereza andina.

- Nombre científico: *Physalis peruviana* L.
- Nombre vulgar: Uvilla, uchuva, alquequenje

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliophyta
- Orden: Tubiflorae
- Familia: Solanaceae

En base a un criterio nutricional, la uvilla (*Physalis peruviana*), se considera un alimento de servicio, con propiedades antiabortivas, anticancerígenas y diuréticas. También tiene efectos terapéuticos como la coagulación de la sangre, la reducción de las hemorragias internas, el alivio de los problemas de garganta, el fortalecimiento del nervio óptico, y la depuración (Moreno, Pilamala, Molina, & Cerda, 2019). Por tanto, la uvilla (*Physalis peruviana*), es una fuente de vitamina A y vitamina C. A continuación, se detalla una valorativa de la composición química por 100g de pulpa de uvilla (*Physalis peruviana*), y se considera los siguientes parámetros y valores (López D. , 2018).

- Calorías: 54
- Agua: 85.9%
- Proteína: 1.5 g
- Grasa: 0.5 g
- Carbohidratos: 11.0 g
- Fibra: 0.4 g
- Ceniza: 0.7 g
- Calcio: 9.0 mg
- Fósforo: 2.1 mg
- Hierro: 1.7 mg
- Vitamina A: 1730 U.I

- Tiamina: 0.01 mg
- Rivo flavina: 0.17 mg
- Niacina: 0.80 mg
- Ácido Ascórbico: 20.0 mg

Morfología

Los aproximadamente 660.000 géneros y especies de la uvilla, descienden de una serie de plantas, que recientemente han sido parcialmente documentadas. En los últimos años se han hecho grandes esfuerzos para registrar y almacenar los datos morfológicos, y los recursos fitogenéticos, mismos que se conservan para ser utilizados, y esto sólo puede lograrse identificando sus características y su potencial de uso (Bosquez, 2018). El germoplasma de la uvilla determina su aplicabilidad en cada sector agropecuario, pero la recopilación y exploración de la información de la secuencia suele estar en la fase de especificación y refinamiento (Cajas, 2021). La replicación y la evaluación del producto son actividades complementarias que identifican rasgos cualitativos específicos e introducciones importantes de la misma especie, su utilidad, composición, variabilidad genética y las interacciones entre ellos, así como los genes que determinan su uso para obtener o mejorar la producción de la uvilla. Según explican (Acuña, Díaz, & Yáñez, 2019), entre las características morfológicas, se tiene:

- Cantidad moderada de flores lilas
- Reposo de tubérculos por 80 días
- Crecimiento semirrecto
- Tallos verdosos
- Foliolo lateral (3 pares)

Fases de crecimiento

En general, las plantas son similares debido a la longitud, la forma y el peso, aunque a veces varias flores de un mismo lado se complementan. Por tanto, las fases del crecimiento de la uvilla (*Physalis peruviana*), y la dirección del aire, no suele afectar en su orientación. Es característico considerar 6 etapas, según (Miranda, Rosales, Sánchez, & Cerda, 2019) para cada periodo y los cambios físicos en la floración hasta que el fruto alcanza la madurez.

- Etapa 1: En los días del 0 a 4, la flor permanece abierta, todos los órganos están todavía activos, hay supernumerarios (5 espinas) y pistilos, por lo que la cabeza se está formando durante este período sin agentes de estrés, reptiles o cualquier otra fuente.
- Etapa 2: En los días 5 a 8, los órganos reproductores de la corola están aislados, el cáliz en el extremo de la corola revela cinco costillas abiertas y el fruto está conectado al cáliz.
- Etapa 3: En los días de 9 a 12, el fruto y el cáliz son visibles, aunque el fruto tiene 5 costillas, unos 3 mm de diámetro, y el fruto de color verde claro tiene 1 cm de longitud y 0,7 cm de tamaño. El cáliz sigue abierto en la parte posterior y puede cerrarse en un ángulo fuerte como un corazón.
- Etapa 4: En los días de 13 a 32, es la etapa más grande y larga, con una duración de 19 días, durante la cual se puede observar el crecimiento del cáliz y del fruto. La zona posterior tiene 10 costillas paralelas y un amplio desarrollo desde la base del pedicelo hasta las columnas, que permanecen cerradas para proteger el fruto. En el día 32, el fruto se vuelve verde oscuro, de 1,2-2 cm de diámetro, 2,5-4 cm de largo y 2-3,5 cm de ancho, de coloración fina, y se mantiene en cualquier lugar entre él y el fruto, pero nunca en contacto.

- Etapa 5: En los días de 33 a 47, deja de aumentar el Calix y la fruta en paralelo, la fruta y el Calix son resistentes a la revolución amarilla, una base sólida y saludable para su proceso de cocción e impermeable. Se encontró una fina capa de tiempo en toda la fruta, pero esta vez había más concentración en el sector de la fruta que estaba adherido a las partículas.
- Etapa 6: En los días de 48 a 53 En esta etapa la fruta está contaminada y el tinte naranja es más pronunciado. Sin embargo, la copa se seca y se vuelve marrón, rosa y amarilla. A veces, los frutos pueden verse caer desde la raíz del tallo. El fruto es comestible y el ácido es delicioso. La partícula, que tiene semillas grandes y firmes en dos capas, debería ser más fácil de obtener que la pulpa.

Fruto climatérico

La *Physalis peruviana*, conocida en Ecuador como uvilla, es un producto ligado al núcleo familiar de las solanáceas y producido en las naciones del centro y norte del país. El género *Physalis* incluye unas 80 especies, en su mayoría silvestres (Bitencourt, Moura, Soldateli, & Barcelar, 2018). Esta fruta, que madura en 60-80 días, es bastante rara y una solución que proporciona buen sabor y aroma a los consumidores y los lleva a nuevos mercados, con una alta proporción de vitamina A (1 000-5 000 UI, generalmente betacaroteno), y ácido ascórbico (11-42 mg/100 g de peso fresco), y niveles fijos de b. niacina y vitamina B12; también es alta en proteína inversa (2,2 g), fósforo (39 mg) y hierro (1,1 mg), pero baja en calcio (14 mg/100 g de PF) (Zúñiga & Moya, 2018).

El aumento del producto es impulsado por una disminución del contenido de ácido carbónico, en respuesta a un aumento de la regeneración y la tasa metabólica (Velásquez, Delgado, & Ramírez, 2022). El desarrollo del fruto de la uvilla tarda entre 60 y 80 días, dependiendo de las condiciones climáticas con una curva sigmoideal simple para el tamaño y el

peso. En clima frío, el fruto climatérico la planta florece, y el deshielo resultante es indicativo de un aumento significativo de la producción de etileno característico de la uvilla (*Physalis peruviana*) (Fernández, Tarancón, & Besada, Qué información quiere recibir el consumidor cuando compra fruta fresca. La etiqueta sensorial, 2020). Dependiendo del sistema de temperatura, la producción se inicia entre 4 y 7 meses después del cultivo, con fracciones estables durante 10-12 meses, y luego disminuye. La recolección debe realizarse 2-3 veces por semana, aprovechando las mañanas frescas y evitando las lluvias, que aumentan el coste del secado del cáliz y la incidencia de las patologías del tallo (Gutiérrez, 2019).

Variedad EXTRA-SWEET uvilla en Ecuador

En Ecuador, la uvilla (*Physalis peruviana*), en la mayoría parte de la región sierra, se utiliza cada vez más, para exportar al mercado europeo. Sin embargo, se calcula que cada año se producen 4.725 toneladas de uvillas, de las que el 70,2% son consumidas por organismos multilaterales y exportadores. El mercado nacional crea constantemente la demanda de nuevos productos, y muchas veces Ecuador ha financiado la producción y exportación de productos no clasificados (Silva A. , 2018). La *Physalis peruviana*, también conocida como uvilla, es una fruta que se recolecta directamente en la naturaleza, aunque su distribución se ha ampliado con el tiempo, debido a su alto potencial de exportación (Maldonado, 2019). Según el (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2022) existen 992 unidades de producción agrícola (UPA) en todo el territorio, de las cuales cerca del 98% son propiedad de ingenieros noveles, con una superficie de entre 0,5 y 1 hectárea.

Las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha representan el 74% de la producción total. A finales de 2019, Ecuador empezó a exportar oficialmente las reconocidas uvillas a Estados Unidos, un mercado para el que se ha preparado durante 14 años para cumplir con las normas fitosanitarias del país (Endara A. , 2020). La Autoridad Comercial de Ecuador en el Reino

Unido ha anunciado que quiere aumentar las exportaciones de fruta a ese país para finales de 2022. En los últimos años, la zona ha exportado productos y uvas frescas y secas a los principales países de la Unión Europea (UE).

Variedad EXTRA-SWEET uvilla internacional

La uvilla (*Physalis peruviana*) es una fruta no clásica, de importancia económica y nutricional. Su importancia económica incluye la fruta fresca o de consumo humano. La uvilla es rica en vitaminas A, C, calcio, hierro y fósforo, así como en flavonoides, alcaloides y fitoesteroles (Angamarca, 2021); la uvilla puede prevenir enfermedades y está incluida en la lista, de compuestos biológicamente activos considerados funcionales. Al ser un producto poco convencional y útil, está disponible en el mercado mundial a un precio relativamente favorable. Su cultivo es cada vez más importante como producto de exportación rentable, que se está convirtiendo en un negocio muy extendido (Pinchao, 2022).

Recubrimientos comestibles

Definición

El recubrimiento comestible, es un conjunto de procesos destinados a mejorar las propiedades positivas de un producto y a minimizar la pérdida de propiedades naturales, principalmente el valor nutricional (Andrade, Moreno, Guijarro, & Ayora, 2019). Un recubrimiento alimentario (FC) puede considerarse como una matriz fina, homogénea y transparente adecuada para los productos alimentarios, producida principalmente alrededor de los productos alimentarios para preservar su calidad.

Usos alimenticios

Los recubrimientos reducen la pérdida de agua y el ablandamiento de la fruta debido a la pérdida de agua, además de mejorar la apariencia debido al brillo. Los recubrimientos

comestibles, tienen usos alimenticios y son generalmente soluciones que apoyan al sector frutícola (Rojas, 2018). Los recubrimientos son la base de los aditivos utilizados para controlar la maduración, para aumentar la actividad positiva de la fruta y para prolongar la duración de los cambios físicos y químicos.

Fines

Los recubrimientos comestibles tienen como fines, y se han desarrollado para prolongar la vida útil de los alimentos, y servir como portadores de antimicrobianos, antioxidantes o nutrientes, para inhibir la migración de agua y lípidos, o para inhibir el transporte de gases y solutos (Carpio & Risco, 2021). Deben tener unas propiedades mecánicas que garanticen una adhesión y una manipulación ideal de los productos alimenticios sin que se estropeen y ser completamente neutros a las características de color, al tacto y al olor.

Componentes

Los componentes de los recubrimientos comestibles incluyen lípidos, proteínas, polisacáridos o una mezcla de ellos. Los lípidos utilizados en las formulaciones de recubrimiento incluyen ceras, resinas, ácidos grasos y glicéridos; las proteínas incluyen caseína, proteína de soja, gelatina, salvado de trigo, queratina, maíz, proteína de suero, y los polisacáridos más utilizados son el almidón modificado, la amilosa y la resina (Guamán, 2019). Además de estos materiales, se añaden plastificantes, emulsionantes y otros aditivos para optimizar las propiedades físicas y funcionales del recubrimiento. Dichos compuestos tienen diferentes mecanismos de formación de recubrimientos: fuerzas intermoleculares, interacciones electrostáticas, iónicas e hidrofóbicas (Morán, 2021). A continuación, se detallan los componentes de recubrimiento.

Lípidos, los recubrimientos que contienen lípidos son hidrofóbicos, lo que protege a la fruta de la deshidratación directa, reduce la transmisión de vapor de agua y aumenta el brillo del producto, pero tienen malas propiedades mecánicas, es decir, forman recubrimientos gruesos y frágiles debido a la tensión superficial. Por ello, es necesario mezclarlos con otros compuestos (Taffur, 2019). Las ceras son los lípidos más utilizados en la producción de recubrimientos alimentarios, son ésteres de ácidos orgánicos con alcoholes grasos de cadena larga; además, su posición polar reduce la permeabilidad al vapor de agua, son rígidas a temperatura ambiente y su polimorfismo afecta a las propiedades funcionales del recubrimiento.

Proteínas: Los revestimientos que contienen proteínas son duros y frágiles debido a la interacción de los enlaces de hidrógeno en las cadenas de proteínas (Naspud, 2020). La ventaja de utilizar proteínas en los recubrimientos es que proporcionan mayor resistencia y reducen la difusión de los gases O₂ y CO₂, mientras que la desventaja es que tienen una baja barrera a la pérdida de agua.

Polisacáridos, los polisacáridos confieren al revestimiento buenas propiedades mecánicas y estructurales, como la integración y la flexibilidad, pero son menos resistentes a los daños causados por el agua y forman membranas opacas y frágiles. Forman una buena barrera contra los gases (O₂ y CO₂) e impiden la migración de perfumes y lípidos (Espinoza & García, 2021). El almidón es el polisacárido más utilizado en las formulaciones de recubrimiento porque forma una buena matriz estructural y es más rentable que otros materiales, pero además de formar un recubrimiento adecuado, requiere la adición de un plastificante. El almidón es un hidrato de carbono compuesto por polímeros de almidón lineales de cadena recta y polímeros de almidón ramificados de cadena recta. Ambos son polímeros de la glucosa, pero el almidón de cadena recta es más importante porque forma cintas con buenas propiedades mecánicas.

Plastificante, estos compuestos añaden flexibilidad y elasticidad al revestimiento al aumentar la flexibilidad de la cadena de polímeros. Los plastificantes pueden interferir con las moléculas del polímero y, por tanto, con la boca, ya que la incorporación de plastificantes altera muchas propiedades mecánicas, como la elasticidad, la resistencia a la humedad y los módulos de transmisión de gases (Mikolaiczik, 2020). El tipo y la cantidad de plastificantes utilizados para determinar la relación de gelificación de la membrana son muy importantes. El glicerol es un plastificante hidrófilo, por lo que le interesa la humedad, pero tiene otras ventajas, como el aumento del brillo del recubrimiento, el control de la plasticidad del mismo y la reducción de la complejidad y el peso.

Aditivo. Los aditivos más comunes son los antimicrobianos, las vitaminas, los antioxidantes, los nutrientes, los aromatizantes y los colorantes, pero los más destacados son los plastificantes y los emulsionantes (Larrea, Elaboración y control de calidad de un suplemento alimenticio en polvo a base de uvilla (*Physalis peruviana*) y guayaba (*Psidium guajava*), 2021). Los aditivos contribuyen a las excelentes propiedades de rendimiento, organolépticas, nutricionales y cualitativas que confieren al recubrimiento la calidad de un envase activo. Los aditivos añadidos deben ser compatibles y homogéneos con los demás componentes del recubrimiento y todos estos elementos deben ser seguros para los alimentos.

Los emulsionantes son surfactantes que, debido a su naturaleza afluorativa, contribuyen a la formación de emulsiones, es decir, reducen la presión superficial entre los lípidos y el agua (Larrea, 2021). El uso de emulsionantes es deseable para un recubrimiento estable, pero no es necesario para los recubrimientos proteicos.

Propiedades de variables

Propiedades físicas

Las propiedades físicas de la uvilla (*Physalis peruviana*), evidencia una pérdida de peso, los datos de la fruta se dan por separado para la fruta con cubierta y sin cubierta. Debido a las diferencias de calidad física (peso y volumen); a continuación, se muestra un ejemplo donde se dividieron en dos lotes de 50 frutos cada uno, y queda en evidencia la pérdida de peso.

Tabla 1

Pérdida de peso y volumen

Parámetro	Grupo	Frutos con capuchón	Frutos sin capuchón
Peso (g)	1	5,26 ± 0,32	4,30 ± 0,41
Peso (g)	2	6,58 ± 0,44	5,61 ± 0,42
Peso (g)	1	4,44 ± 0,27	5,72 ± 0,49
Volumen (cm ³)	2	5,46 ± 0,55	7,62 ± 0,68

Nota. La tabla representa la pérdida de peso y volumen de la uvilla. Tomado de: (Vinueza, 2017)

La tabla 2, muestra los valores obtenidos para las características físicas de las uvillas en un ejemplo efectuado, bajo un proceso de investigación. Se dan datos sobre los parámetros fcc y fsc, como la densidad, la longitud y el diámetro.

Tabla 2

Pérdida de longitud, densidad, diámetro

Parámetro	Frutos con capuchón	Frutos sin capuchón
Densidad (g/cm ³)	0,89 ± 0,04	1,00 ± 0,07
Longitud (cm)	4,99 ± 0,39	2,48 ± 0,12
Diámetro (cm)	3,52 ± 0,30	2,45 ± 0,15

Nota. La tabla representa la pérdida de longitud, densidad, diámetro de la uvilla. Tomado de: (Vinueza, 2017)

La relación entre el peso y firmeza es inversamente proporcional; el FSC es menor que el FCC y, por tanto, más denso, y viceversa. En el caso de los FCC, la relación longitud/diámetro es de 1,41, lo que significa que tienen una forma extensiva. A diferencia de las FSC, que tienen forma circular, la relación longitud/diámetro es de 1,01. La firmeza media de las uvillas es de $1,49 \pm 0,10$ N; estos valores están en consonancia con el valor dado, ya que obtuvo 1,46 N para las uvillas.

Propiedades químicas

La uvilla se considera una fruta no autóctona y se procesa para obtener productos con propiedades organolépticas: bebidas, mermeladas, ungüentos, néctar, salsas, deshidratados, confituras, jarabes, virales, vino, yogur, dulces, helados, etc (Cabascango, 2019). A continuación, se muestra las características químicas de la uvilla.

- Humedad (%): 81,26
- Azúcares totales (%): 12,26
- Fructosa (%): 2,70
- Glucosa (%): 2,63
- Sacarosa (%): 3,44
- Polifenoles totales (mg/g): 0,56
- Carotenoides totales ($\mu\text{g/g}$): 478,95
- Cenizas (%): 1,00
- pH: 3,74
- Acidez titulable (% ácido cítrico): 1,26
- Sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix): 13,80
- Vitamina C (mg/100 g): 18,44

Propiedades organolépticas

La uvilla (*Physalis peruviana*), se caracteriza por su color, sabor y textura. Como ya se ha descrito, la uvilla es una fruta redonda envuelta en una piel de azafrán y papel. Se trata de un

caupí ceroso de piel blanda que, cuando está maduro, se vuelve naranja como un tomate, pero tiene una piel gruesa (González, Herrera, & Peralta, 2020). La arena es amarilla en su interior, su textura pasa de arenosa a blanda y puede tener un sabor dulce y subcutáneo, mientras que la piel exterior es blanda y húmeda. Las características organolépticas de la uvilla hacen que sea una fruta sabrosa y versátil que, gracias a su sabor dulce y profesional, puede utilizarse en platos fríos y calientes como ensaladas y postres.

Programa estadístico R studio

El programa estadístico R studio, es un software libre para la investigación estadística y gráfica. Por lo tanto, se puede descargar y utilizar sin ninguna dificultad. En otras palabras, el programa estadístico R studio, se ha hecho popular porque es fácil de aprender en comparación con otros lenguajes de programación, y porque los modelos prototípicos son muy rápidos y se pueden reproducir o crear con resultados bastante buenos (Acal, Montero, & Femia, 2021). Otra característica es que compartir el código es más o menos fácil. Esto hace posible que los investigadores de todo el mundo puedan apoyar sus investigaciones. El programa estadístico R studio, es un entorno de desarrollo integrado, para el lenguaje de programación R, especialmente para la computación estadística y los gráficos.

Incluye una consola, un editor de sintaxis para crear código y herramientas específicas. Hay muchas razones para utilizar R studio, pero la más importante es esta última. Es un lenguaje estadístico bastante habitual porque permite presentar los datos de forma inmediata y precisa. Es fácil automatizar, ilustrar, leer o trabajar con datos de forma automática y crear scripts para el procesamiento automatizado de forma continua (Pineda, Miranda, Hernández, & Rodríguez, 2021); puede utilizarse para leer casi cualquier tipo de datos; es parcialmente compatible con el conjunto de datos del recordatorio; es gratuito; dispone de funciones gráficas avanzadas, por lo que se pueden crear gráficos y tablas de información para hacer atractivos los resultados.

Funciona en la mayoría de las plataformas, mejora constantemente sus características porque tiene una empresa mucho más grande detrás que desarrolla nuevos recursos, corrige errores y documenta lo más importante.

Análisis ANOVA

El análisis de varianza ANOVA, también conocido como análisis factorial, que es una herramienta básica para comprender el efecto de una o más fuentes (cada una de las cuales tiene dos o más niveles) sobre una variable continua. Por lo tanto, esta prueba estadística debe utilizarse cuando se compara la media de dos o más series. Además, este método también puede utilizarse para investigar el posible efecto de las fuentes en la propagación de las fuentes de las variables (Valarezo, 2020). La nulidad esencial de los diferentes tipos de análisis ANOVA, es que la moda de las variables en estudio sea equivalente en todos los grupos, y el incentivo es que al menos 2 de las modas sean bastante diferentes. El ANOVA permite la comparación entre distintas modalidades, pero lo hace mediante la comprobación de las diferencias.

La funcionalidad básica de ANNOBHA se basa en el cálculo de las medias de cada grupo y, a continuación, en la comparación de las diferencias de estas medias (diferencias explicadas por las diferencias dentro del grupo) mediante la división de la diferencia de las medias de cada grupo (no por las diferencias dentro del grupo, sino por las diferencias entre los grupos) (Gómez, Torres, García, & Herrera, 2019). Partiendo de la base de que el escenario de las diferentes vías es igual a la diferencia media entre las vías de cada grupo (con la misma subordinación y diferencia), se pondera la diferencia de las vías. A medida que los trayectos entre conjuntos se separan más, la diferencia entre conjuntos aumenta y la separación de los trayectos dentro de un conjunto deja de ser uniforme.

Capítulo III

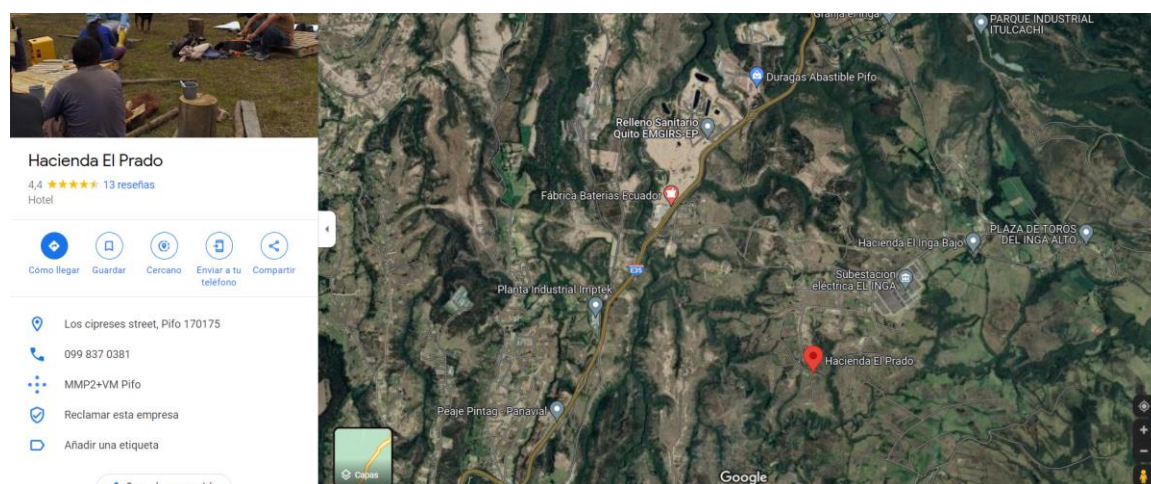
Metodología

Área de estudio

El estudio se realizará 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
- Uvillas sin capuchón.
- Recubrimientos Comestibles:
- Recubrimiento 1: 3% Aloe vera, 1 % cera de carnauba, 4% (p/p) de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5%(p/p) de glicerol
- Recubrimiento 2: 2% Aloe vera, 1,5 % cera de carnauba, 3% (p/p) de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5 %(p/p) de glicerol.
- Recubrimiento 3: 3% Aloe vera, 2% cera de carnauba, 4% (p/p) de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5%(p/p) de glicerol

Métodos

Preparación de recubrimientos comestibles

Preparación de Gel de Aloe vera

La sábila (Aloe vera) se compró en el Supermaxi del Centro Comercial San Luis, las hojas se lavan y se desinfectan con hipoclorito de sodio a 50 ppm por 5 minutos, la piel se la separa del gel mucilaginoso por medio de un cuchillo, el gel se licua, se filtra y se lo estabiliza a un ph de

5,8 con ácido cítrico para disminuir el pH o bicarbonato de sodio para elevar. Después se procede a calentar a baño maría por 5 minutos a una temperatura de 85°C.

Preparación de cera de carnauba

Se funde la cera de carnauba en 200 ml de agua destilada con la adición de 4 gramos (0,4%) de tween 80 como emulsificante a baño maría a 85°C por unos 45 minutos con movimiento constante hasta alcanzar su punto de fusión.

Preparación de almidón de yuca

El almidón de yuca se lo pesa según la concentración establecida, para la concentración al 4 % se pesa 40 gramos y se diluye en agua destilada en 700ml aprox. Con la adición de glicerina como plastificante al 2,5 % (25 gramos para 1000ml) a baño maría por 5 minutos hasta su espesor a 85°C.

Fusión de preparaciones

Se realiza la fusión de las preparaciones aún calientes, con agitación constante añadiendo la preparación del aloe vera en la preparación del almidón de yuca, y luego se adiciona la preparación de la cera de carnauba. Se agita por 10 minutos constantemente.

Aplicación de recubrimiento

Se desinfecta la fruta antes de aplicar el recubrimiento con hipoclorito de sodio a 50 ppm. Dejándola secar.

El método de aplicación del recubrimiento será el de inmersión, donde cada una de las muestras se introduce en bandejas de aluminio que contienen 1000ml de la solución durante 1 min.

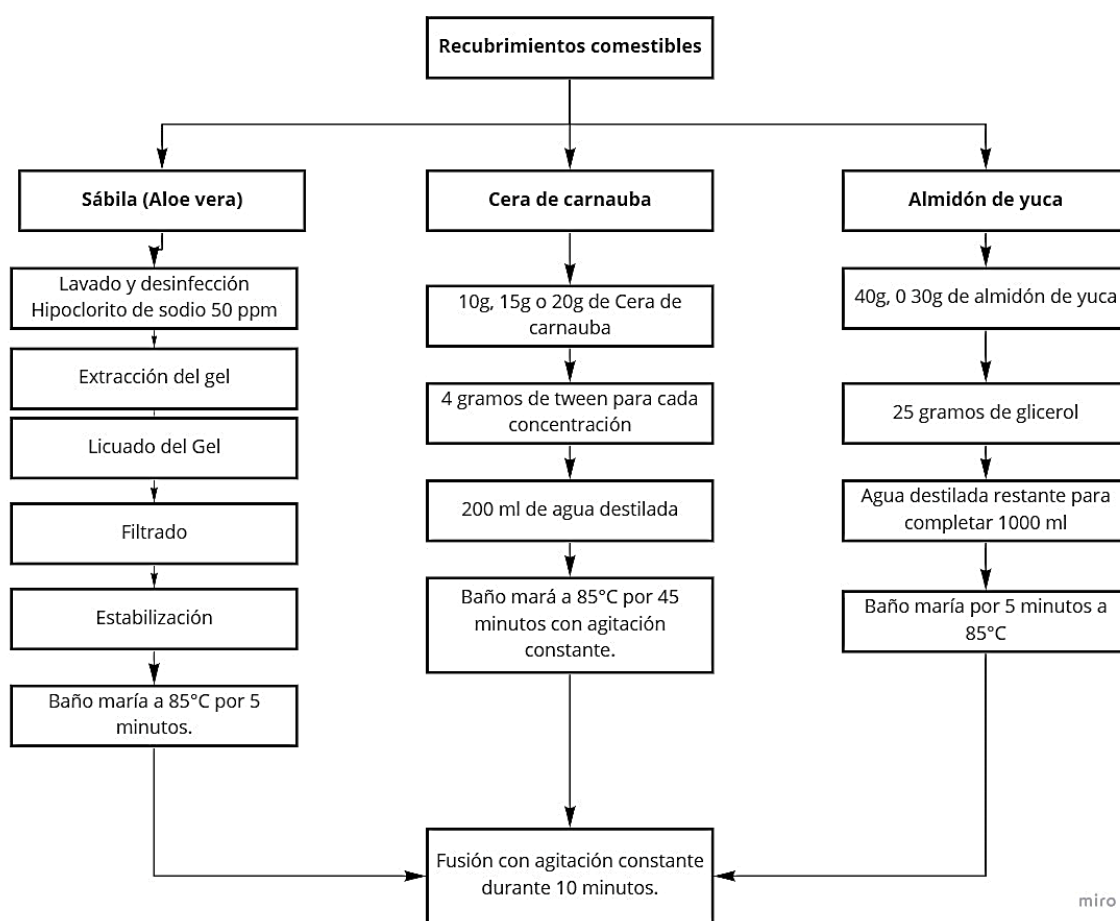
Posteriormente, las muestras son llevadas a una cámara climática a 20°C y 25% de H.R. durante 30 min para secado.

Almacenamiento

Ya frías las uvillas con el recubrimiento se almacenan a una temperatura de 7°C para su posterior control en la toma de datos para determinar el tiempo de vida útil durante un periodo de 30 días. Almacenamiento de uvillas en envases de polietileno tereftalato con perforaciones.

Figura 2

Recubrimiento comestible a diferentes concentraciones



Nota. La figura representa el Proceso para la elaboración del recubrimiento comestible a diferentes concentraciones. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Metodología utilizada para cada variable de respuesta

Cada variable se midió al primer, quinto, décimo y quinceavo día después de montar el experimento.

Variable tiempo de vida útil

Se determinó el tiempo de vida útil utilizando el modelo lineal propuesto por (Labuza, 1982) ecuación cinética de primer orden

Ecuación: $A = A_0 e^{-kt}$

Donde:

- A: calidad al tiempo t
- A_0 : calidad al tiempo inicial
- k: constante de la reacción

Linealizando la ecuación se tiene

- $\ln A = \ln A_0 - kt$

El tiempo de vida útil podría obtenerse despejando t:

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

Variable pérdida de peso (%)

Se pesaron por medio de una balanza analítica dos uvillas de cada tratamiento y repetición; las cuales se las seleccionaron previamente, marcándolas con una "P" con marcador permanente para que sean tomados los datos de peso de esas mismas uvillas todos los días establecidos.

Variable firmeza (KgF)

Se utilizó el equipo penetrómetro, retirando primero con un estilete la piel de la uvilla e introduciendo el aparato encerado previamente, el valor resultante fue tomado en las unidades de kilogramos de fuerza (KgF)

Variable pH

Se pesó 25 gramos de fruta, los cuales se colocaron en una probeta y se aforó hasta 250 ml, todo ello se licuó y se filtró. En un vaso de precipitación se colocó la muestra obtenida, se introdujo el pH-metro previamente calibrado, se esperó 45 segundos aproximadamente y se obtuvo el valor.

Variable sólidos solubles (°Brix)

Se extrajeron dos gotas de la uvilla seleccionada y se colocaron en el brixómetro digital previamente lavado con agua destilada y bien seco. Se toma el valor dispuesto por el equipo.

Variable acidez (% de ácido cítrico)

Se tomó una muestra de uvillas que pesen 25 gramos, las cuales se colocaron en una probeta y se aforó hasta 250 ml, todo ello se licuó y se filtró. Se tomaron 25 gramos del jugo resultante, se añadió 3 gotas de fenolftaleína y se procede a realizar la titulación con el hidróxido de sodio. Luego el dato obtenido se lo transforma a % de ácido cítrico con la siguiente fórmula:

$$\%Acidez = (A*B*C)*100/D$$

Donde:

A: ml de NaOH utilizados

B: peso equivalente del ácido dominante

C: normalidad del NaOH

D: peso de la muestra a analizar

Variable índice de madurez (°Brix / % ácido cítrico)

Se obtuvo de la relación entre el valor mínimo de los sólidos solubles totales y el valor máximo de la acidez titulable: Índice de madurez = Sólidos solubles/ Acidez titulable.

Variable color (ΔE)

Se elaboró una caja negra en la que entrara el celular y la muestra de uvilla para tomar captación visual con el programa color lab. Con la aplicación "Color LAB" se tomó una foto de la uvilla señalada para cada tratamiento. Cabe recalcar que la foto se la tomó dentro de una caja negra, con el flash del celular y siempre a la misma uvilla para que no exista variación en los datos. Esta aplicación arroja los números que define el color lab exacto de la uvilla. Después se utilizó la fórmula de Delta E lo que se define como la diferencia entre dos muestras de color:

$$\Delta E^* = ((L^*1-L^*2)^2 + (a^*1-a^*2)^2+(b^*1-b^*2)^2)^{1/2}$$

Donde:

L: Claridad

A: Coordenadas rojo/verde

B: Coordenadas amarillo/azul.

Variable porcentaje de fruta deteriorada por mohos (% Eficacia)

Se contabilizó el porcentaje de fruta con podredumbres y se determinó la eficacia del recubrimiento sobre la fruta con la siguiente fórmula: Eficacia= (% de podridos en el control - % de podridos en la fruta tratada) /(% de podridos en el control).

Diseño experimental

El diseño experimental es de un solo factor DCA. Se formaron lotes de 25 unidades de fruta para cada tratamiento, es decir se necesitarán 300 uvillas.

Se realizarán 3 recubrimientos de diferentes concentraciones (R1, R2, R3) más un testigo sin recubrimiento (R0) con 3 repeticiones, es decir 12 tratamientos. Todo ello a 7°C de temperatura.

$$4 \times 3 = 12 \text{ tratamientos a } 7^{\circ}\text{C}$$

$$4 \times 3 = 12 \text{ tratamientos a temperatura ambiente}$$

Modelo aplicable a un diseño experimental de un solo factor:

$$y_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

y_{ij} = Es la i-ésimo respuesta experimental obtenido en el j-ésimo tratamiento.

μ = Promedio global para todos los tratamientos

τ_j = Efectos del k-ésimo tratamiento

ε_{ij} = Error aleatorio presente en la i-ésima observación del j-ésimo tratamiento

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 evaluado a 7°C

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

- Tratamiento 0: Control, uvillas sin recubrimiento comestible.
- Tratamiento 1: 3% Aloe vera, 1 % cera de carnauba, 4% (p/p) de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5%(p/p) de glicerol
- Tratamiento 2: 2% Aloe vera, 1,5 % cera de carnauba, 3% (p/p) de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5 %(p/p) de glicerol.
- Tratamiento 3: 3% Aloe vera, 2% cera de carnauba, 4% (p/p) de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5%(p/p) de glicerol.

Capítulo IV

Resultados y Discusión

Resultados

Vida útil con respecto a la pérdida de peso (%)

Tabla 3

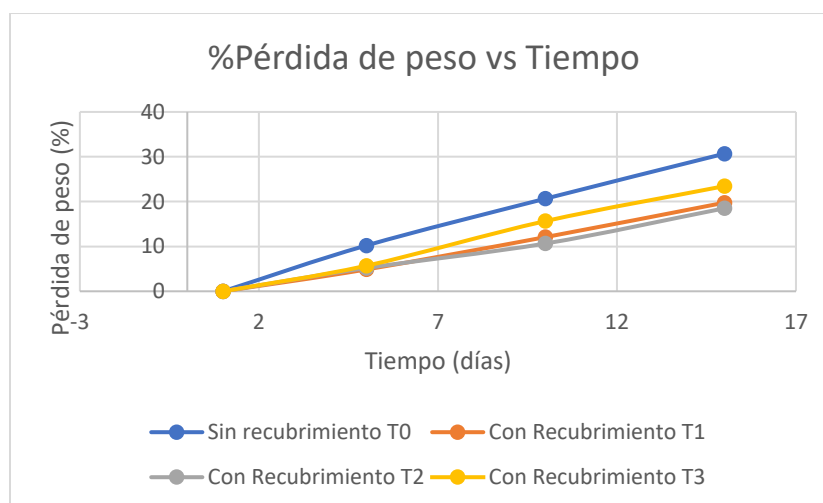
Promedio del porcentaje de pérdida de peso

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

Nota. La tabla representa los datos promedio del porcentaje de pérdidas de peso de las 3 repeticiones de cada tratamiento en almacenamiento a 7°C. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Figura 3

Datos promedio del porcentaje de pérdida de peso



Nota. La figura representa los datos promedio del porcentaje de pérdida de peso de las 3 repeticiones de cada tratamiento en almacenamiento a 7°C. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Tabla 4

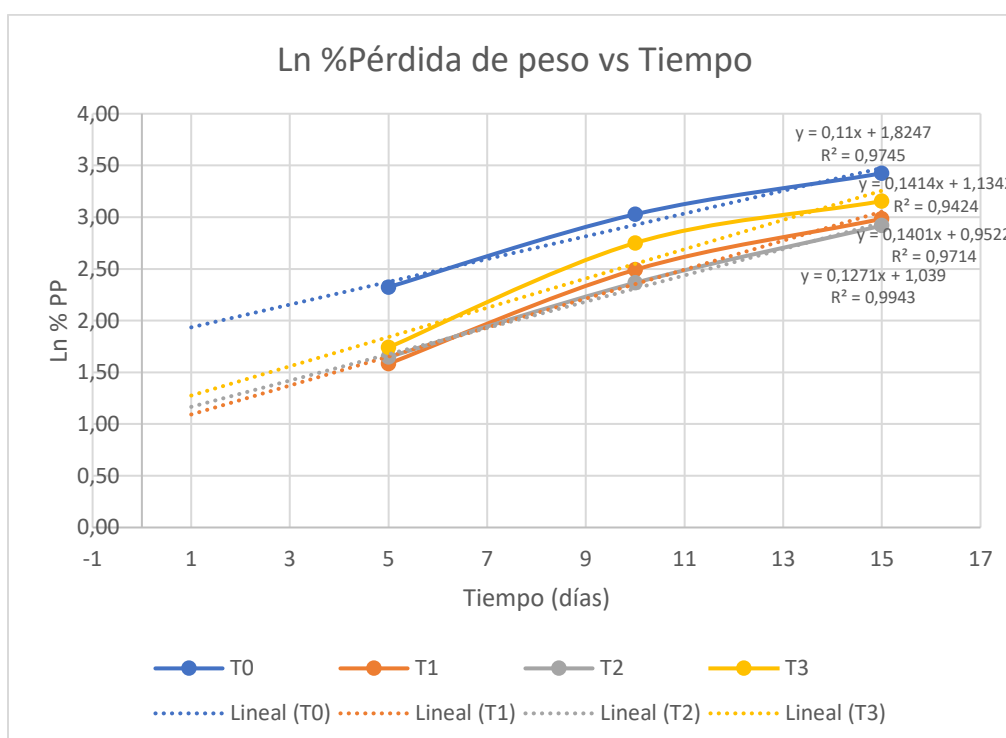
Logaritmo natural de los datos promedio de las 3 repeticiones

Tiempo (días)	T0	T1	T2	T3
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	$y = 0,11x + 1,8247$ $R^2 = 0,9745$	$y = 0,1401x + 0,9522$ $R^2 = 0,9714$	$y = 0,1271x + 1,039$ $R^2 = 0,9943$	$y = 0,1414x + 1,1342$ $R^2 = 0,9424$

Nota. La tabla representa 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. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Figura 4

Logaritmo natural de los datos promedio de las 3 repeticiones



Nota. La figura representa 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. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Cuando las muestras tienen pérdidas del 10% del peso fresco desaparece la frescura de las frutas como también de los vegetales (Burg, 2004). Al igual que en los resultados de (Muñoz, y otros, 2017), se reporta que una pérdida del 10% en peso indica no aceptabilidad del producto. Aceptando el 10 % como límite de aceptación de porcentaje de pérdida de peso, se realizan los siguientes cálculos con la ecuación cinética para la vida útil, $\ln A = \ln A_0 \pm kt$ (Labuza, 1982)

T0

$$\ln(10) = 1,8247 + 0,11 t$$

$$t = (\ln 10 - 1,8247) / 0,11$$

$$t = 4,34 = 4 \text{ días}$$

T1

$$\ln(10) = 0,9522 + 0,1401 t$$

$$t = (\ln 10 - 0,9522) / 0,1401$$

$$t = 9,64 = 10 \text{ días}$$

T2

$$\ln(10) = 1,039 + 0,1271 t$$

$$t = (\ln 10 - 1,039) / 0,1271$$

$$t = 9,94 = 10 \text{ días}$$

T3

$$\ln(10) = 1,1342 + 0,1414 t$$

$$t = (\ln 10 - 1,1342) / 0,1414$$

$$t = 8,26 = 8 \text{ días}$$

Tabla 5*Tiempos máximos de vida útil de la uvilla*

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

Nota. La tabla representa tiempos máximos de vida útil de la uvilla con respecto a la aceptabilidad límite del 10 % de pérdida de peso. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Con respecto al porcentaje de pérdida de peso se puede observar en la figura 20 un incremento en el porcentaje pérdida de peso conforme pasa el tiempo, el T0 (control) presentó más porcentaje de pérdida de peso con respecto a los tratamientos. Al realizar las ecuaciones cinéticas de primer orden dada por Labuza (1982) se obtuvo los tiempos máximos de vida útil con respecto a la pérdida de peso que sufrieron las uvillas considerando el límite de aceptación del 10%, citado en (García & Villarruel, 2019). Entonces para el control (T0) las uvillas tienen un tiempo de vida útil hasta los 4 días en comparación a los demás tratamientos, los cuales alargan la vida útil de las uvillas a más del doble del control; con días de hasta 9,64 9,94 y 8,26 de los tratamientos 1,2 y 3 respectivamente; siendo así el tratamiento 2 (2% Aloe vera, 1,5 % cera de carnauba, 3% (p/p) de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5 %(p/p) de glicerol) el más efectivo ya que alarga la vida útil de las uvillas hasta 10 días (Tabla 21). Es evidente el efecto positivo del recubrimiento dado que el límite de aceptabilidad comercial se incrementa al doble al testigo.

Vida útil con respecto a la firmeza (gF)

Tabla 6

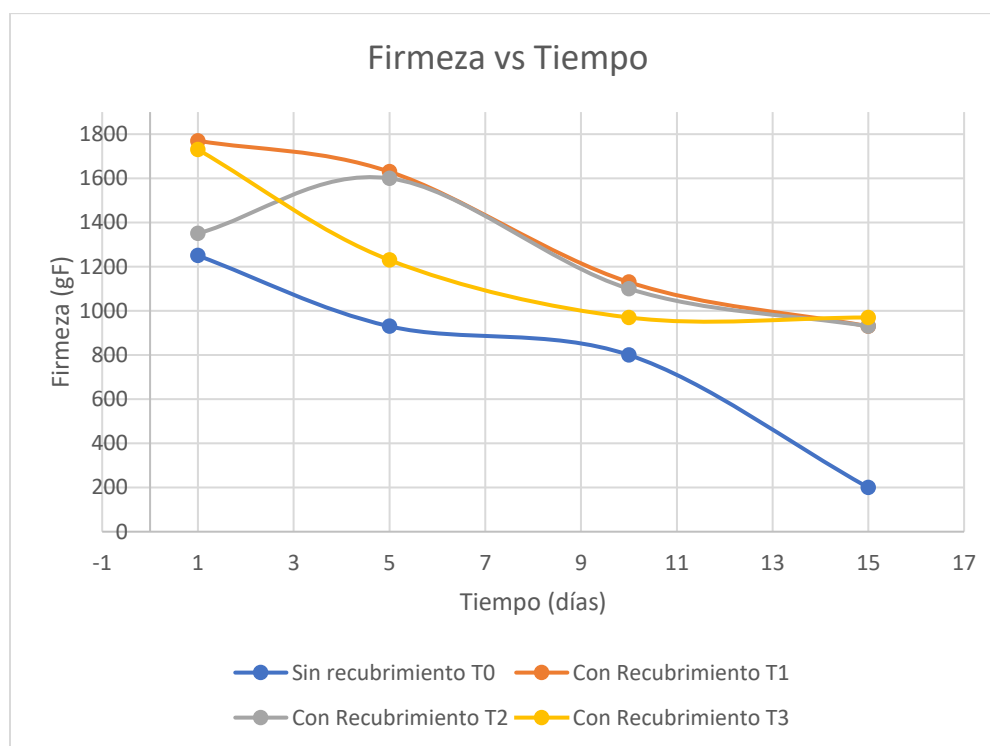
Datos promedio de la firmeza (gF) de las 3 repeticiones

Tiempo (Días)	T0	T1	T2	T3
1	1250	1770	1350	1730
5	930	1630	1600	1230
10	800	1130	1100	970
15	200	930	930	970

Nota. La tabla representa datos promedio de la firmeza (gF) de las 3 repeticiones de cada tratamiento en almacenamiento a 7°C. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Figura 5

Representación gráfica de datos promedio de la firmeza (gF)



Nota. La figura representa los datos promedio de la firmeza (gF) de las 3 repeticiones de cada tratamiento en almacenamiento a 7°C. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Tabla 7

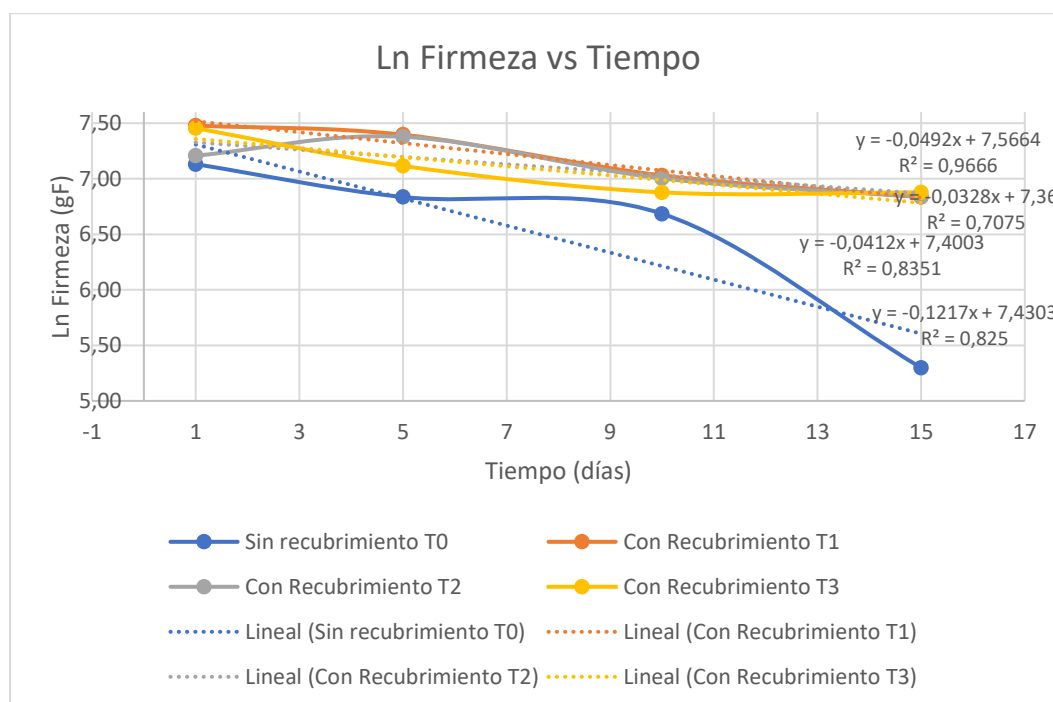
Logaritmo natural de los datos promedio de las 3 repeticiones

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	$y = -0,1217x + 7,4303$ $R^2 = 0,825$	$y = -0,0492x + 7,5664$ $R^2 = 0,9666$	$y = -0,0328x + 7,36$ $R^2 = 0,7075$	$y = -0,0412x + 7,4003$ $R^2 = 0,8351$

Nota. La tabla representa el 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). Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Figura 6

Representación gráfica del logaritmo natural



Nota. La figura representa el 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).. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Es importante la firmeza en el fruto ya que la misma identifica la frescura de los alimentos, en especial el de la uvilla, por lo tanto, el límite del parámetro de firmeza es de 410 gF, el cual marca el término de aceptabilidad y conservación de sus características sensoriales (Fernández & Besada, 2020). Tomando en cuenta el límite de aceptación de firmeza de 410 gF, se realizan los siguientes cálculos con la ecuación cinética de Labuza (1982): $\ln A = \ln A_0 \pm kt$

T0

$$\ln (10) = 7,4303 - 0,1217 t$$

$$t = (\ln 10 - 7,4303) / (-0,1217)$$

$$t = 11,62 = 12 \text{ días}$$

T1

$$\ln (10) = 7,5664 - 0,0492 t$$

$$t = (\ln 10 - 7,5664) / (-0,0492)$$

$$t = 31,51 = 32 \text{ días}$$

T2

$$\ln (10) = 7,36 - 0,0328 t$$

$$t = (\ln 10 - 7,36) / (-0,0328)$$

$$t = 40,97 = 41 \text{ días}$$

T3

$$\ln (10) = 7,4003 - 0,0412 t$$

$$t = (\ln 10 - 7,4003) / (-0,0412)$$

$$t = 33,60 = 34 \text{ días}$$

Tabla 8*Tiempo máximo de vida útil de la uvilla*

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

Nota. La tabla representa el tiempo máximo de vida útil de la uvilla con respecto a la aceptabilidad límite de firmeza de 410 gF. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Con respecto a la variable de firmeza se puede observar en la figura 21 un decrecimiento de firmeza conforme pasa el tiempo, el T0 (control) presentó más ablandamiento de la uvilla con respecto a los tratamientos los cuales mantuvieron por más tiempo la firmeza. Al realizar las ecuaciones cinéticas de primer orden dada por Labuza (1982) se obtuvo los tiempos máximos de vida útil con respecto a la variable de firmeza considerando el límite de aceptación de 410 gramos de fuerza. Entonces para el control (T0) las uvillas tienen un tiempo de vida útil hasta los 12 días en comparación a los demás tratamientos, los cuales alargan la vida útil de las uvillas a más del triple del control; con días de 32, 41 y 34 días, de los tratamientos 1,2 y 3 respectivamente; siendo así el tratamiento 2 el más efectivo ya que alarga la vida útil de las uvillas hasta 41 días con respecto a su firmeza (Tabla 22). Es evidente el efecto positivo del recubrimiento dado que el rango aceptable se incrementa para más tiempo.

Resultados de las variables en el programa estadístico R Studio

Pérdida de peso

Estadística descriptiva

Tabla 9

Cálculo de Medias, desviaciones estándar y varianzas

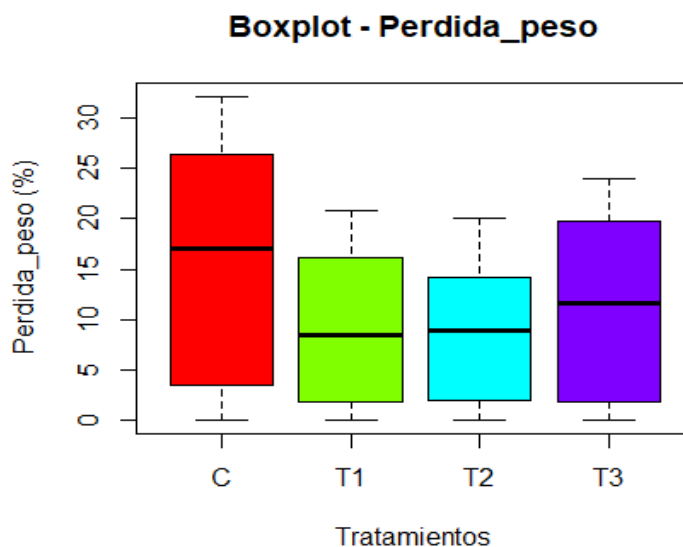
Factor	C	T1	T2	T3
Media	15.38	9.18	8.58	11.20
Desviación Estándar	12.16	7.84	7.22	9.48
Varianza	147.83	61.41	52.13	89.85

Nota. La tabla representa el cálculo de medias, desviaciones estándar y varianzas. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la tabla 2 se muestran las medias de los diferentes tratamientos los cuales tienden a encontrarse más cerca de los resultados más probables del experimento aleatorio, siendo el T2 el mejor con el menor porcentaje de pérdida de peso. Las varianzas muestran la variación de los resultados respecto a los valores medios los cuales en el grupo control existe una elevada varianza con respecto a los tratamientos y de igual manera el T2 es el que mejor se comporta siendo con una variación menor

Figura 7

Boxplot de porcentaje de pérdida de peso

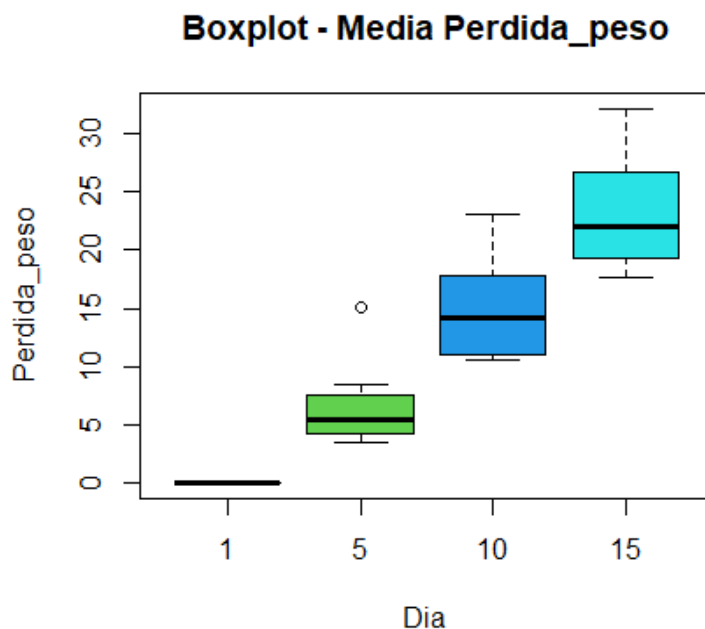


Nota. La figura representa el boxplot de porcentaje de pérdida de peso con respecto a los tratamientos a los 15 días a una temperatura de 7°C, tratamiento 2: 2% Aloe vera, 1,5 % cera de carnauba, 3% de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5 % de glicerol).
Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 7 se puede apreciar el porcentaje de pérdida de peso general de todos los días por cada tratamiento, existe mayor variación en el grupo control (media=15,38%) que en los tratamientos empleados, esto corrobora que la adición del recubrimiento comestible en los diferentes tratamientos si influye en disminuir el porcentaje de la pérdida de peso en las uvillas, el mejor tratamiento en el que se presenta menos variación es el T2 (2% Aloe vera, 1,5 % cera de carnauba, 3% de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5 % de glicerol) con una media de 8,58 % por lo tanto se lo considera el más óptimo.

Figura 8

Boxplot de la media de pérdida de peso (%)

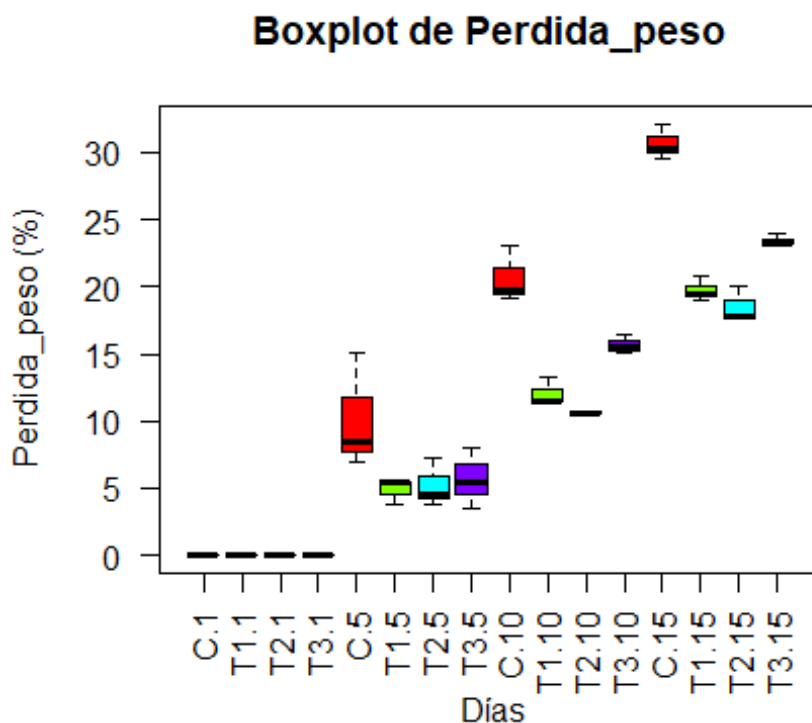


Nota. La figura representa el boxplot de la media de pérdida de peso (%) con respecto a los días 1, 5, 10 y 15 en que fueron tomados los datos. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 8, se encuentra la media de la pérdida de peso con respecto al tiempo, el cual demuestra el aumento de pérdida de peso conforme avanzan los días, ya que como respuesta fisiológica al almacenamiento postcosecha en refrigeración, la deshidratación o transpiración del fruto es evidente, considerando la permeabilidad de los recubrimientos las uvillas en todos los tratamientos el peso disminuyó gradualmente hasta alcanzar los 15 días.

Figura 9

Boxplot de la pérdida de peso de cada tratamiento



Nota. La figura representa el 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. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 9 se observa claramente la diferencia entre el control y los tratamientos, siendo el control el que más elevado tuvo el porcentaje de pérdida de peso durante el paso del tiempo llegando así hasta un aproximado de 30 % de pérdida de peso al día 15 mientras que los tratamientos con el recubrimiento comestible retrasaron la pérdida de peso llegando así solamente hasta un 20 % al día 15 aproximadamente. Y entre todos los tratamientos el óptimo fue el T2 el cual muestra una pérdida de peso del 18% a los 15 días de almacenamiento. Esto se da por la alta tasa de respiración que producen los furtos de uvillas generando un intercambio gaseoso y la transpiración lo cual está asociado a la pérdida de agua.

Estadística inferencial: análisis ANOVA

Tabla 10

Modelo 1

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	341	113.6	19.25	6.03e-08 ***
Día	3	3622	1207.2	204.59	< 2e-16 ***
Residuales	41	242	5.9		

Nota. La tabla representa el modelo 1 signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Modelo 2

Tabla 11

Modelo 2

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	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 ***
Residuales	32	78	2.4		

Nota. La tabla representa el modelo 2 signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el modelo 1 y 2 del análisis ANOVA existe interacción entre el día y el tratamiento. También varía la pérdida de peso por el transcurso del tiempo y también por la acción del recubrimiento comestible teniendo un alto nivel de significancia. Constatando el efecto positivo esperado del recubrimiento comestible.

Prueba de Tukey

Tabla 12

Análisis de la prueba de Tukey

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	341	113.59	1.294	0.288
Residuales	44	3863	87.81		

Nota. La tabla representa el análisis de la prueba de Tukey. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el análisis el p valor 0,288 es mayor al nivel de significancia, es decir que no existen diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 13

Pruebas simultáneas de Tukey

Factores pares	diff	lwr	upr	p adj
T1-C	-6.2075226	-16.421586	4.006541	0.3767290
T2-C	-6.8011539	-17.015218	3.412910	0.2974630
T3-C	-4.1832656	-14.397329	6.030798	0.6953000
T2-T1	-0.5936313	-10.807695	9.620432	0.9986482
T3-T1	2.0242570	-8.189807	12.238321	0.9515440
T3-T2	2.6178883	-7.596175	12.831952	0.9025164

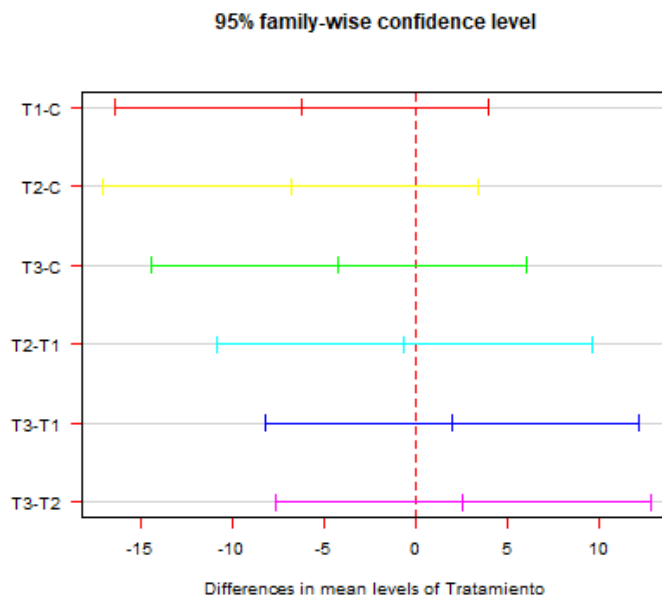
Nota. La tabla representa las pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias, el nivel de confianza individual = 95%. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Significado:

- diff: diferencia entre las medias de los dos grupos
- lwr, upr: el punto final inferior y superior del intervalo de confianza al 95% (predeterminado)
- p adj: valor de p después del ajuste para las comparaciones múltiples.

Figura 10

Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey



Nota. La figura representa los intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey, diferencia de las medias para C, T1, T2 y T3. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Los intervalos de confianza de todos los pares incluyen al cero, por lo tanto, las diferencias entre las medias no son estadísticamente significativas. Pero no existen suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula, por lo que se debería tomar más número de datos.

Tabla 14

Tamaño del efecto eta cuadrado

Fuente de variación	eta cuadrado	Parte de eta cuadrado
Tratamiento	0.08105541	0.5848277
Día	0.86140292	0.9373829

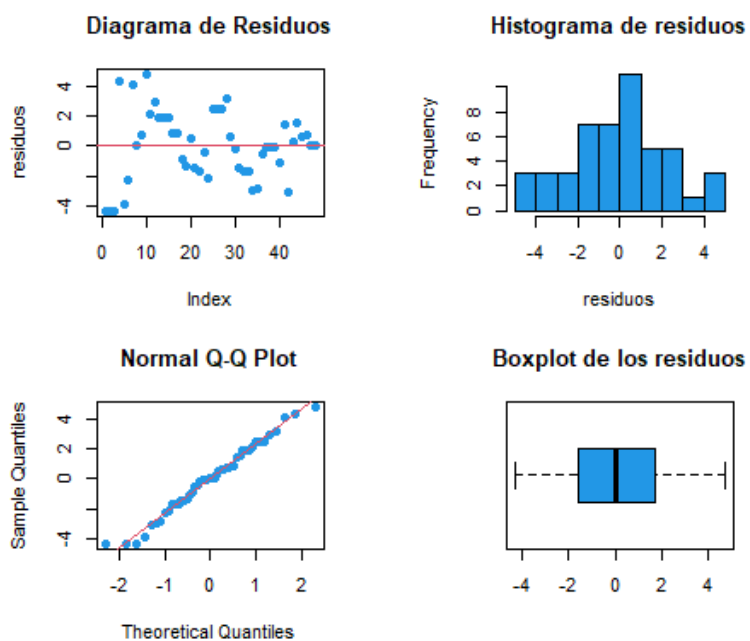
Nota. La tabla representa el tamaño del efecto eta cuadrado. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el tamaño del efecto obtenido aporta o influye más el tiempo en el que fue evaluado el experimento, pero el tratamiento con el recubrimiento comestible es un factor importante el cual modifica la vida útil mientras transcurre el tiempo, pero con un nivel de incertidumbre menor. Es decir que el 8 % de las diferencias encontradas entre los dos grupos se atribuye al efecto del tratamiento y el 86% al tiempo.

Análisis de Residuos

Figura 11

Gráficos de los residuos



Nota. La figura representa los diagramas, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Se analizaron los residuos mediante las gráficas anteriores y se evidencia media de cero, varianza constante, con distribución normal, en el diagrama de residuos al inicio la varianza es mayor y luego va disminuyendo, pero en los demás diagramas como el histograma, Q-Q Plot y boxplot los datos siguen una distribución normal, es decir el modelo está bien definido.

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 p-valor de 0,6596 el cual es mayor al nivel de significancia ($p \geq 0.05$) por lo tanto se acepta la hipótesis nula

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 ($p \geq 0.05$), aceptando la hipótesis nula. Y con un chi cuadrado de 0,01815209

Prueba de independencia

- HO: Los residuos son independientes - autocorrelación (Valor-p ≥ 0.05)
- H1: Los residuos no son independientes - autocorrelación (Valor-p < 0.05)

El p valor en la prueba de independencia arroja un resultado de 0,004 este es menor al nivel de significancia de 0,05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa siendo que los residuos no son independientes.

Firmeza

Estadística descriptiva

Tabla 15

Cálculo de medias, desviaciones estándar y varianzas

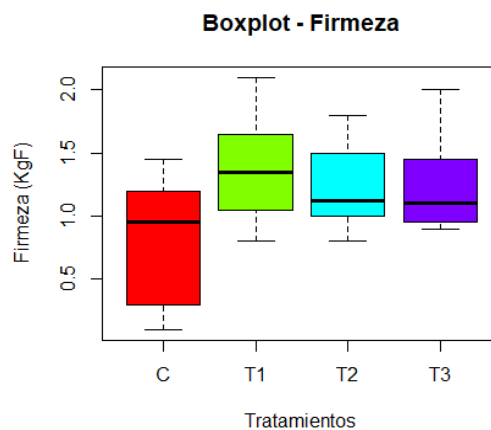
Factor	C	T1	T2	T3
Media	0.80	1.37	1.25	1.23
Desviación Estándar	0.48	0.40	0.33	0.35
Varianza	0,23	0,16	0.11	0.13

Nota. La tabla representa el cálculo de Medias, desviaciones estándar y varianzas. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Las medias de los diferentes tratamientos tienden a encontrarse más cerca de los resultados más probables del experimento aleatorio pero el grupo control realmente tiene una media alejada de los demás tratamientos, comprobándose así la eficacia de los recubrimientos sobre la firmeza de las uvillas, evitando así su ablandamiento, siendo el T1 el mejor con el mayor porcentaje de conservación de la firmeza. Las varianzas muestran la variación de los resultados respecto a los valores medios los cuales en el grupo control existe una elevada varianza con respecto a los tratamientos y el T2 es el que mejor se comporta con una variación menor.

Figura 12

Boxplot de firmeza (KgF)

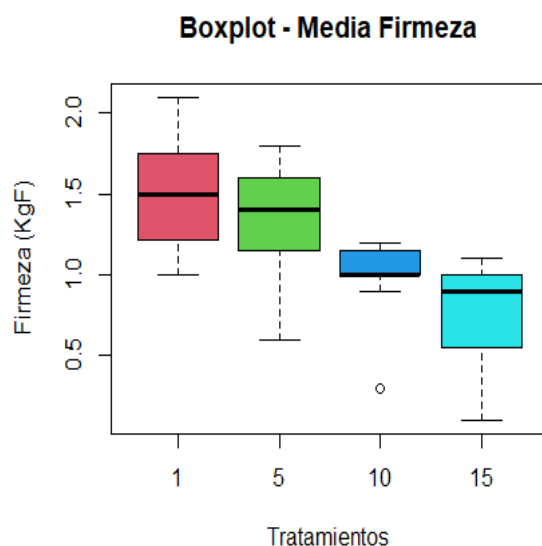


Nota. La figura representa el boxplot de firmeza (KgF) con respecto a los tratamientos a los 15 días a una temperatura de 7°C. Elaborado por la autora.

En la figura 12, se puede apreciar la firmeza general de todos los días por cada tratamiento, existe mayor variación en el grupo control (media=0,80 KgF) que en los tratamientos empleados, esto corrobora que la adición del recubrimiento comestible en los diferentes tratamientos si influye en controlar la firmeza en las uvillas, el mejor tratamiento en el que se presenta menos variación es el T1 con una media de 1,37KgF por lo tanto se lo considera el más óptimo ya que evitó el ablandamiento en comparación al grupo control.

Figura 13

Boxplot de la media de firmeza (KgF)

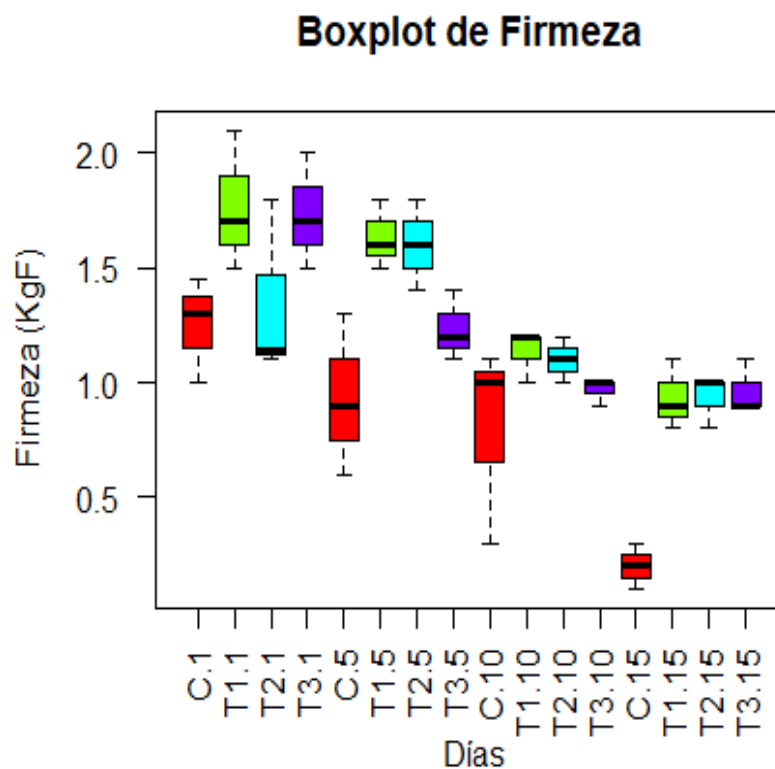


Nota. La figura representa el boxplot de la media de firmeza (KgF) de todos los tratamientos con respecto a los días 1, 5, 10 y 15 en que fueron tomados los datos. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 13, se encuentra la media de la firmeza (KgF) con respecto al tiempo, el cual demuestra el descenso de la firmeza conforme avanzan los días lo cual es un claro índice de maduración y va en camino a la senescencia.

Figura 14

Boxplot de la firmeza (KgF) de cada tratamiento



Nota. La figura representa el boxplot de la firmeza (KgF) de cada tratamiento con respecto al tiempo tomado al día 1, 5, 10 y 15 en almacenamiento de 7°C. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 14, se observa un descenso paulatino en la firmeza del fruto conforme avanza el tiempo o de almacenamiento, se observa en grupo control un cambio brusco del día 10 al día 15, llegando a tener una media por debajo del 0,5 KgF lo cual ningún tratamiento llega hasta esos bajos niveles, más bien al día 15 todos los tratamientos al parecer llegan a una firmeza estándar y no existen cambios bruscos. El tratamiento 2 y 3 en día 15 se mantienen parecidas sus medias como en el día 10.

Estadística inferencial: análisis ANOVA**Tabla 16***Modelo 1*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	2.241	0.7471	12.09	8.32e-06 ***
Día	3	4.268	1.4226	23.02	6.73e-09 ***
Residuales	41	2.533	0.0618		

Nota. La tabla representa el modelo 1 signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.'

0.1 '.' 1. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Tabla 17*Modelo 2*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	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
Residuales	32	1.701	0.0531		

Nota. La tabla representa el modelo 2. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el modelo 1 y 2 del análisis ANOVA existe efecto del tratamiento y del tiempo sobre los cambios de la firmeza.

Prueba de Tukey

Tabla 18

Análisis de la prueba de Tukey

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamientos	3	2.241	0.7471	4.833	0.00541 *
Residuales	44	6.801	0.1546		

Nota. La tabla representa el análisis de la prueba de Tukey. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el análisis el p valor 0,00541 es menor o igual al nivel de significancia, es decir que existen diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 19

Pruebas simultáneas de Tukey

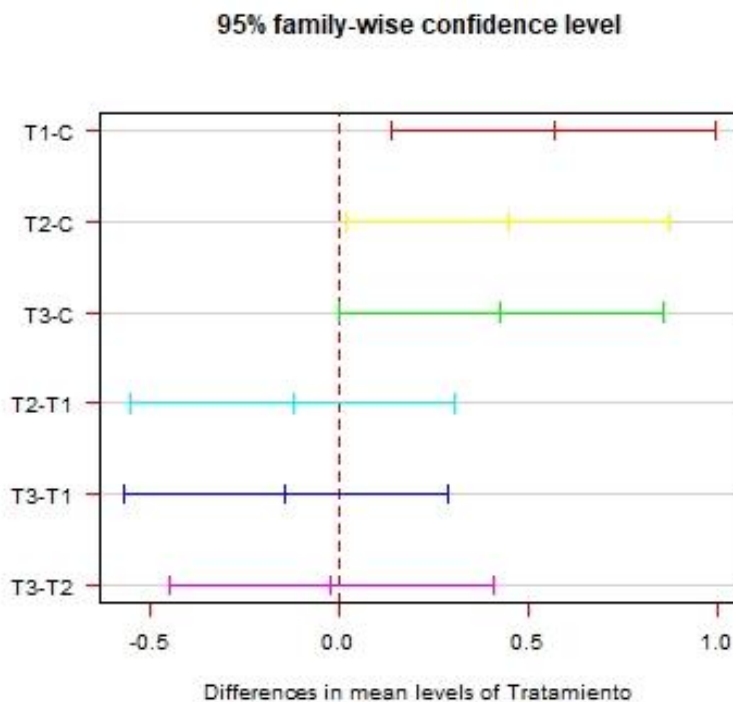
Factores pares	diff	lwr	upr	p adj
T1-C	0.5708333	0.1422957758	0.9993709	0.0048838
T2-C	0.4491667	0.0206291091	0.8777042	0.0367396
T3-C	0.4291667	0.0006291091	0.8577042	0.0495406
T2-T1	-0.1216667	-0.5502042242	0.3068709	0.8727284
T3-T1	-0.1416667	-0.5702042242	0.2868709	0.8138144
T3-T2	-0.0200000	-0.4485375575	0.4085376	0.9992976

Nota. La tabla representa las pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias de firmeza (KgF), el Nivel de confianza individual = 95%. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

- diff: diferencia entre las medias de los dos grupos
- lwr, upr: el punto final inferior y superior del intervalo de confianza al 95% (predeterminado)
- p adj: valor de p después del ajuste para las comparaciones múltiples.

Figura 15

Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey



Nota. La figura representa intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey, diferencia de las medias para C, T1, T2 y T3. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Los intervalos de confianza de los pares T2-T1, T3-T1 Y T3-T2 incluyen al cero, por lo tanto, las diferencias entre las medias no son estadísticamente significativas. Pero no existen suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula, por lo que se debería tomar más número de datos. Según el análisis de las pruebas simultáneas de Tukey se encontraron las diferencias de las medias de firmeza (KgF) específicamente entre el T1-C, T2-C y T3-C ya sus intervalos de confianza no incluyen a cero.

Tabla 20

Tamaño del efecto eta cuadrado

Fuente de variación	eta cuadrado	Parte de eta cuadrado
Tratamiento	0.2478644	0.4694285
Día	0.4719869	0.6275290

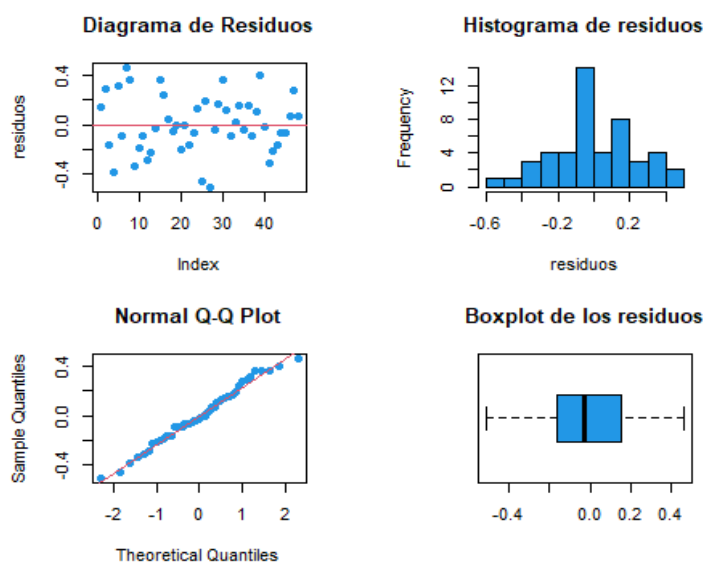
Nota. La tabla representa el tamaño del efecto eta cuadrado. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el tamaño del efecto obtenido aporta o influye más el tiempo en el que fue evaluado el experimento, pero el tratamiento con el recubrimiento comestible es un factor importante el cual modifica la firmeza mientras transcurre el tiempo, pero con un nivel de incertidumbre menor. Es decir que el 24,78 % de las diferencias encontradas entre los dos grupos se atribuye al efecto del tratamiento y el 47,19% al tiempo.

Análisis de Residuos

Figura 16

Diagrama, histograma-Q Plot y boxplot de residuos



Nota. La figura representa diagrama, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Mediante las gráficas anteriores se analizaron los residuos y se evidencia media de cero, varianza constante, con distribución normal, en el diagrama al inicio la varianza es mayor pero luego va disminuyendo. En los demás diagramas como el histograma, Q-Q Plot y boxplot los datos siguen una distribución normal, es decir el modelo está bien definido.

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 p-valor de 0,8078 el cual es mayor al nivel de significancia ($p \geq 0.05$) por lo tanto se acepta la hipótesis nula.

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 0.62983 ($p \geq 0.05$), aceptando la hipótesis nula. Y con un chi cuadrado de 0,2322855

Prueba de independencia

- HO: Los residuos son independientes - autocorrelación (Valor-p ≥ 0.05)
- H1: Los residuos no son independientes - autocorrelación (Valor-p < 0.05)

El p valor en la prueba de independencia arroja un resultado de 0,162 este es mayor al nivel de significancia de 0,05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula, diciendo así que los residuos son independientes

pH

Estadística descriptiva

Tabla 21

Cálculo de medias, desviaciones estándar y varianzas

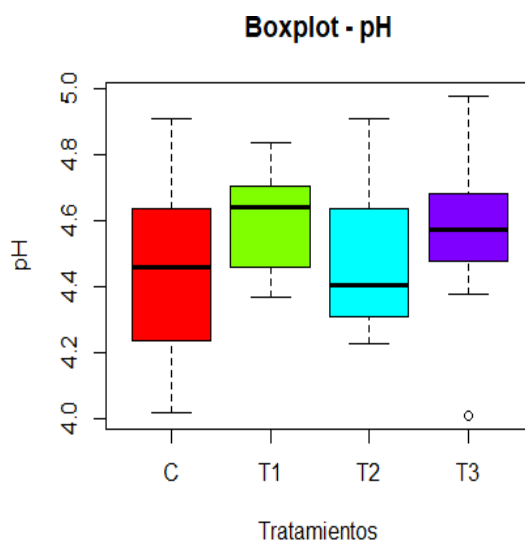
Factor	C	T1	T2	T3
Media	4.45	4.6	4.48	4.57
Desviación Estándar	0.28	0.15	0.21	0.24
Varianza	0.08	0.02	0.05	0.06

Nota. La tabla representa el cálculo de Medias, desviaciones estándar y varianzas. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Las medias de los diferentes tratamientos tienden a encontrarse más cerca de los resultados más probables del experimento aleatorio, los cuales tienen valores similares indicando que contienen una concentración similar de concentración de iones de hidrógeno con un ligero valor mayor del T2. Por la desviación estándar y la varianza se observa que los tratamientos no varían significativamente.

Figura 17

Boxplot de porcentaje de pH

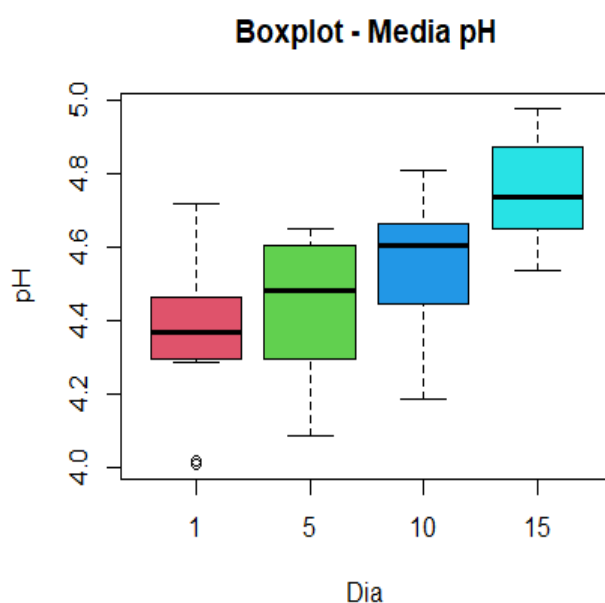


Nota. La figura representa boxplot de porcentaje de pH con respecto a los tratamientos a una temperatura de 7°C Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 17, se representa el pH general de todos los días por cada tratamiento, existe mayor variación en el grupo control sin embargo no se observa grandes cambios, por lo que se puede asumir que todos los tratamientos tienen similar concentración de iones hidrógeno, lo que indica que todos los tratamientos contienen diferente concentración de iones Hidrógeno

Figura 18

Boxplot de la media de pH

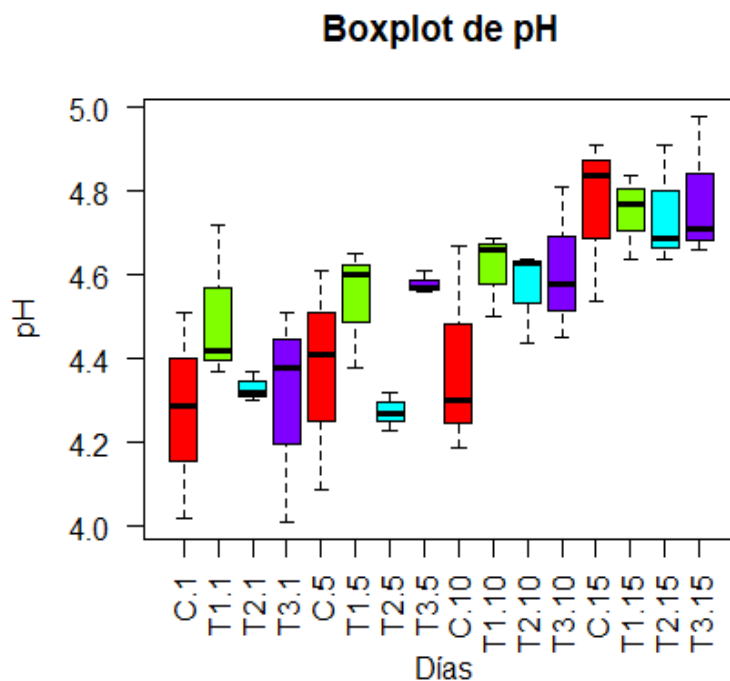


Nota. La figura representa Boxplot de la media de pH con respecto a los días 1, 5, 10 y 15 en que fueron tomados los datos. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 18 se encuentra la media del pH con respecto al tiempo, en el cual se observa una tendencia al incremento a medida que aumenta el tiempo, demostrando que las uvas se tornan menos ácidas con el transcurso del tiempo, ya que sus ácidos orgánicos son utilizados como un sustrato respiratorio y también empujados para la síntesis de compuestos durante la maduración.

Figura 19

Boxplot del pH de cada tratamiento



Nota. La figura representa boxplot del pH de cada tratamiento con respecto al tiempo tomado al día 1, 5, 10 y 15 en almacenamiento de 7°C. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 3 se observa que el pH presentó una tendencia a aumentar de una forma similar para cada tratamiento, solamente existe un aumento brusco de pH en el control (T0) entre el día 10 y el día 15 lo cual indica que aquellas uvillas sin recubrimiento tuvieron que acelerar de una manera instantánea su proceso de consumo de ácidos orgánicos porque seguramente exigía aumentar la respiración, esto quiere decir que el proceso de maduración fue un poco más acelerado en uvillas utilizadas como control. Las uvillas expuestas a los recubrimientos comestibles aumentaron de manera paulatina su pH indicando una maduración moderada sin exigencias.

Estadística inferencial: análisis ANOVA**Tabla 22***Modelo 1*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	0.1919	0.0640	2.272	0.0945 .
Día	3	1.1169	0.3723	13.227	3.51e-06 ***
Residuales	1	1.1540	0.0281		

Nota. La tabla representa el modelo 1 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Tabla 23*Modelo 2*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	0.1919	0.0640	2.151	0.113
Día	3	1.1169	0.3723	12.524	1.4e-05 ***
Tratamiento:Día	9	0.2028	0.0225	0.758	0.655
Residuales	32	0.9513	0.0297		

Nota. La tabla representa el modelo 2. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el modelo 1 y 2 del análisis de ANOVA no existe interacción entre el día y el tratamiento. El tratamiento influye de manera ínfima en los cambios de pH, pero el factor tiempo es el que más aporta al aumento del pH.

Prueba de Tukey

Tabla 24

Análisis de la prueba de Tukey

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	0.1919	0.06396	1.239	0.307
Residuales	44	2.2709	0.05161		

Nota. La tabla representa el análisis de la prueba de Tukey. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el análisis de la prueba de Tukey el p valor 0,307 es mayor al nivel de significancia, es decir que no existen diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 25

Pruebas simultáneas de Tukey

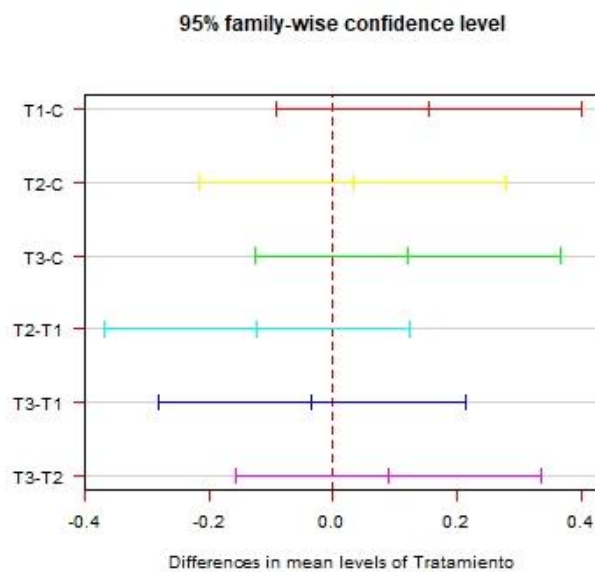
Factores pares	diff	lwr	upr	p adj
T1-C	0.15500000	-0.09263477	0.4026348	0.3508164
T2-C	0.03166667	-0.21596810	0.2793014	0.9861212
T3-C	0.12083333	-0.12680143	0.3684681	0.5660825
T2-T1	-0.12333333	-0.37096810	0.1243014	0.5493346
T3-T1	-0.03416667	-0.28180143	0.2134681	0.9826991
T3-T2	0.08916667	-0.15846810	0.3368014	0.7718437

Nota. La tabla representa las pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias Tratamiento, Nivel de confianza individual = 95%. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

- diff: diferencia entre las medias de los dos grupos
- lwr, upr: el punto final inferior y superior del intervalo de confianza al 95% (predeterminado)
- p adj: valor de p después del ajuste para las comparaciones múltiples.

Figura 20

Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey



Nota. La figura representa intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey, diferencia de las medias para C, T1, T2 y T3. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Los intervalos de confianza de todos los pares incluyen al cero, por lo tanto, las diferencias entre las medias no son estadísticamente significativas. Los datos de pH son similares.

Tabla 26

Tamaño del efecto eta cuadrado

Fuente de variación	eta cuadrado	Parte de eta cuadrado
Tratamiento	0.07790851	0.1425619
Día	0.45351112	0.4918288

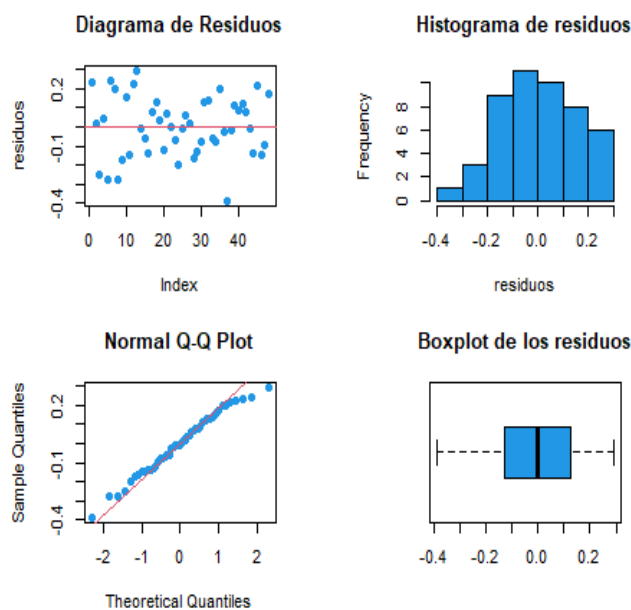
Nota. La tabla representa el tamaño del efecto eta cuadrado. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según la prueba del tamaño del efecto influye más el tiempo en el que fue evaluado el experimento, pero el tratamiento con el recubrimiento comestible es un factor importante el cual modifica el pH en una pequeña proporción o con nivel de incertidumbre menor. Es decir que el 7,79 % de las diferencias encontradas entre los dos grupos se atribuye al efecto del tratamiento y el 45,35% al tiempo.

Análisis de Residuos

Figura 21

Diagrama, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos



Nota. La figura representa diagrama, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Se analizaron los residuos mediante las gráficas y se evidencia media de cero en el boxplot, varianza constante, con distribución normal en el diagrama, histograma y en el Q-Q plot aunque con unos pocos datos atípicos en este último pero aun así el modelo está bien definido.

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 la prueba de Shapiro los residuos siguen una distribución normal con un p-valor de 0,7341 el cual es mayor al nivel de significancia ($p \geq 0.05$) por lo tanto se acepta la hipótesis nula.

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 0,3248 ($p \geq 0.05$), aceptando la hipótesis nula. Y con un chi cuadrado de 0,9695285.

Prueba de independencia

- HO: Los residuos son independientes - autocorrelación (Valor-p ≥ 0.05)
- H1: Los residuos no son independientes - autocorrelación (Valor-p < 0.05)

El p valor en la prueba de independencia arroja un resultado de 0,536 el cual es mayor al nivel de significancia de 0,05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula, siendo los residuos independientes.

Sólidos solubles

Estadística descriptiva

Tabla 27

Cálculo de Medias, desviaciones estándar y varianzas

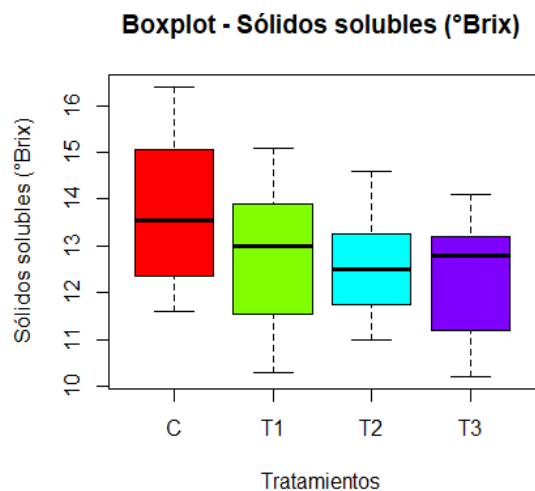
Factor	C	T1	T2	T3
Media	13.80	12.77	12.57	12.37
Desviación Estándar	1.61	1.56	1.09	1.27
Varianza	2.59	2.43	1.19	1.61

Nota. La tabla representa el cálculo de medias, desviaciones estándar y varianzas. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la tabla 1 se muestran las medias de los diferentes tratamientos los cuales tienden a encontrarse más cerca de los resultados más probables del experimento aleatorio, existiendo una pequeña diferencia entre el control y todos los tratamientos. Las varianzas mostraron una pequeña variación de los resultados respecto a los valores medios.

Figura 22

Boxplot de porcentaje de sólidos solubles

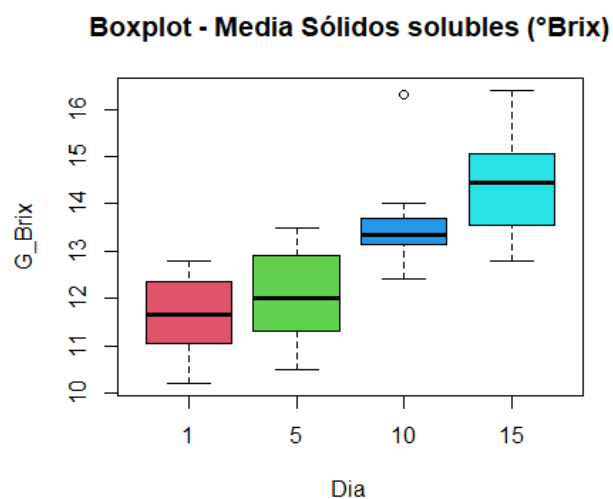


Nota. La figura representa boxplot de porcentaje de sólidos solubles (°Brix) con respecto a los tratamientos a una temperatura de 7°C. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 22 se puede apreciar los sólidos solubles en general de todos los días por cada tratamiento, existió mayor variación en el grupo control y tiene los valores más altos de sólidos solubles que en los tratamientos empleados, esto corrobora que la adición del recubrimiento comestible en los diferentes tratamientos si influye en mantener estable los sólidos solubles medido en grados Brix ya que tienden a ir aumentando mientras transcurre el tiempo de almacenamiento.

Figura 23

Boxplot de la media de sólidos solubles

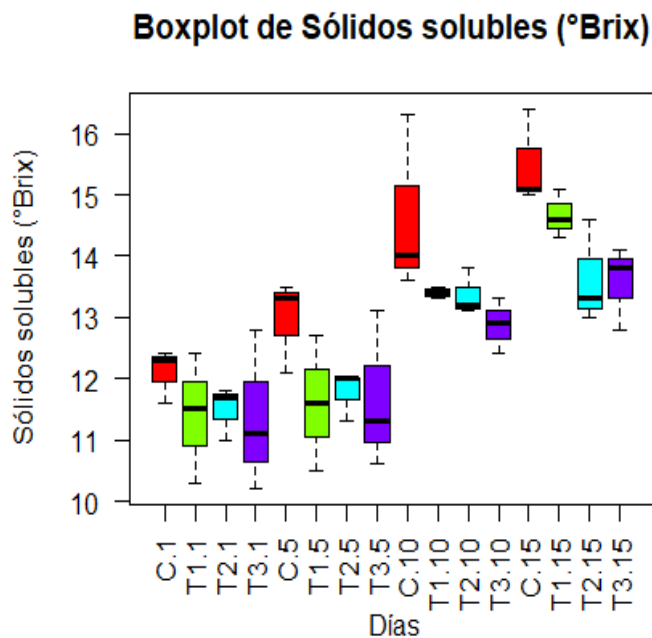


Nota. La figura representa boxplot de la media de sólidos solubles (°Brix) con respecto a los días 1, 5, 10 y 15 en que fueron tomados los datos. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 23 se encuentra la media de sólidos solubles (°Brix) con respecto al tiempo, el cual demuestra la tendencia al aumento de los sólidos solubles conforme avanzan los días, lo cual se da por el proceso de degradación de polisacáridos a disacáridos o monosacáridos mediante hidrólisis de la pared celular, también por la síntesis de sacarosa y por la oxidación de ácidos consumidos en la respiración. En consecuencia, se puede decir que la uvilla está en proceso de maduración, cambios en la actividad de α -amilasa, pectinmetilesterasa y poligalacturonasa durante la maduración.

Figura 24

Boxplot de sólidos solubles (°Brix)



Nota. La figura representa boxplot de sólidos solubles (°Brix) de cada tratamiento con respecto al tiempo tomado al día 1, 5, 10 y 15 en almacenamiento de 7°C. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 24 se observa claramente la diferencia entre el control y los tratamientos, existiendo un aumento rápido y progresivo de los sólidos solubles en las uvillas sin recubrimiento comestible, en cambio en los tratamientos se mantienen los °Brix hasta el quinto día luego un aumento hasta el décimo día y un ligero aumento hasta el día 15. Se comportaron de una manera favorable los tratamientos con recubrimiento comestible, manteniendo progresivo el aumento de sólidos solubles en las uvillas.

Estadística inferencial: análisis ANOVA

Tabla 28

Modelo 1

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	14.65	4.883	7.853	0.000296 ***
Día	3	60.50	20.168	32.434	6.59e-11 ***
Residuales	41	25.49	0.622		

Nota. La tabla representa el Modelo 1 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Tabla 29

Modelo 2

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	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
Residuales	32	22.57	0.705		

Nota. La tabla representa el Modelo 2. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el modelo 1 y 2 del análisis de ANOVA tanto el día como el tratamiento influyen en el comportamiento de los sólidos solubles de las uvillas.

Prueba de Tukey

Tabla 30

Análisis de la prueba de Tukey

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	14.65	4.883	2.498	0.072.
Residuales	44	86.00	1.955		

Nota. La tabla representa el análisis de la prueba de Tukey. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el análisis el p valor 0,072 es mayor al nivel de significancia, es decir que no existen diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 31

Pruebas simultáneas de Tukey

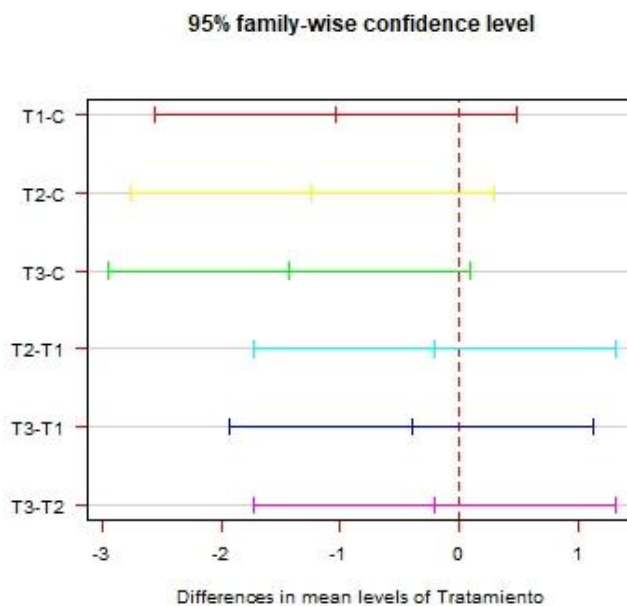
Factores pares	diff	lwr	upr	p adj
T1-C	-1.033333	-2.557244	0.49057711	0.2821830
T2-C	-1.233333	-2.757244	0.29057711	0.1503042
T3-C	-1.433333	-2.957244	0.09057711	0.0719902
T2-T1	-0.200000	-1.723910	1.32391044	0.9850334
T3-T1	-0.400000	-1.923910	1.12391044	0.8961997
T3-T2	-0.200000	-1.723910	1.32391044	0.9850334

Nota. La tabla representa las pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias, tratamiento, nivel de confianza individual = 95%. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida

- diff: diferencia entre las medias de los dos grupos
- lwr, upr: el punto final inferior y superior del intervalo de confianza al 95% (predeterminado)
- p adj: valor de p después del ajuste para las comparaciones múltiples.

Figura 25

Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey.



Nota. La figura representa intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey, diferencia de las medias para C, T1, T2 y T3. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Los intervalos de confianza de todos los pares incluyen al cero, por lo tanto, las diferencias entre las medias no son estadísticamente significativas. Se observa que el T3 VS el control por poco se acercan a cero, no existen suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula, por lo que se debería tomar más número de datos y posiblemente hubiera existido una diferencia entre T3 y C.

Tabla 32

Tamaño del efecto eta cuadrado

Fuente de variación	eta cuadrado	Parte de eta cuadrado
Tratamiento	0.1455539	0.3649271
Día	0.6011426	0.7035465

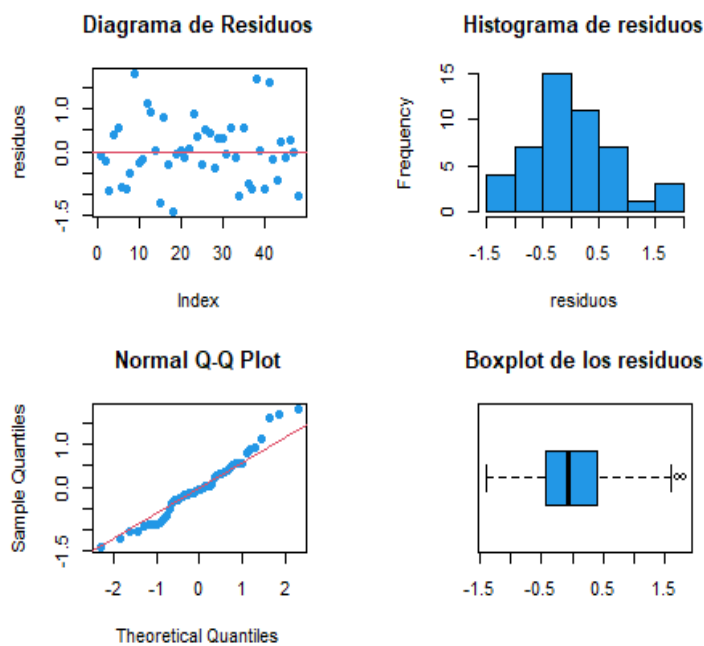
Nota. La tabla representa el tamaño del efecto eta cuadrado. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el tamaño del efecto obtenido aporta o influye más el tiempo en el que fue evaluado el experimento, pero el tratamiento con el recubrimiento comestible es un factor importante el cual modifica los sólidos solubles mientras transcurre el tiempo, pero con un nivel de incertidumbre menor. Es decir que el 14,55 % de las diferencias encontradas entre los dos grupos se atribuye al efecto del tratamiento y el 60,11% al tiempo.

Análisis de Residuos

Figura 26

Diagrama, histograma-Q Plot y boxplot de residuos



Nota. La figura representa diagrama, histograma-Q Plot y boxplot de residuos. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Se analizaron los residuos mediante las gráficas anteriores y se evidencia media de cero, varianza constante, con distribución normal tanto para el diagrama como el histograma, Q-Q Plot y boxplot, es decir el modelo está bien definido.

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 p-valor de 0,2138 el cual es mayor al nivel de significancia ($p \geq 0.05$) por lo tanto se acepta la hipótesis nula.

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 0.57858 ($p \geq 0.05$), aceptando la hipótesis nula. Y con un chi cuadrado de 0,30853.

Prueba de independencia

- HO: Los residuos son independientes - autocorrelación (Valor-p ≥ 0.05)
- H1: Los residuos no son independientes - autocorrelación (Valor-p < 0.05)

El p valor en la prueba de independencia arroja un resultado de 0,924 este es mayor al nivel de significancia de 0,05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula, siendo los residuos independientes.

Acidez

Estadística descriptiva

Tabla 33

Cálculo de medias, desviaciones estándar y varianzas

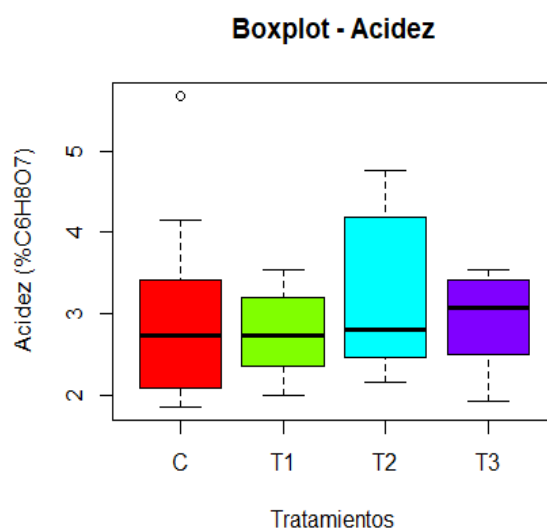
Factor	C	T1	T2	T3
Media	2.94	2.74	3.20	2.94
Desviación Estándar	1.13	0.50	0.94	0.55
Varianza	1.28	0.25	0.88	0.31

Nota. La tabla representa el cálculo de Medias, desviaciones estándar y varianzas. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida

En la tabla 33 se muestran las medias de los diferentes tratamientos los cuales tienden a encontrarse más cerca de los resultados más probables del experimento aleatorio junto con las varianzas muestran la variación de los resultados respecto a los valores medios y la desviación estándar los cuales los valores son parecidos, no existe tantas diferencias para recalcar.

Figura 27

Boxplot de la acidez (%C6H8O7)

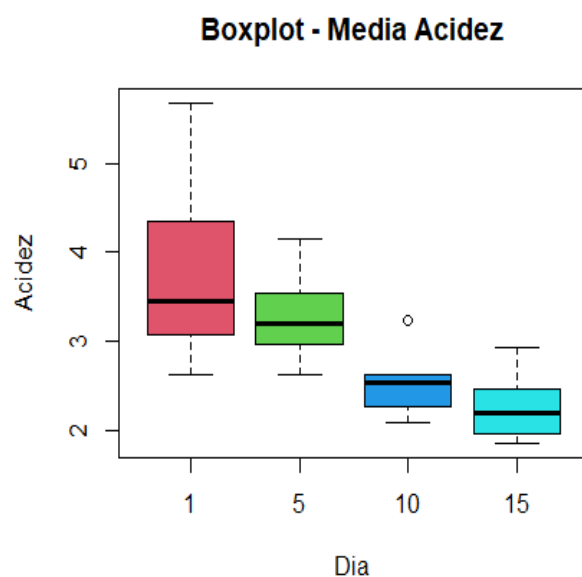


Nota. La figura representa boxplot de la acidez (%C6H8O7) con respecto a los tratamientos a una temperatura de 7°C. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 27, se puede apreciar la acidez expresada en porcentaje de ácido cítrico general de todos los días por cada tratamiento, realmente las medias de todos los tratamientos y control tienen parecidos los valores medios, existiendo un poco más de varianza en el T2.

Figura 28

Boxplot de la media de acidez (%C6H8O7)

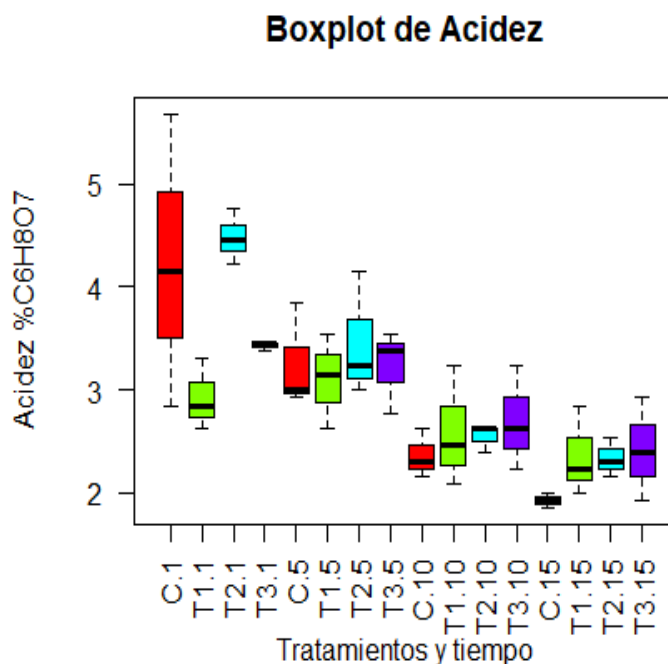


Nota. La figura representa boxplot de la media de acidez (%C6H8O7) con respecto a los días 1, 5, 10 y 15 en que fueron tomados los datos. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 28 se observa la media de la acidez con respecto al tiempo, la cual tiende a disminuir demostrando el proceso de maduración del fruto, ya que es un comportamiento típico que el ácido cítrico el cual es predominante en la uvilla disminuya. Este comportamiento se debe a que los ácidos orgánicos van reduciéndose por ser consumidos en procesos respiratorios o para su utilización para la formación de sustratos como azúcares. Además, los ácidos intervienen en obtener el ATP en el ciclo de Krebs por lo tanto son la reserva energética utilizada como sustrato en la respiración.

Figura 29

Boxplot de la acidez (%C6H8O7)



Nota. La figura representa boxplot de la acidez (%C6H8O7) de cada tratamiento con respecto al tiempo tomado al día 1, 5, 10 y 15 en almacenamiento de 7°C. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 29, se observa claramente la diferencia entre el control y los tratamientos, siendo el control el que disminuye su acidez de una manera más acelerada ya que en el primer día tiene una media de 4,2 % y al día 15 tuvo una media del 2 % lo cual no se ve en los tratamientos aplicados el recubrimiento comestible, aquellos frutos reducen su acidez con el paso del tiempo, pero de una manera lenta, hasta el punto de mantenerse casi estable y de existir solo un descenso leve de acidez. Esto nos ayuda a verificar que los recubrimientos comestibles retrasan la tasa de respiración por lo que no se degradan tan rápido los ácidos orgánicos.

Estadística inferencial: análisis ANOVA**Tabla 34***Modelo 1*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	1.288	0.429	1.356	0.27
Día	3	16.936	5.645	17.826	1.47e-07 ***
Residuales	41	12.984	0.317		

Nota. La tabla representa el modelo 1 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida

Tabla 35*Modelo 2*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	1.288	0.429	1.563	0.217
Día	3	16.936	5.645	20.55	1.31e-07 ***
Tratamiento:Día	9	4.196	0.466	1.698	0.131
Residuales	32	8.788	0.275		

Nota. La tabla representa el modelo 2. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el modelo 1 y 2 del análisis de ANOVA el tiempo en días es el que afectó en los cambios de acidez titulable en la fruta.

Prueba de Tukey**Tabla 36***Análisis de la prueba de Tukey*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	1.288	0.4294	0.631	0.599
Residuales	44	29.920	0.6800		

Nota. La tabla representa el análisis de la prueba de Tukey. Elaborado por la autora

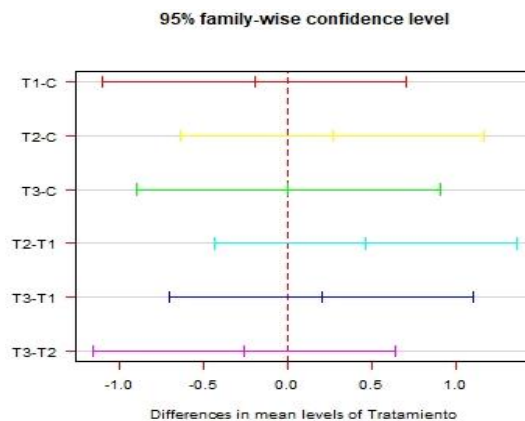
Según el análisis el p valor 0,599 es mayor al nivel de significancia, es decir que no existen diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 37
Pruebas simultáneas de Tukey

Factores pares	diff	lwr	upr	p adj
T1-C	-1.985343e-01	-1.0973918	0.7003232	0.9346602
T2-C	2.625777e-01	-0.6362798	1.1614352	0.8631080
T3-C	-8.881784e-16	-0.8988575	0.8988575	1.0000000
T2-T1	4.611120e-01	-0.4377455	1.3599695	0.5246620
T3-T1	1.985343e-01	-0.7003232	1.0973918	0.9346602
T3-T2	-2.625777e-01	-1.1614352	0.6362798	0.8631080

Nota. La tabla representa las pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias, tratamiento, nivel de confianza individual = 95%. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida

Figura 30
Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey



Nota. La figura representa Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey, diferencia de las medias para C, T1, T2 y T3. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Los intervalos de confianza de todos los pares incluyen al cero, por lo tanto, las diferencias entre las medias no son estadísticamente significativas. Pero no existen suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula, por lo que se debería tomar más número de datos.

Tabla 38

Tamaño del efecto eta cuadrado

Fuente de variación	eta cuadrado	Parte de eta cuadrado
Tratamiento	0.04127305	0.0902476
Día	0.54266879	0.5660306

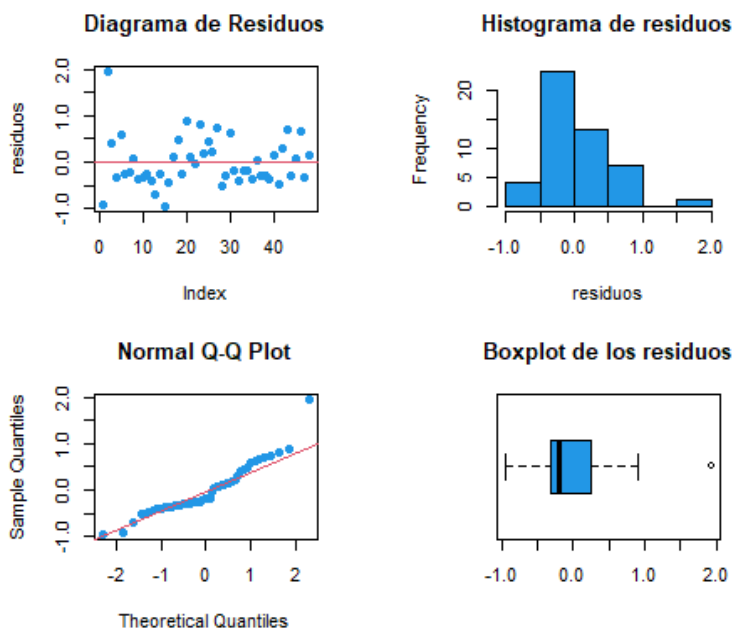
Nota. La tabla representa el tamaño del efecto eta cuadrado. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor.

Según el tamaño del efecto obtenido aporta más el tiempo en el que fue evaluado el experimento, pero el tratamiento con el recubrimiento comestible es un factor importante el cual modifica la acidez mientras transcurre el tiempo, pero con un nivel de incertidumbre menor. Es decir que el 4,12 % de las diferencias encontradas entre los dos grupos se atribuye al efecto del tratamiento y el 54,26% al tiempo.

Análisis de Residuos

Figura 31

Diagrama, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos



Nota. La figura representa diagrama, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Se analizaron los residuos mediante las gráficas anteriores y se evidencia media de cero, varianza constante, con distribución normal con excepción de un solo punto atípico, pero se podría decir que el modelo está bien definido.

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 p-valor de 0,00195 el cual es menor al nivel de significancia ($p \geq 0.05$) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, esto se debe por el punto atípico que se observó en el diagrama de residuos y en el Q-Q Plot.

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 ($p \leq 0.05$), aceptando la hipótesis nula.

Prueba de independencia

- HO: Los residuos son independientes - autocorrelación (Valor-p ≥ 0.05)
- H1: Los residuos no son independientes - autocorrelación (Valor-p < 0.05)

El p valor en la prueba de independencia arroja un resultado de 0,4 este es mayor al nivel de significancia de 0,05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula siendo los residuos independientes.

Índice de madurez (°Brix/% Acidez).

Estadística descriptiva

Tabla 39

Cálculo de medias, desviaciones estándar y varianzas

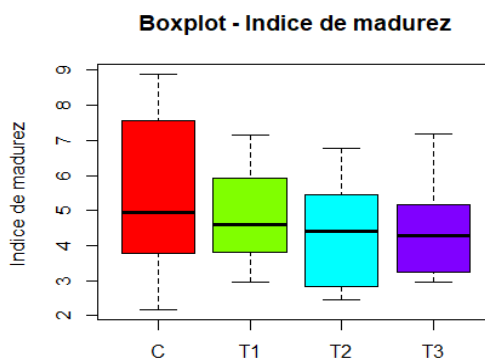
Factor	C	T1	T2	T3
Media	5.38	4.86	4.30	4.43
Desviación Estándar	2.18	1.34	1.47	1.31
Varianza	4.74	1.78	2.16	1.72

Nota. La tabla representa el cálculo de medias, desviaciones estándar y varianzas. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la tabla se muestran las medias de los diferentes tratamientos los cuales tienden a encontrarse más cerca de los resultados más probables del experimento aleatorio, siendo el T2 el mejor con el menor índice de madurez en cambio las uvillas sin recubrimiento comestible (control) tienen una media de 5,38 superando a todas las medias de los tratamientos, indicando que los recubrimientos comestibles retrasan la madurez de las uvillas. Las varianzas muestran la variación de los resultados respecto a los valores medios los cuales en el grupo control existe una elevada varianza de 4,74 con respecto a los tratamientos el cual tuvieron 1,72 como varianza mínima (T3).

Figura 32

Boxplot del índice de madurez

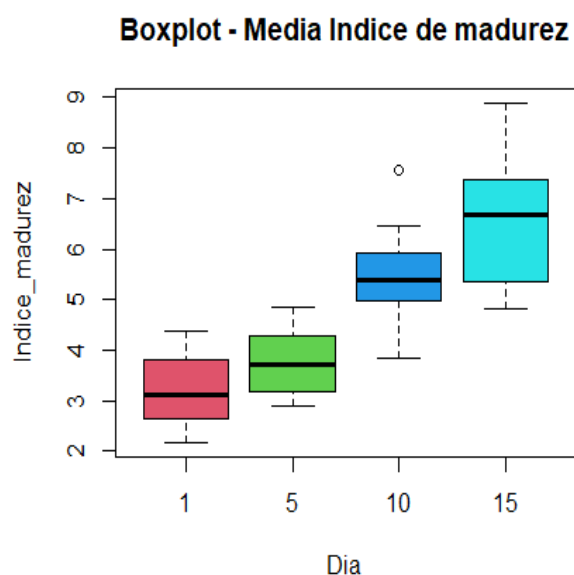


Nota. La figura representa boxplot del índice de madurez con respecto a los tratamientos a una temperatura de 7°C. Elaborado por la autora.

En la figura 32 se puede apreciar el índice de madurez de todos los días por cada tratamiento, existe mayor variación en el grupo control que en los tratamientos empleados, aunque las medias están por el mismo rango, existe la diferencia del control que si tiene una media un poco más alta; esto corrobora que la adición del recubrimiento comestible en los diferentes tratamientos si influye en disminuir la rapidez del índice de madurez en las uvillas.

Figura 33

Boxplot de la media del índice de madurez

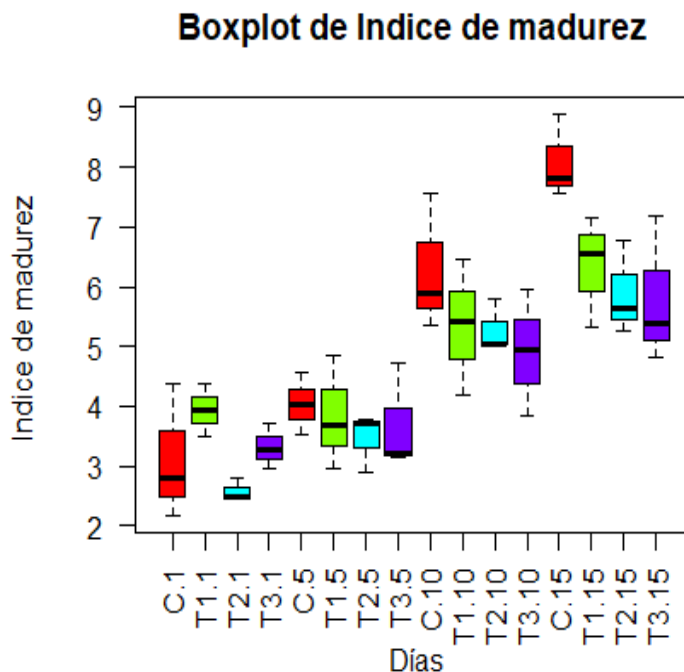


Nota. La figura representa boxplot de la media del índice de madurez con respecto a los días 1, 5, 10 y 15 en que fueron tomados los datos. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 33, se encuentra la media del índice de madurez con respecto al tiempo, el cual demuestra el aumento de esta variable conforme avanzan los días, ya que al ser una fruta climatérica la uvilla desdobra de manera rápida las reservas de ácidos orgánicos, como respuesta al incremento del metabolismo y por ende al aumento del índice de madurez ($^{\circ}$ Brix/% Acidez).

Figura 34

Boxplot del índice de madurez



Nota. La figura representa 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. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 34 se observa un aumento del índice de madurez conforme pasa el tiempo, pero el control (T0 uvillas sin recubrimiento comestible) tiene una tendencia más pronunciada y acelerada en el aumento del índice de madurez, en cambio los tratamientos con recubrimiento comestible tienen un aumento en su índice de madurez, pero más leve y progresivo. Esto indica que las frutas del control a diferencia de los tratamientos (T1, T2 y T3) pierden mayor cantidad de agua en procesos de transpiración, se concentran más los azúcares, se sintetizan los ácidos y, por lo tanto, se acelera el proceso de maduración.

Estadística inferencial: análisis ANOVA**Tabla 40***Modelo 1*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	8.51	2.838	3.766	0.0178 *
Día	3	83.5	27.841	36.950	9.88e-12 ***
Residuales	41	30.89	0.753		

Nota. La tabla representa el modelo 1 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Tabla 41*Modelo 2*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	8.51	2.838	3.981	0.0162 *
Día	3	83.52	27.841	39.058	8.29e-11 ***
Tratamiento:Día	9	8.08	0.898	1.260	0.2958
Residuales	32	22.81	0.713		

Nota. La tabla representa el modelo 2. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el modelo 1 y 2 del análisis de ANOVA existe efecto del tiempo y el tratamiento en el aumento del índice de madurez de las uvas, pero en mayor grado del tiempo.

Prueba de Tukey**Tabla 42***Análisis de la prueba de Tukey*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	8.51	2.838	1.091	0.363
Residuales	44	114.42	2.600		

Nota. La tabla representa el análisis de la prueba de Tukey. Elaborado por la autora.

Según el análisis el p valor 0,363 es mayor al nivel de significancia, es decir que no existen diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 43

Pruebas simultáneas de Tukey

Factores pares	diff	lwr	upr	p adj
T1-C	-0.5124834	-2.270217	1.2452500	0.8637801
T2-C	-1.0742431	-2.831976	0.6834903	0.3717957
T3-C	-0.9484742	-2.706208	0.8092592	0.4813925
T2-T1	-0.5617596	-2.319493	1.1959738	0.8285753
T3-T1	-0.4359908	-2.193724	1.3217426	0.9106347
T3-T2	0.1257689	-1.631965	1.8835023	0.9974901

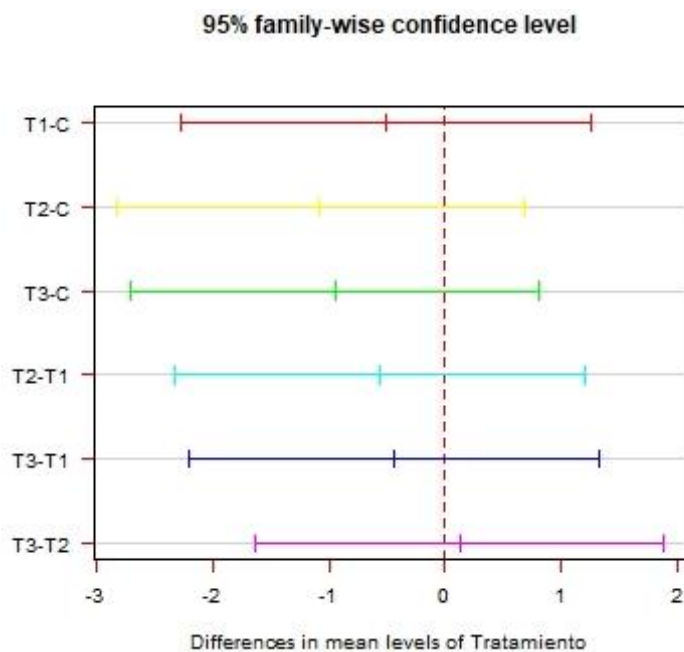
Nota. La tabla representa las pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias, tratamiento, nivel de confianza individual = 95%. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Significado:

- diff: diferencia entre las medias de los dos grupos
- lwr, upr: el punto final inferior y superior del intervalo de confianza al 95% (predeterminado)
- p adj: valor de p después del ajuste para las comparaciones múltiples.

Figura 35

Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey



Nota. La figura representa intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey, diferencia de las medias para C, T1, T2 y T3. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Los intervalos de confianza de todos los pares incluyen al cero, por lo tanto, las diferencias entre las medias no son estadísticamente significativas. Pero no existen suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula, por lo que se debería tomar más número de datos.

Tabla 44

Tamaño del efecto eta cuadrado

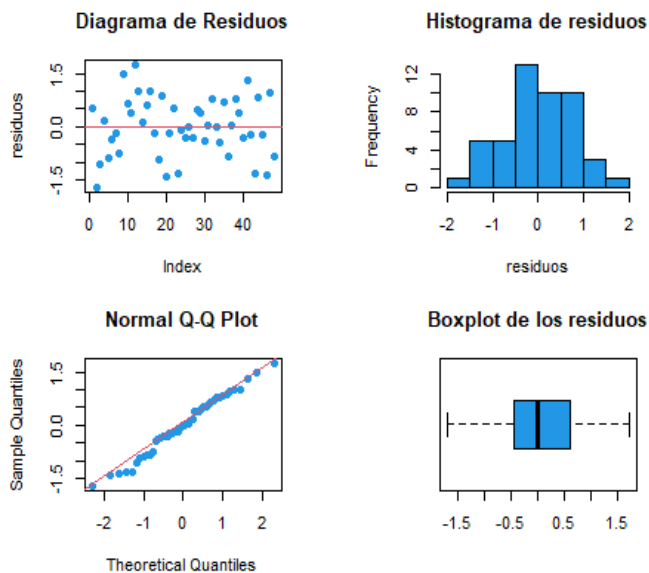
Fuente de variación	eta cuadrado	Parte de eta cuadrado
Tratamiento	0.06925275	0.2160371
Día	0.67944048	0.7299946

Nota. La tabla representa el tamaño del efecto eta cuadrado. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el tamaño del efecto obtenido en la tabla 44 influye más el tiempo en el que fue evaluado el experimento, pero el tratamiento con el recubrimiento comestible es un factor importante el cual modifica el índice de madurez mientras transcurre el tiempo, pero con un nivel de incertidumbre menor. Es decir que el 6,92% de las diferencias encontradas entre los dos grupos se atribuye al efecto del tratamiento y el 67,94% al tiempo.

Figura 36

Diagrama, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos



Nota. La figura representa diagrama, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Por las gráficas presentadas anteriormente se analizaron los residuos, evidenciando media de cero, varianza constante y con distribución normal, es decir el modelo está bien definido.

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 p-valor de 0,7648 el cual es mayor al nivel de significancia ($p \geq 0.05$) por lo tanto se acepta la hipótesis nula

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 0,10168 ($p \geq 0.05$), aceptando la hipótesis nula. Y con un chi cuadrado de 2,679068.

Prueba de independencia

- HO: Los residuos son independientes - autocorrelación (Valor-p ≥ 0.05)
- H1: Los residuos no son independientes - autocorrelación (Valor-p < 0.05)

El p valor en la prueba de independencia arroja un resultado de 0,65 este es mayor al nivel de significancia de 0,05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula, siendo los residuos independientes.

Color (delta e)

Estadística descriptiva

Tabla 45

Cálculo de medias, desviaciones estándar y varianzas

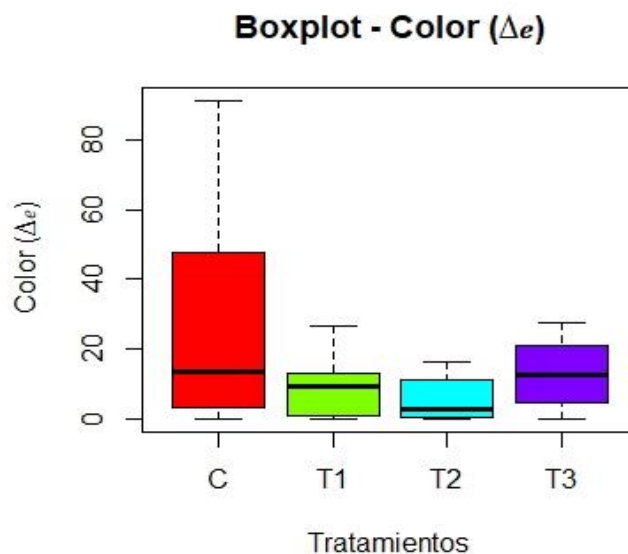
Factor	C	T1	T2	T3
Media	27.73	9.94	5.41	12.84
Desviación Estándar	35.19	9.21	6.38	9.66
Varianza	1238.24	84.74	40.73	93.36

Nota. La tabla representa el cálculo de medias, desviaciones estándar y varianzas. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la tabla 44 se muestran las medias de los diferentes tratamientos los cuales tienden a encontrarse cerca de los resultados más probables del experimento aleatorio, siendo el T2 el mejor con la menor media del cambio del color. Las varianzas muestran la variación de los resultados respecto a los valores medios los cuales en el grupo control existe una elevada varianza de 1238,24 con respecto a los tratamientos y de igual manera el T2 es el que mejor se comporta teniendo 40,73 de variación del color.

Figura 37

Boxplot de porcentaje de pérdida de peso

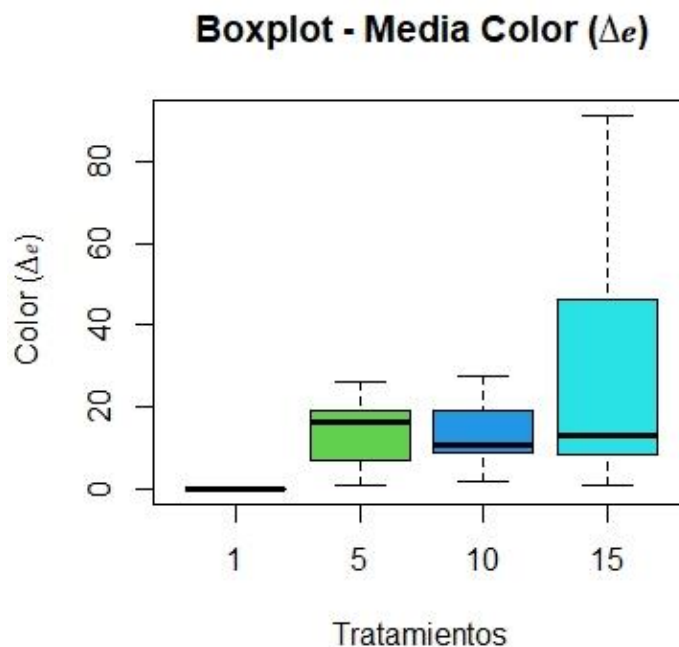


Nota. La figura representa boxplot de porcentaje de pérdida de peso con respecto a los tratamientos a los 15 días a una temperatura de 7°C, tratamiento 2: 2% Aloe vera, 1,5 % cera de carnauba, 3% de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5 % de glicerol). Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 37 se puede apreciar la diferencia que existe del color inicial con respecto al color final de cada día de toma de datos y esto por cada tratamiento, existe mayor variación en el grupo control que en los tratamientos empleados, es más en el T2 (40.73) no existe tanta variación del color, lo que nos indica que el recubrimiento comestible mantuvo estable el color de las uvillas durante los 15 días de almacenamiento.

Figura 38

Boxplot de la media de pérdida de peso (%)

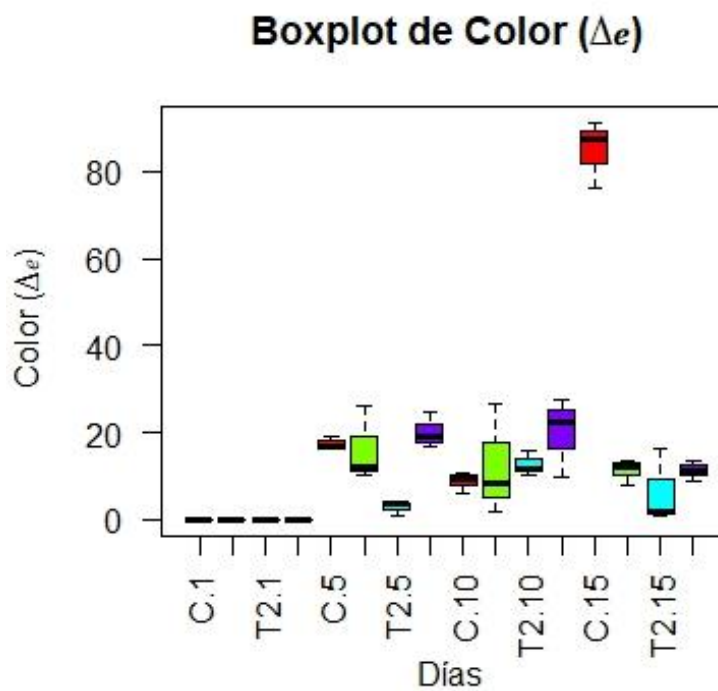


Nota. La figura representa boxplot de la media de pérdida de peso (%) con respecto a los días 1, 5, 10 y 15 en que fueron tomados los datos. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 38, se encuentra la media de diferencia de color (Δe) con respecto al tiempo, el cual demuestra el aumento de la variación del color conforme avanzan los días, y en el día 15 se encontró alta significación de variación, lo que indica que existen diferencias de color entre días debido a los cambios en la madurez. Ya que por la síntesis de los carotenoides y la degradación de la clorofila se puede observar en el color el proceso de maduración. (Benavides & Cuasqui, 2008).

Figura 39

Boxplot de cambios de color (Δe)



Nota. La figura representa boxplot de la media de cambios de color con respecto a los días 1, 5, 10 y 15 en que fueron tomados los datos. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 39, se observa que en realidad todos los tratamientos con recubrimiento comestible mantienen su color no existe un cambio notorio, pero en los frutos sin recubrimiento comestible la diferencia de color es muy notoria al día 15 disparándose a valores muy altos los cuales indican un cambio de color drástico por lo cual se asume que maduraron mucho más rápido las uvillas control.

Estadística inferencial: análisis ANOVA**Tabla 46***Modelo 1*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	3361	1120.3	4.112	0.01221 *
Día	3	4858	1619.3	5.944	0.00184 **
Residuales	41	11170	272.4		

Nota. La tabla representa el modelo 1 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Tabla 47*Modelo 2*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	3361	1120	35.05	3.15e-10 ***
Día	3	4858	1619	50.66	2.97e-12 ***
Tratamiento:Día	9	10147	1128	35.27	3.96e-14 ***
Residuales	32	1023	32		

Nota. La tabla representa el modelo 2. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el modelo 1 y 2 del análisis de ANOVA tanto el tratamiento como el día influyeron en los cambios de color y existe interacción entre el día y el tratamiento.

Prueba de Tukey**Tabla 48***Análisis de la prueba de Tukey*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	3361	1120.3	3.075	0.0373 *
Residuales	44	16028	364.3		

Nota. La tabla representa el análisis de la prueba de Tukey. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el análisis el p valor 0,0373 es menor al nivel de significancia, es decir que existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

Tabla 49

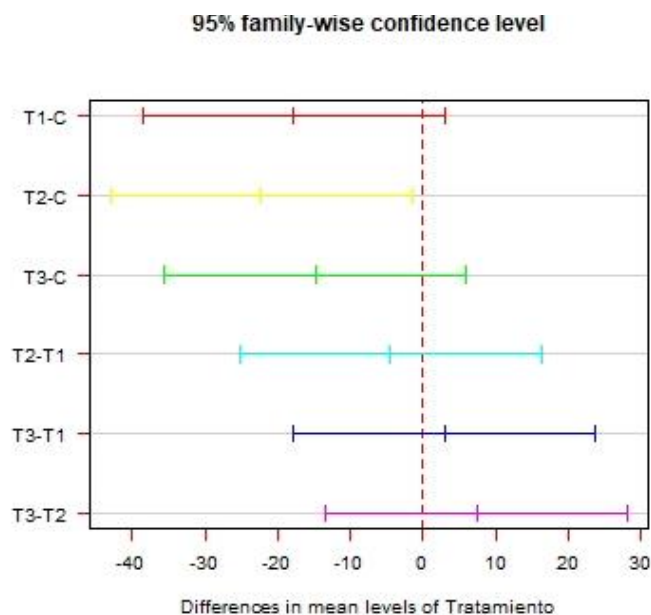
Pruebas simultáneas de Tukey

Factores pares	diff	Lwr	upr	p adj
T1-C	-17.788333	-38.59232	3.015653	0.1176284
T2-C	-22.317500	-43.12149	-1.513513	0.0312510
T3-C	-14.888333	-35.69232	5.915653	0.2383954
T2-T1	-4.529167	-25.33315	16.274820	0.9371914
T3-T1	2.900000	-17.90399	23.703987	0.9821775
T3-T2	7.429167	-13.37482	28.233153	0.7762134

Nota. La tabla representa las pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias, tratamiento y nivel de confianza individual = 95%. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Figura 40

Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey



Nota. La figura representa intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey, diferencia de las medias para C, T1, T2 y T3. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Los intervalos de confianza de casi todos los pares incluyen al cero, por lo tanto, las diferencias entre las medias no son estadísticamente significativas. Solamente entre el tratamiento 2 y el control existen diferencias estadísticamente significativas entre sus medias.

Tabla 50

Tamaño del efecto eta cuadrado

Fuente de variación	eta cuadrado	Parte de eta cuadrado
Tratamiento	0.1733403	0.2312895
Día	0.2505485	0.3030854

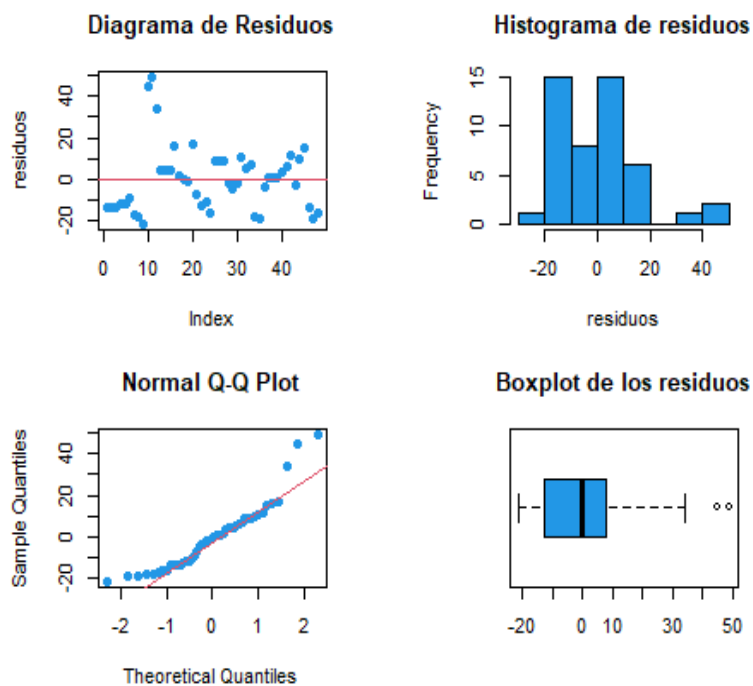
Nota. La tabla representa las pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias, tratamiento y nivel de confianza individual = 95%. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el tamaño del efecto obtenido aporta o influye más el tiempo en el que fue evaluado el experimento, pero el tratamiento con el recubrimiento comestible es un factor importante el cual modifica el color mientras transcurre el tiempo, pero con un nivel de incertidumbre menor. Es decir que el 17,33 % de las diferencias encontradas entre los dos grupos se atribuye al efecto del tratamiento y el 25,05 % al tiempo.

Análisis de Residuos

Figura 41

Diagrama, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos



Nota. La figura representa el diagrama, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Se analizaron los residuos mediante las gráficas anteriores y se evidencia media de cero, varianza constante, con distribución normal a excepción de unos datos atípicos lo que supone que se debió tomar en el experimento datos más seguidos para tener más variedad a intervalos más cortos.

Prueba de normalidad de los residuos

- H_0 : Los residuos siguen una distribución normal (Valor-p ≥ 0.05)
- H_1 : 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 p-valor de 0.0005713 el cual es menor al nivel de significancia ($p \geq 0.05$) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

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 0.0004014 ($p \geq 0.05$), rechazando la hipótesis nula y aceptando la alternativa.

Prueba de independencia

- HO: Los residuos son independientes - autocorrelación (Valor-p ≥ 0.05)
- H1: Los residuos no son independientes - autocorrelación (Valor-p < 0.05)

El p valor en la prueba de independencia arroja un resultado de 0 este es mayor al nivel de significancia de 0,05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula, siendo los residuos independientes.

Determinación de podredumbre por mohos

Estadística descriptiva

Tabla 51

Cálculo de medias, desviaciones estándar y varianzas

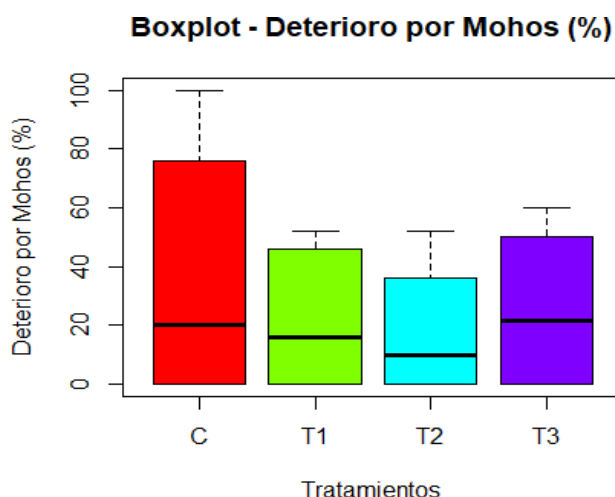
Factor	C	T1	T2	T3
Media	36.67	21.33	18.33	25.28
Desviación Estándar	43.14	23.03	20.78	26.32
Varianza	1861.33	530.42	431.88	692.78

Nota. La tabla representa las pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias, tratamiento y nivel de confianza individual = 95%. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la tabla 50 se muestran las medias de los diferentes tratamientos los cuales tienden a encontrarse más cerca de los resultados más probables del experimento aleatorio, siendo el T2 el mejor con el menor porcentaje de presencia de mohos (18,33%) a comparación del control que tuvo una media elevada de 36,67 % de mohos. Las varianzas muestran la variación de los resultados respecto a los valores medios los cuales en el grupo control existe una elevada varianza con respecto a los tratamientos y de igual manera el T2 es el que mejor se comporta siendo con una variación menor.

Figura 42

Boxplot de porcentaje de deterioro por mohos

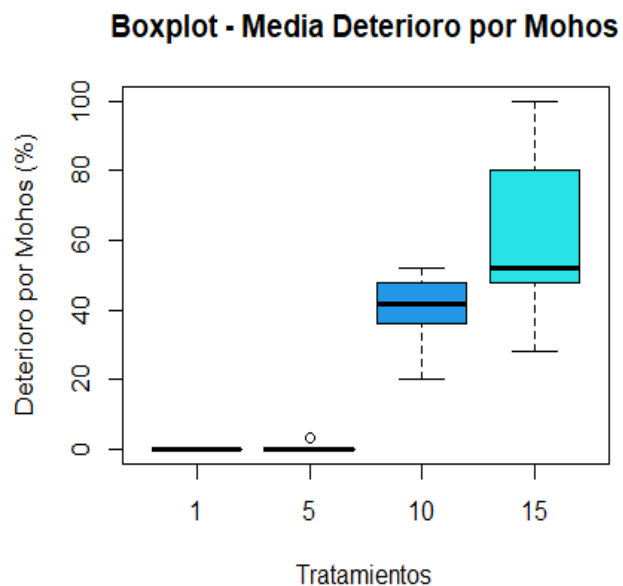


Nota. La figura representa el boxplot de porcentaje de deterioro por mohos con respecto a los tratamientos a los 15 días a una temperatura de 7°C. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 42, se puede apreciar el porcentaje de deterioro por mohos general de todos los días por cada tratamiento, existe mayor variación en el grupo control que en los tratamientos empleados, esto corrobora que la adición del recubrimiento comestible en los diferentes tratamientos si influye en disminuir el porcentaje del deterioro de la fruta causado por mohos, el mejor tratamiento en el que se presenta menos variación es el T2 (2% Aloe vera, 1,5 % cera de carnauba, 3% de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5 % de glicerol) por lo que se lo considera el más óptimo.

Figura 43

Boxplot de la media de porcentaje de deterioro por mohos

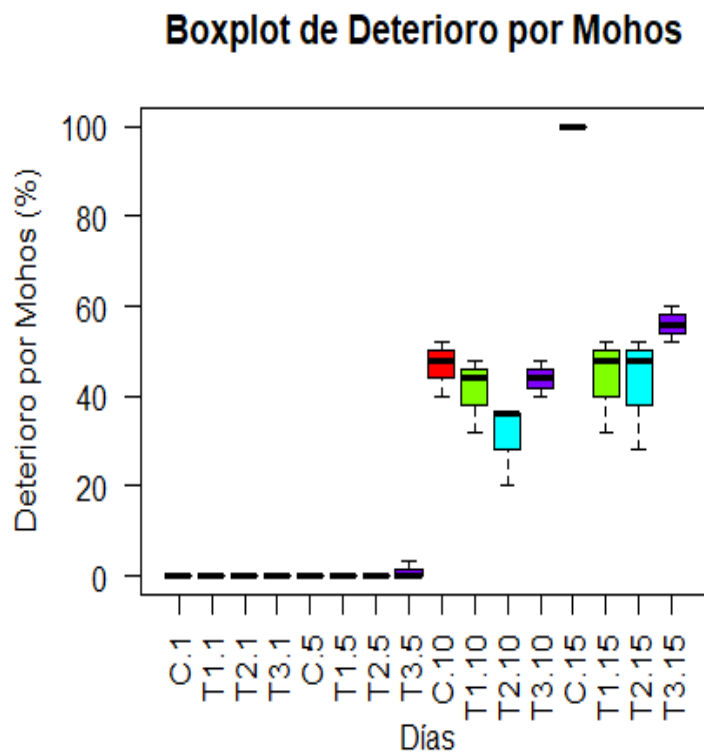


Nota. La figura representa el boxplot de la media de pérdida de peso (%) con respecto a los días 1, 5, 10 y 15 en que fueron tomados los datos. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 43 se encuentra la media del porcentaje del deterioro por mohos con respecto al tiempo, el cual demuestra que a partir de día 10 existe presencia de mohos dando lugar a un proceso de pudrición por la continua madurez del fruto.

Figura 44

Boxplot de porcentaje de deterioro por mohos



Nota. La figura representa el 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. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

En la figura 44 se observa claramente la diferencia entre el control y los tratamientos, siendo el control el que más elevado tuvo el porcentaje de deterioro por mohos durante el paso del tiempo llegando así hasta un 100 % de deterioro, es decir al día 15 todas las frutas tuvieron presencia de mohos, mientras que los tratamientos con el recubrimiento comestible retrasaron la presencia de mohos llegando así hasta un 60 % de deterioro al día 15.

Estadística inferencial: análisis ANOVA**Tabla 52***Modelo 1*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	2321	774	5.618	0.00254 **
Día	3	33034	11011	79.950	< 2e-16 ***
Residuales	41	5647	138		

Nota. La tabla representa el modelo 1 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Tabla 53*Modelo 2*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	2321	774	24.50	2.00e-08 ***
Día	3	33034	11011	348.74	< 2e-16 ***
Tratamiento: Día	9	4636	515	16.32	1.29e-09 ***
Residuales	32	1010	32		

Nota. La tabla representa el modelo 2. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el modelo 1 y 2 del análisis de ANOVA tanto el tratamiento como el día influyeron en los cambios de color y existe interacción entre el día y el tratamiento.

Prueba de Tukey**Tabla 54***Análisis de la prueba de Tukey*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr(>F)
Tratamiento	3	2321	773.7	0.88	0.459
Residuales	44	38681	879.1		

Nota. La tabla representa el análisis de la prueba de Tukey. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el análisis el p valor 0,459 es mayor al nivel de significancia, es decir que no existen diferencias estadísticamente significativas.

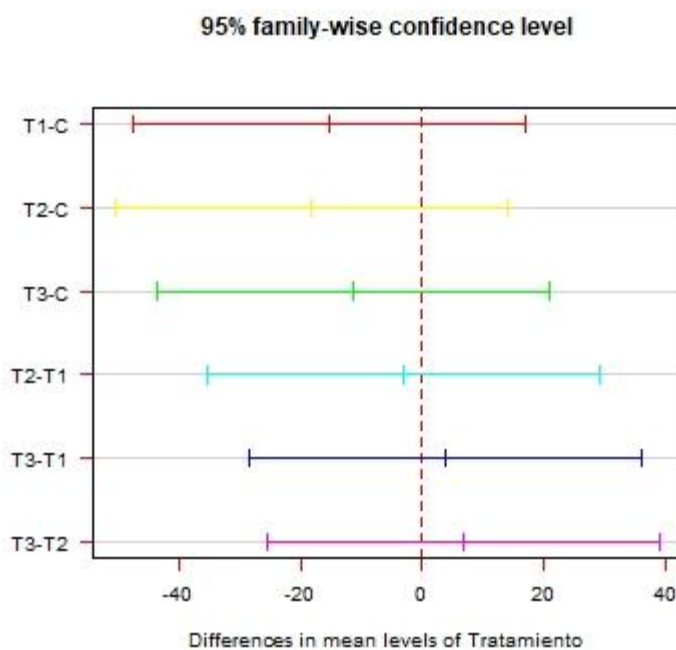
Tabla 55*Pruebas simultáneas de Tukey*

Factores pares	diff	lwr	upr	p adj
T1-C	-15.33333	-47.65225	16.98558	0.5885565
T2-C	-18.33333	-50.65225	13.98558	0.4376399
T3-C	-11.38333	-43.70225	20.93558	0.7833330
T2-T1	-3.00000	-35.31892	29.31892	0.9945740
T3-T1	3.95000	-28.36892	36.26892	0.9878344
T3-T2	6.95000	-25.36892	39.26892	0.9392751

Nota. La tabla representa las pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias, tratamiento, nivel de confianza individual = 95%. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Figura 45

Intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey



Nota. La figura representa intervalos de confianza simultáneos de 95% de Tukey, diferencia de las medias para C, T1, T2 y T3. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Los intervalos de confianza de todos los pares incluyen al cero, por lo tanto, las diferencias entre las medias no son estadísticamente significativas. Pero no existen suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula, por lo que se debería tomar más número de datos.

Tabla 56

Tamaño del efecto eta cuadrado

Fuente de variación	eta cuadrado	Parte de eta cuadrado
Tratamiento	0.05661037	0.2913081
Día	0.80566839	0.8540145

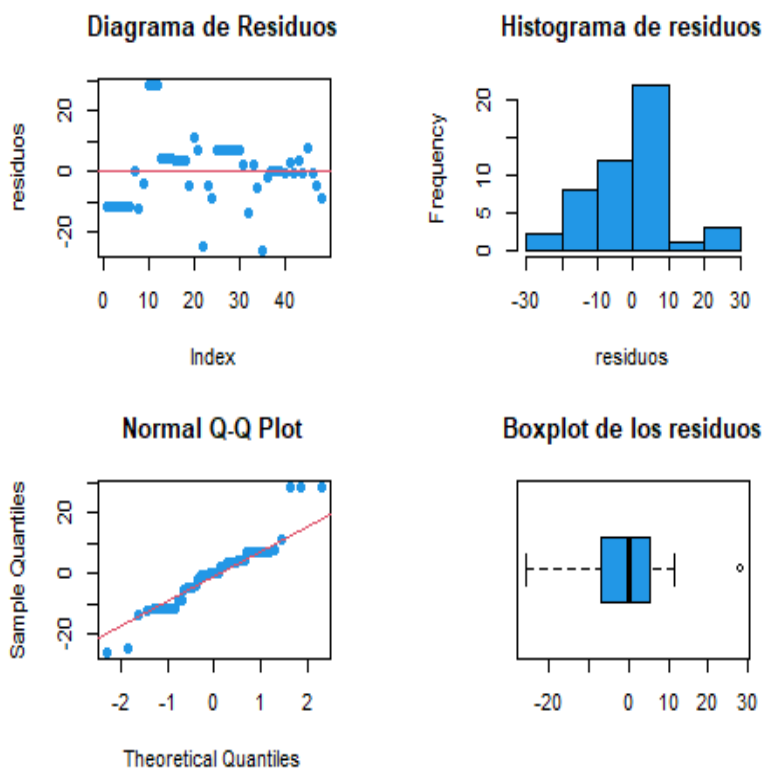
Nota. La tabla representa el tamaño del efecto eta cuadrado Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Según el tamaño del efecto obtenido aporta o influye más el tiempo en el que fue evaluado el experimento, pero el tratamiento con el recubrimiento comestible es un factor importante el cual modifica la vida útil mientras transcurre el tiempo, pero con un nivel de incertidumbre menor. Es decir que el 5,66 % de las diferencias encontradas entre los dos grupos se atribuye al efecto del tratamiento y el 80,56 % al tiempo.

Análisis de residuos

Figura 46

Diagrama, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos



Nota. La figura representa diagrama, histograma, Q-Q Plot y boxplot de residuos Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Se analizaron los residuos mediante las gráficas anteriores y se evidencia media de cero, no existe varianza constante, ni distribución normal por valores atípicos que alteran las gráficas.

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 p-valor de 0.003958 el cual es menor al nivel de significancia ($p \geq 0.05$) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

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 0.0005082 ($p \geq 0.05$), rechazando la hipótesis nula y aceptando la alternativa.

Prueba de independencia

- HO: Los residuos son independientes - autocorrelación (Valor-p ≥ 0.05)
- H1: Los residuos no son independientes - autocorrelación (Valor-p < 0.05)

El p valor en la prueba de independencia arroja un resultado de 0 este es mayor al nivel de significancia de 0,05 por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula siendo los residuos independientes.

Porcentaje de eficacia del recubrimiento comestible sobre la fruta evaluada

Se evaluó la eficacia del recubrimiento comestible sobre la fruta con respecto al grupo control (uvilla sin recubrimiento comestible), utilizando el porcentaje de uvillas podridas. Estos datos fueron tomados el día 10 que comenzó a notarse la aparición de mohos y al día 15.

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

Tabla 57

Porcentajes de eficacia del recubrimiento comestible

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

Nota. La tabla representa los porcentajes de eficacia del recubrimiento comestible con respecto a la fruta deteriorada por mohos. Elaborado por Rodríguez Espín, Leonor Zeneida.

Al día 10 se empezó a notar la presencia de mohos, y al evaluar la eficacia del recubrimiento comestible con respecto a la fruta sin recubrimiento, el tratamiento 2 fue el que mayor porcentaje de eficacia tuvo, al día 10 con 34,28% y al día 15 con 57,33%, los demás tratamientos también tienen porcentajes de eficacia considerables para catalogarlos como buenos con respecto al grupo control.

Discusión

Con respecto a la vida útil (Muñoz, y otros, 2017), reportaron que el almacenamiento a 4 °C de temperatura y con recubrimiento comestible ayudó al incremento de la vida útil de las uvillas ya que el rango aceptable del 10 % en la pérdida de peso y 410 gF para la firmeza según (Burg, 2004) y (Villacís, 2014) respectivamente se mantiene por mayor tiempo; para el tratamiento a 4 °C el incremento del tiempo sería de 9,3 a 11,5 días. Al igual que en este experimento el recubrimiento comestible si aumentó la vida útil a 7°C a comparación con las muestras control sin recubrimiento. Es así que con respecto a la pérdida de peso las uvillas con recubrimiento comestible aumentaron su vida útil hasta 10 días con el T2 (2% Aloe vera, 1,5 % cera de carnauba, 3% de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5 % de glicerol) y 9 a 8 días los T1 y T3 pero el control solo pudo sostener una vida útil de 4 días. Y para la firmeza el mejor tratamiento aumento la vida útil a 40 días y el control solamente a 11 días.

Existió disminución en el porcentaje de pérdida de peso conforme pasaban los días pero fue evidente la diferencia entre las uvillas control sin recubrimiento comestible y las que si tenían tratamiento confirmando que la aplicación del recubrimiento comestible no permite que la uvilla pierda agua en exceso, se evidenció cambios aunque no llegaron a ser estadísticamente significativos pero en el análisis ANOVA se comprobó la interacción junto con la influencia del tratamiento y el tiempo sobre el peso de los frutos. Así como lo indica (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. La reducción del porcentaje de pérdida de peso se puede explicar por la acción de la cera la cual evita la transpiración del producto y por lo tanto la pérdida de peso del fruto (López, Cuatin, Andrade, & Osorio, 2016). Evitar que se pierda agua en el fruto de uchuva, es una característica muy importante para su conservación; se

reduce la transpiración y las características fisicoquímicas y sensoriales deseadas, debido a que se mantienen más longevas y aquello se ha comprobado con los recubrimientos comestibles.

Para la variable de firmeza se constató diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el grupo control (sin recubrimiento) comparado con cada una de las concentraciones del recubrimiento comestible (T1, T2 Y T3) a través de la prueba de Tukey que permitió observar las diferencias específicas entre cada comparación de tratamientos, cabe destacar que no existieron diferencias entre cada concentración de recubrimiento, a pesar de que en las gráficas se observaba que el T2 fue el que perdió menos firmeza. Aquello se constata con la investigación realizada por (Lanchero, y otros, 2007), en la que menciona que 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, lo cual es similar en la presente investigación. La reducción de dureza de los frutos se va dando por la maduración en la cual se forma el ácido péctico, ácido pectínico y las pectinas a partir de la proto pectina que está en la lámina media y en la pared primaria de las paredes celulares que producen gelificación. Además, que la pérdida de firmeza está vinculada directamente con la pérdida de agua y es por ello que los tratamientos actuaron como barrera para evitar la rapidez de la salida de agua y por ende de firmeza. De igual manera 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 al igual que en la presente investigación.

Los sólidos solubles medidos en grados Brix con respecto al porcentaje de acidez (ácido cítrico) tienen curvas inversamente proporcionales, indicando así que los grados brix van en aumento y la acidez en descenso conforme pasa el tiempo, por lo tanto el índice de madurez va en aumento coincidiendo con (Lanchero, y otros, 2007), los que señalan que 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.

Según 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. Es decir que el recubrimiento no es un factor que influye sobre el pH, acidez °Brix e IM. En el presente trabajo de investigación todos los factores mencionados de igual manera no presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$) pero refutando a los autores en esta investigación si se observó la variación entre los tratamientos con recubrimiento comestible con respecto a los frutos control sin recubrimiento comestible. Según el análisis ANOVA para los sólidos solubles e índice de madurez si existe influencia del tratamiento con recubrimientos comestibles sobre el aumento medido de dichas variables.

Con respecto a la acidez según (Restrepo & Aristizábal, 2010), los resultados que obtuvieron con 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 al igual que en esta investigación la acidez disminuyó de manera lenta a comparación de los frutos que no fueron tratados con el recubrimiento comestible.

Para el pH se observó un pequeño aumento, pero no de manera significativa hasta el día 15 y en el análisis de Tukey se constató que no existieron diferencias significativas entre tratamientos, esto aduce a los mismos resultados de (López, Cuatin, Andrade, & Osorio, 2016), quienes reportan que no se 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. Es por eso que en esta investigación con el análisis ANOVA se constata que el tiempo es la variable que más influye en el pH.

Los resultados concuerdan con la investigación de Castro y Blair (2010), quienes afirman que, según los resultados estadísticos para los días evaluados, se puede expresar que en general se presentó un comportamiento similar entre los tratamientos, pero altamente diferente para el control, lo cual supone la efectividad de los recubrimientos comestibles planteados en la conservación y disminución de la maduración en los frutos de uchuva. Así mismo, se puede afirmar, con base en los resultados, que los frutos control comienzan el proceso de maduración más rápidamente que los frutos con recubrimiento y, por tanto, envejecen aproximadamente un 36% más rápido.

La temperatura también fue un factor importante que contribuyó al aumento de vida útil a más del recubrimiento, así como expresa (López, Cuatin, Andrade, & Osorio, 2016), en su ensayo que presentaron diferencias significativas entre algunos tratamientos, determinando que la temperatura afecta el porcentaje de acidez y otras variables.

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Se realizó la correcta formulación de los recubrimientos comestibles a las diferentes concentraciones en base a pruebas previas. T1 (3% Aloe vera, 1 % cera de carnauba, 4% de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5%(p/p) de glicerol), T2 (2% Aloe vera, 1,5 % cera de carnauba, 3% de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5 % de glicerol) y T3 (3% Aloe vera, 2% cera de carnauba, 4% de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5%(p/p) de glicerol). 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 (2% Aloe vera, 1,5 % cera de carnauba, 3% de almidón de yuca, 8% tween 80 y 2,5 % de glicerol) 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*).

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.

Bibliografía

- Acal, C., Montero, M., & Femia, P. (2021). BioestadísticaR: Práctica 0. Instalación de R y RStudio_v0. Obtenido de <https://digibug.ugr.es/handle/10481/70698>
- Acuña, W., Díaz, J., & Yáñez, J. (2019). Diversity of fungal communities inhabiting symptomatic leaves of Cape gooseberry (*Physalis peruviana*) in the Ecuadorian Andes. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7404872>
- Andrade, M., Moreno, C., Guijarro, M., & Ayora, A. (2019). Influencia del ozono gaseoso sobre la microflora nativa de frutas andinas: mora sin espinas (*Rubus glaucus*), uvilla (*Physalis peruviana*) y naranjilla (*Solanum quitoense*). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/813/81361553008/html/>
- Angamarca, M. (2021). Impacto del biocomercio enfocado al producto uvilla (*Physalis peruviana*) en la Provincia de Imbabura y las estrategias de entrada en los mercados internacionales. Obtenido de <http://www.repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1168>
- Benavides, P., & Cuasqui, L. (2008). *Estudio del comportamiento poscosecha de la uvilla (Physalis peruviana L.) sin capuchón*. Ibarra Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Bitencourt, A., Moura, A., Soldateli, F., & Barcelar, M. (2018). PONTO DE COLHEITA DE FRUTOS DE PHYSALIS PERUVIANA PRODUZIDOS EM CAMPO ABERTO. Obtenido de <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/100117>
- Bosquez, C. (2018). Caracterización morfológica y molecular de *Alternaria alternata* hongo fitopatógeno causante del secamiento descendente del cáliz, en frutos de *Physalis*

peruviana en la Sierra centro-norte del Ecuador. Obtenido de
<http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/14682>

Burg, S. (2004). *Postharvest Physiology and Hypobaric Storage of Fresh Produce*. USA.

Cabascango, O. (2019). Evaluación del efecto de tres métodos de secado sobre la actividad antioxidante y fenoles totales de la uvilla *Physalis peruviana* L. Obtenido de
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9230>

Cajas, A. (2021). Identificación de *Colletotrichum* spp. como agente causante de la antracnosis en hojas de uvilla (*Physalis peruviana* L.) en el centro de la región interandina del Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/18535>

Carpio, R., & Risco, B. (2021). Desarrollo de una compota con pomarrosa (*Syzygium samarangense*), con uvilla (*Physalis Peruviana*), y coco (*Cocos Nucifera*) para su aplicación en la repostería. Obtenido de
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/54276>

Castro, R., & Blair, G. (2010). EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA EFECTIVIDAD DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN LA CONSERVACIÓN DE UCHUVA (*Physalis peruviana* L. var. Colombia). Obtenido de
<https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/44>

Cerpa, M. (2018). Desarrollo de una película comestible a base de celulosa bacteriana como recubrimiento en la vida postcosecha de la guayaba dulce (*Psidium guajava*) y guayaba agria (*Psidium friedrichstahlianum*). Obtenido de
<http://repositorio.unisucre.edu.co/handle/001/613>

- Chugá, J. (2021). Comportamiento agronómico del cultivo de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) mediante la utilización de biofertilizantes, en Santa Martha de Cuba – Carchi. Obtenido de <http://www.repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1016>
- Cuaical, S., Guerrero, C., Andrade, M., & León, C. (s.f.). Efecto de la aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre la calidad poscosecha de uvilla orgánica (*Physalis peruviana*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 2019. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/813/81359562007/html/>
- Endara, A. (2020). Detección de Candidatus Phytoplasma en cultivos de uvilla (*Physalis peruviana* L.) en la Sierra norte y centro del Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/18034>
- Endara, A. (2020). Diseño de un modelo de optimización de manejo poscosecha y logística de la uvilla *physalis peruviana* L. para los productores de la zona de Intag. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10440>
- Espinoza, Y., & García, R. (2021). Análisis de pectina en pulpa de uvilla (*Physalis peruviana* L.) mediante hidrólisis ácida en la Finca Layla's provincia de Cañar 2021. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/58464>
- Fernández, P., & Besada, C. (2020). ¿Qué información quiere recibir el consumidor cuando compra fruta fresca?. La etiqueta sensorial. Obtenido de <http://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/7425>
- Fernández, P., Tarancón, P., & Besada, C. (2020). ¿Qué información quiere recibir el consumidor cuando compra fruta fresca?. La etiqueta sensorial. *Agrícola Vergel*. Obtenido de <http://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/7425>

- Fuertes, M., Altuna, J., & Coba, M. (2021). Identificación de *Cercospora* spp. como agente causal de mancha foliar en cultivos de uvilla (*Physalis peruviana* L.) en la Sierra norte del Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*. Obtenido de <http://remcb-puce.edu.ec/remcb/article/view/899>
- García, F., & Villarruel, J. (2019). Estimación de la vida útil sensorial de la salchicha tipo Huacho de bajo tenor graso utilizando el Método de Riesgos de Weibull. Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/5443>
- Gómez, S., Torres, V., García, Y., & Herrera, M. (2019). Procedimiento estadístico para el análisis de experimentos con medidas repetidas en el tiempo en la esfera agropecuaria. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2079-34802019000400353&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- González, V., Herrera, T., & Peralta, A. (2020). Determinación de la capacidad conservante del aceite esencial de canela sobre uvilla (*Physalis peruviana*) como tratamiento postcosecha. Obtenido de <https://www.cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/articulo/view/1235>
- Google, M. (2022). *Ubicación geográfica*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/place/Hacienda+El+Prado/@-0.3016992,-78.3655415,4666m/data=!3m1!1e3!4m2!1m6!3m5!1s0x91d5be480615391b:0x458a5dfacd426dd6!2sHacienda+El+Prado!8m2!3d-0.3127942!4d-78.3483581!3m4!1s0x91d5be480615391b:0x458a5dfacd426dd6!8m2!3d-0>
- Guamán, M. (2019). Determinación de los costos de producción del cultivo orgánicos de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) en la asociación de producción agrícola HORTAVEL Manzano

Guarangui, parroquia el Sagrario - Ibarra. Obtenido de

<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6410>

Gutiérrez, E. (2019). Evaluación del ácido ascórbico en frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) y poro poro (*Passiflora mollissima* Kunth) durante la poscosecha. *Universidad Nacional de Cajamarca*. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3680>

Labuza, T. (1982). *Shelf - Life Dating of foods, Westport, connecticut* . USA.

Lanchero, O., Velandia, G., Fischer, G., Varela, Nidia, & García, H. (2007). Comportamiento de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en poscosecha bajo condiciones de atmósfera modificada activa. Obtenido de <http://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/84>

Larrea, E. (2021). Elaboración y control de calidad de un suplemento alimenticio en polvo a base de uvilla (*physalis peruviana*) y guayaba (*Psidium guajava*). Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53786>

Larrea, E. (2021). Elaboración y control de calidad de un suplemento alimenticio en polvo a base de uvilla (*physalis peruviana*) y guayaba (*Psidium guajava*). Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53786>

López, D. (2018). Estudio de secado por aspersión para la obtención de pulpa de uvilla (*Physalis peruviana* L.) en polvo. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/27560>

López, D., Cuatin, L., Andrade, J., & Osorio, O. (2016). Evaluación de un recubrimiento comestible a base de proteínas de lactosuero y cera de abeja sobre la calidad fisicoquímica de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Obtenido de

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-28122016000400002&lng=en&nrm=iso&tlng=es

Maldonado, F. (2019). Elaboración de una bebida alcohólica a base de uvilla (*Physalis peruviana*) para incrementar la cartera de productos en la microempresa “Asociación Manos Productivas. Obtenido de <http://www.repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/870>

Mikolaiczik, B. (2020). Filme bioativo de amido de mandioca com extrato de *Physalis peruviana*. Obtenido de <http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/2052>

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2022). Producción agrícola. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/>

Miranda, C., Rosales, A., Sánchez, J., & Cerda, L. (2019). El sector hortofrutícola de Ecuador: Principales características socio-productivas de la red agroalimentaria de la uvilla (*Physalis peruviana*). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6817418>

Morán, V. (2021). Efecto del pelado químico como pretratamiento en la deshidratación de uvilla (*Physalis peruviana* L.). Obtenido de <http://www.repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1012>

Moreno, C., Pilamala, A., Molina, J., & Cerda, L. (2019). El sector hortofrutícola de Ecuador: Principales características socio-productivas de la red agroalimentaria de la uvilla (*Physalis peruviana*). *revistas.uptc.edu.co*. Obtenido de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/8809

Muñoz, A., Barbosa, A., Bustos, D., Ramírez, Y., Vásquez, Y., García, J., & 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. 86-

94. Obtenido de http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/722

Naspud, M. (2020). "Actividad biológica de las lectinas obtenidas de semillas del achotillo

(*Nephelium lappaceum*) y uvilla (*Physalis peruviana*), Riobamba, 2019 - 2020". Obtenido

de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6800>

Pinchao, D. (2022). Monografía recopilación de los efectos de fertilización orgánica y química

sobre la calidad de la fruta de uchuva (*Physalis peruviana* L). Obtenido de

<http://repository.unad.edu.co/handle/10596/44910>

Pineda, D., Miranda, I., Hernández, D., & Rodríguez, M. (2021). ITSEIN: software para el cálculo

del límite de tolerancia a *Meloidogyne* spp. en cultivos de importancia económica.

Obtenido de <http://revistas.censa.edu.cu/index.php/RPV/article/view/1153>

Ponce, A. (2020). DESARROLLO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE CON CERA CARNAUBA,

CERA DE ABEJA Y MANTECA DE CACAO EN LA UVILLA (*Physalis peruviana*) TRABAJO

DESCRIPTIVO. Obtenido de

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

Restrepo, J., & Aristizábal, I. (2010). CONSERVACIÓN DE FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch cv.

Camarosa) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES DE GEL

MUCILAGINOSO DE PENCA SÁBILA (*Aloe barbadensis* Miller) Y CERA DE CARNAÚBA.

Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-40042010000300003&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

[40042010000300003&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-40042010000300003&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

- Rivera, I. (2019). Efecto de la concentración de ethephon y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas y apariencia general en bayas de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5112>
- Rojas, E. (2018). “Evaluación del efecto del tiempo, temperatura y recubrimiento comestible, en la calidad comercial del aguaymanto (*Physalis peruviana*L.)”. Obtenido de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3389>
- Saavedra, G. (2019). Principales plagas del cultivo de uvilla (*Physalis peruviana* L.), variedad Colombiana, en la zona de Cumbas Conde, cantón Cotacachi, provincia Imbabura. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6425>
- Saeteros, E. (2020). Guía de prácticas de higiene en frutas y hortalizas para centros de acopio, que garanticen la inocuidad de sus productos. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7206>
- Silva, A. (2018). Acción in vitro de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. como controladores biológicos conjuntos contra *Fusarium oxysporum* en uvilla (*Physalis peruviana*), ecotipo colombiano, en la sierra norte y centro del Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/14680>
- Silva, B. (2021). Análisis del potencial de exportación de la quinua orgánica ecuatoriana al mercado internacional. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/19013>
- Taffur, M. (2019). Deshidratación osmótica con dos agentes edulcorantes para la conservación de la uvilla (*Physalis peruviana* L.). Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1135>

- Torres, E. (2018). Estudio de la uvilla: propuestas innovadoras para preparaciones gastronómicas. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/3863>
- Valarezo, J. (2020). Análisis de la Seguridad Alimentaria en relación a los Sistemas Productivos Agropecuarios en el cantón Tiwintza, Morona Santiago. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21175>
- Velásquez, F., Delgado, D., & Ramírez, E. (2022). Efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento en los parámetros físico-químicos y de color de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana*). *Revista de investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*. Obtenido de <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP/article/view/782>
- Ventura, E. (2019). Almacenamiento de uva en bolsas Xtend para incrementar la vida útil. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10988>
- Villacís, F. (2014). *Estudio del efecto de un recubrimiento comestible y su incidencia en el tiempo de vida útil de la uvilla*. Ambato: Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8425>.
- Vinueza, C. (2017). Estudio del efecto de las condiciones de secado del capuchón en el comportamiento poscosecha de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) durante el almacenamiento refrigerado. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11823>
- Yépez, M. (2018). Evaluación del efecto de la temperatura e índice de madurez sobre la intensidad respiratoria de la uvilla *Physalis Peruviana* L. bajo condiciones de atmósferas modificadas pasivas. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8759>

Zúñiga, R., & Moya, A. (2018). Actividad alcohol aciltransferasa, efecto de la disponibilidad de sustratos sobre la producción de ésteres en frutos de *Physalis peruviana* L. Obtenido de <http://dspace.otalca.cl/handle/1950/11948>

Enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/14k3Z_dMCdEYwrI_FbyFrs8v-QP8KmAQy?usp=sharing