



Evaluación del efecto de recubrimientos comestibles en zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) con diferentes concentraciones de almidón de achira y aceite de ricino conservados a 7°C

Vélez Tuarez, Karla Elizabeth

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, Mgs

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 recubrimientos comestibles en zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) con diferentes concentraciones de almidón de achira y aceite de ricino conservados a 7°C**" fue realizado por la señorita **Vélez Tuarez, Karla Elizabeth**; 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 2022



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

.....
Ing. Larrea Cedeno, Gabriel Alejandro, Mgs
C. C. 1709635039



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Vélez Tuarez, Karla Elizabeth**, con cédula de ciudadanía No. 1726482316 declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: "**Evaluación del efecto de recubrimientos comestibles en zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) con diferentes concentraciones de almidón de achira y aceite de ricino conservados a 7°C**" 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, 11 de marzo del 2022

Vélez Tuarez, Karla Elizabeth
C.C.: 1726482316



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Autorización de Publicación

Yo Vélez Tuarez, Karla Elizabeth, con cédula de ciudadanía No. 1726482316, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: "Evaluación del efecto de recubrimientos comestibles en zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) con diferentes concentraciones de almidón de achira y aceite de ricino conservados a 7°C" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 11 de marzo del 2022

Vélez Tuarez, Karla Elizabeth
C.C.: 1726482316

Reporte de verificación de similitud de contenidos



Karla Velez Proyecto Tesis final (1).docx

Scanned on: 17:51 March 11, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	68
Words with Minor Changes	0
Paraphrased Words	105
Omitted Words	142



Escaneó el documento por:
GABRIEL
ALEJANDRO LARREA
CEDENO

Ing. Gabriel Larrea Cedeño, Mgs.

1709635039

Dedicatoria

En primer lugar, dedicarle este trabajo a dios por brindarme sabiduría y de fortaleza para superar cada obstáculo que se me ha cruzado a lo largo de mi carrera. A mi padres que me han apoyado para realizar este sueño por estar cada día para mí en las buenas y en las mala, con sus consejos, con su amor, comprensión y apoyo económico porque sin toda su ayuda nada de esto hubiera sido posible, ellos son mi inspiración y mi motivación de seguir adelante.

A mi hermana, primos/as y tíos/as que han sido un pilar fundamental en mi vida, por darme su ejemplo de dedicación y perseverancia que es lo que me da fuerzas para seguir cumpliendo mis metas.

A mis profesores que a lo largo de la carrera me brindaron su conocimiento y experiencia para ponerlo en práctica en la vida profesional.

A mis amigos que han estado conmigo en momentos importantes en todo este camino, con los cuales he tenido muchas aventuras y anécdotas inolvidables, gracias por su apoyo incondicional y su amistad desinteresada.

Agradecimiento

Este proyecto, si bien ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación, primero y, antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Le agradezco en especial a mis padres, por creer en mí, porque por varias momentos me motivaron a continuar, a no rendirme, porque nunca me hizo falta un gran abrazo o unas cuantas palabras, para seguir adelante y no rendirme, aunque el camino sea complicado. A mi hermana que me brinda su confianza y cariño en todo lo que me propongo.

A mi tutor Ing. Gabriel Larrea que con su amplia experiencia me ayudo a llevar esta investigación adelante, al Ing. Norman Soria, Doc. Juan Cristóbal Ortiz que me brindaron sus conocimientos y me orientaron al correcto desarrollo y culminación con éxito este trabajo para la obtención de la nombre de la carrera.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE- IASA 1 que cuenta con excelentes catedráticos que te motivan constantemente a mejorar, enseñándome que, si quieres algo, deberás esforzarte para conseguirlo.

Muchas gracias a cada una de las personas que formaron parte de este grandioso proyecto de vida, que me brindaron su apoyo incondicional en cada momento, y sin duda fueron un pilar fundamental para que pudiera hacer llegar a cumplir uno de mis de sueños.

Índice de contenido

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Responsabilidad de autoría.....	3
Autorización de publicación.....	4
Reporte de verificación de similitud de contenido.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido.....	8
Índice de tabla.....	11
Índice de figura.....	13
Resumen.....	15
Abstract.....	16
Capítulo I.....	17
Introducción.....	17
Antecedentes.....	17
Justificación.....	19
Objetivos.....	20
Objetivo general.....	20
Objetivos específicos.....	20
Hipótesis.....	21
Hipótesis nula.....	21
Hipótesis de la investigación.....	21
Capítulo II.....	22
Revisión de literatura.....	22
El cultivo de zanahoria blanca.....	22

Origen	22
Taxonomía	23
Morfología de la zanahoria blanca	23
Variedades	25
Composición nutricional	26
Cosecha de la arracacha.....	28
Almacenamiento.....	28
Vida útil.....	29
Recubrimiento comestible.....	29
Elaboración de los recubrimientos	30
Capítulo III.....	31
Metodología	31
Área de estudio.....	31
Materiales	32
Material vegetal.....	32
Equipos y reactivos	32
Elaboración del recubrimiento.....	34
Establecimiento del ensayo	35
Evaluación de variables	36
Análisis físicos.....	36
Análisis químicos.....	38
Vida útil	40
Diseño experimental	41
Croquis del experimento.....	42
Capítulo IV.	43
Resultados y discusión.....	43

Efecto de los recubrimientos sobre factores físicos de la zanahoria.....	43
Porcentaje de Pérdida de peso	43
Acidez	49
Potencial de hidrógeno (pH).....	55
Diámetro (cm)	60
Longitud	66
Contenido de almidón (gramos)	72
Vida útil	78
Discusión	79
Análisis físico	79
Análisis químico	81
Determinación de Vida útil con base a % pérdida de peso	82
Capítulo V.	84
Conclusiones y Recomendaciones	84
Conclusiones	84
Recomendaciones	85
Bibliografía.	86

Índice de tabla

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>).....	23
Tabla 2. Composición química en 100g de zanahoria blanca.....	27
Tabla 3. Principales vitaminas presentes en la zanahoria blanca.....	27
Tabla 4. Cantidad de ingredientes para cada tratamiento	35
Tabla 5. Tratamiento con sus respectivas formulaciones	42
Tabla 6. ANOVA de la pérdida de peso con respecto al tiempo (días)	46
Tabla 7. ANOVA del porcentaje de pérdida de peso según interacción tiempo (día) tratamiento	46
Tabla 8. Prueba del tamaño del efecto.....	47
Tabla 9. Cálculos de Medias, desviaciones estándar, error estándar, varianza.....	49
Tabla 10. ANOVA de la acidez titulable con respecto al tiempo (día).....	52
Tabla 11. ANOVA de la acidez titulable según interacción tiempo (días) y tipo de recubrimiento (tratamiento).	52
Tabla 12. Prueba de Tukey 5% de error de la acidez.....	53
Tabla 13. Prueba del tamaño del efecto.....	54
Tabla 14. Cálculos de Medias, desviaciones estándar, error estándar, varianza.....	55
Tabla 15. ANOVA del pH con respecto al tiempo (día).....	57
Tabla 16. ANOVA del pH según interacción tiempo- recubrimientos(tratamiento).....	58
Tabla 17. Prueba del tamaño del efecto.....	58
Tabla 18. Cálculos de Medias, desviaciones estándar, error estándar, varianza.....	60
Tabla 19. ANOVA del diámetro con respecto al tiempo (día)	62
Tabla 20. ANOVA del diámetro según interacción tiempo (día)-tratamiento	63
Tabla 21. Prueba de Tukey del diámetro.....	63
Tabla 22. Prueba del tamaño del efecto para diámetro	65
Tabla 23. Cálculos de Medias, desviaciones estándar, error estándar, varianza.....	66

Tabla 24. ANOVA de la longitud con respecto al día.....	69
Tabla 25. ANOVA de la longitud según interacción tiempo (día) y tratamiento.....	69
Tabla 26. Prueba del tamaño del efecto.....	70
Tabla 27. Cálculos de Medias, desviaciones estándar, error estándar, varianza.....	72
Tabla 28. ANOVA del contenido de almidón con respecto al tiempo (día).....	75
Tabla 29. ANOVA del contenido de almidon según interacción tiempo (día) tratamiento	75
Tabla 30. Prueba del tamaño del efecto.....	77
Tabla 31. Cálculos de Medias, desviaciones estándar, error estándar, varianza.....	78
Tabla 32. Días de vida útil según fórmula de la Labuza.	79

Índice de figura

Figura 1. Planta de Arracacia xanthorrhiza	24
Figura 2. Hojas de Arracacia xanthorrhiza	25
Figura 3. Tubérculos de Arracacia xanthorrhiza.....	25
Figura 4. Mapa satelital de la Ubicación Geográfica del IASA I	31
Figura 5. Zanahoria blanca muestra vegetal a experimentar	32
Figura 6. Elaboración del recubrimiento comestibles	34
Figura 7. Sumersión de zanahoria blanca en el recubrimiento.....	36
Figura 8. Peso de las zanahorias identificadas previamente.....	37
Figura 9. Medición de longitud y ancho de las zanahorias.	37
Figura 10. Medición del pH de cada tratamiento	38
Figura 11. Medición de la acidez por método de titulación	39
Figura 12. Determinación del contenido de almidón en 20 g de zanahoria blanca.	40
Figura 13. Distribución y establecimiento del experimento a 7°C	42
Figura 14. Boxplt de pérdida de peso en porcentaje.	43
Figura 15. Boxplt de la media de pérdida de peso con respecto al paso de los días.....	44
Figura 16. Boxplot de pérdida de peso con respecto a los días y los tratamientos.....	45
Figura 17. Agrupación de los tratamientos comparados con la prueba de Tukey (5%).	47
Figura 18. Normalidad y homocedasticidad de los valores.....	48
Figura 19. Boxplt de acidez en porcentaje de ácido tartárico.	49
Figura 20. Boxplt de la media de la acidez (ácido tartárico) con respecto al paso del tiempo (días).	50
Figura 21. Boxplot de la acidez (ácido tartárico) con respecto a los días y los tratamientos	51
Figura 22. Agrupación de los tratamientos comparados con la prueba de Tukey.....	53

Figura 23. Normalidad y homocedasticidad de los valores.....	54
Figura 24. Boxplt del potencial de hidrógeno.	55
Figura 25. Boxplt de la media del pH con respecto al paso del tiempo (días).....	56
Figura 26. Boxplot del pH con respecto al tiempo y los tratamientos.....	57
Figura 27. Normalidad y homocedasticidad de los valores.....	59
Figura 28. Boxplt del diámetro en porcentaje	60
Figura 29. Boxplt de la media del diámetro (cm) con respecto al paso del tiempo	61
Figura 30. Boxplot del diámetro (cm) con respecto a los días y los tratamientos.....	62
Figura 31. Agrupación de los tratamientos comparados con la prueba de Tukey.....	64
Figura 32. Normalidad y homocedasticidad de los valores.....	65
Figura 33. Boxplt del potencial de la longitud (cm)	66
Figura 34. Boxplt de la media de la longitud con respecto al paso de los días.	67
Figura 35. Boxplot de la longitud con respecto a los días y los tratamientos	68
Figura 36. Agrupación de los tratamientos comparados con la prueba de Tukey.....	70
Figura 37. Normalidad y homocedasticidad de los valores.....	71
Figura 38. Boxplot del potencial del contenido de almidón en g.....	72
Figura 39. Boxplot de la media del contenido de almidón con respecto al paso de los días	73
Figura 40. Boxplot del contenido de almidón con respecto a los tiempo (días) y los tratamientos	74
Figura 41. Agrupación de los tratamientos comparados con la prueba de Tukey.....	76
Figura 42. Normalidad y homocedasticidad de los valores.....	77
Figura 43. Determinacion de la vida útil en base a la variable de % de pérdida de peso.	78

Resumen

Se evaluó el efecto de un recubrimiento comestible con tres diferentes concentraciones sobre la vida útil de la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) durante 15 días. Las raíces fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio (50 ppm) y secadas, se trataron con tres soluciones T1 (1,5% de aceite de ricino + 3% de almidón de achira), T2 (2% de aceite de ricino + 3,5% de almidón de achira), T3 (2,5% de aceite de ricino + 4% de almidón de achira), y no recubiertos como control; se sumergieron en la solución de revestimiento durante 3 min en refrigeración (7°C), se secaron al aire durante 1 hora en bandejas de aluminio y separadas considerablemente para evitar contaminación en los tratamientos. A intervalos de 5 días, se evaluó sus características físicas (pérdida de peso y tamaño) y químicas (pH, acidez titulable, contenido de almidón) se midieron con técnicas instrumentales se analizaron los resultados con RStudio. Las zanahorias blancas recubiertas con 2% de aceite de ricino + 3,5% de almidón de achira mostraron menores valores de % de pérdida de peso (9,8) con respecto al T1, T3 y el control con las demás variables se obtuvo una mejor media en el T2 siendo este el recubrimiento con mejores resultados. Los tres revestimientos aumentaron la vida útil de esta raíz hasta los 10 días, se encontraron diferencias significativas en el contenido de almidón ($P > 0,05$), lo que no sucedió con las otras variables.

Palabras claves: Recubrimiento comestible, zanahorias blancas, vida útil, peso.

Abstract

The effect of an edible coating with three different concentrations on the shelf life of white carrot (*Arracacia xanthorrhiza*) for 15 days was evaluated. The roots were disinfected with sodium hypochlorite (50 ppm) and dried, treated with three solutions T1 (1.5% castor oil + 3% achira starch), T2 (2% castor oil + 3, 5% achira starch), T3 (2.5% castor oil + 4% achira starch), and uncoated as control; they were immersed in the coating solution for 3 min in refrigeration (7°C), air-dried for 1 hour in aluminum trays and considerably separated to avoid contamination in the treatments. At 5-day intervals, their physical (weight and size loss) and chemical (pH, titratable acidity, starch content) characteristics were measured with instrumental techniques and the results were analyzed with RStudio. White carrots coated with 2% castor oil + 3.5% achira starch showed lower values of % weight loss (9.8) with respect to T1, T3 and the control with the other variables, a best average in T2, this being the coating with the best results. The three coatings increased the useful life of this root up to 10 days, significant differences were found in the starch content ($P>0.05$), which did not happen with the other variables.

Keywords: *Edible coating, white carrots, shelf life, weight.*

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

En el Ecuador se ha producido abundante diversidad de especies vegetales bajo diversos factores ecológicos, humanos, geográficos y geológicos. Estos factores han permitido una serie de eventos de selección, introgresión, mutaciones y varios mecanismos de aislamiento que han originado una importante diversidad de recursos genéticos vegetales: alimenticios, medicinales, industriales y otros más (Castillo et al., 1996).

Ecuador es reconocido a escala mundial como uno de los países de mayor diversidad del mundo, por su riqueza y variedad de especies de importancia medicinal, alimenticia y nutricional (turismo, 2014)“La región andina es el lugar de nacimiento de una variedad de cultivos alimentarios que fueron domesticados por los indígenas hace miles de años, mucho antes de que se extendiera la civilización inca” (Barrera et al., 2004).

Una de las plantas andinas más antiguas y cultivadas en el período preincaico, la zanahoria blanca o arracacha, fue domesticada antes que la papa y el maíz. No hay evidencia ni indicación de dónde se originó, pero se piensa que pudo haber sido la región norte de Sudamérica, debido a la presencia de especies silvestres (Mazon et al., 1996). Se encuentra distribuida por toda la cordillera andina; desde Venezuela hasta Bolivia, llevándonos a pensar que su domesticación ocurrió en Colombia (Barrera et al., 2004). Parte del área de Andina conoce el antiguo límite cultural Inca, suponiendo que son sus residentes los que por primera vez dominan estos importantes cultivos.

La zanahoria blanca o arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) es una raíz originaria de la región andina (César, 1996), contiene gran cantidad de vitaminas como la A, almidón y muchos minerales. Es un alimento conocido por su alta digestibilidad y alto contenido nutricional. Es importante por sus propiedades nutricionales y debido a que es un cultivo bianual, no se necesita gastar capital en pesticidas ni fertilizantes siendo un cultivo de poca inversión para su producción (Seminario, 2014).

En la mayoría de las zonas productoras de arracacha del Ecuador, es cultivada por agricultores que, por lo general, reducen los riesgos de deterioración mediante la cosecha progresiva y escalonada, según la demanda del mercado o las necesidades de autoconsumo. Como menciona (Vasquez, 2017) de esta especie se cultivan principalmente tres morfotipos, identificados por el color amarillo, blanco y morado de la pulpa de sus raíces. Sin embargo, la primera variedad se cultiva principalmente para el mercado, siendo esta la más resistente a la manipulación y a daños mecánicos, mientras que los dos últimos son más importantes para el autoconsumo porque tienen mejor sabor y son más susceptibles a dañarse (Sáenz & Leydidiana, 2021)

La zanahoria blanca o arracacha al ser uno de los cultivares más antiguos se debe potenciar su producción, además de los grandes beneficios nutricionales y medicinales que ofrece, utilizados desde nuestros ancestros como medio de prevención y curación de enfermedades.

Justificación

La arracacha o zanahoria blanca es consumida en toda la zona litoral del país, donde básicamente su producción es destinada para el mercado local, por lo que su demanda y precio es bajo por ende no hay ganancias para los productores, que como consecuencia terminan marginando este cultivo y se dedican a la producción de cultivos con una mejor rentabilidad (Barrera et al., 2004).

La producción y el consumo de las raíces y tubérculos andinos no tradicionales como la zanahoria blanca muestran una tendencia decreciente, debido a que el mercado ha marginado estos productos para cambiarlos por los cultivos tradicionales como la papa, la zanahoria común y el melloco (Espinosa et al., 1996). Por esta razón, en los últimos años los productores de zanahoria blanca se han visto obligados que sembrar este cultivo a pequeña escala.

Otro de los problemas que enfrenta la producción de la zanahoria blanca es la falta de conocimiento local en el manejo del cultivo, siendo la causa de la pérdida de las técnicas y algunos ecotipos que se producían en el país.

El conocimiento limitado de la población y el poco interés de las organizaciones gubernamentales hacen que el cultivo de la zanahoria blanca no sea tomado en cuenta a pesar de sus potencialidades que tiene tanto en la industria culinaria, como en la agroindustria, para poder darle un valor agregado adecuado aprovechando su alto valor nutritivo (Alulema & Steven, 2017)

Es muy poca la información que se puede encontrar acerca del mejor almacenamiento de la zanahoria blanca o arracacha y sobre los factores principales que determinan el tiempo de vida útil y si este puede ser alargado con ayuda de productos

de fácil acceso (Vasquez, 2017) teniendo en cuenta que los factores que pueden afectar el bienestar de la raíz pueden ser daños al transportarlos, la temperatura o el tipo de empaque.

Por todo lo antes mencionado, la presente investigación tuvo como objetivo emplear recubrimiento comestible que es una capa delgada que sirve como protección en la raíz a una temperatura de 4°C para la conservación de la calidad y características tanto físicas como químicas alargando la vida útil en las arracachas.

Permitiéndonos darle un valor agregado a este producto novedoso, con grandes beneficios e importancia para la salud humana que sería importante rescatar de nuestros antepasados y que por falta de conocimiento nos estamos perdiendo de grandes beneficios.

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar el efecto del uso de recubrimientos comestibles como tratamiento postcosecha para alargar la vida útil en la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) de interés comercial a una temperatura de 7°C conservando las características organolépticas del tubérculo.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto del recubrimiento comestible a diferentes niveles de aplicación sobre la vida útil de la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) conservando sus propiedades.

- Determinar los cambios físicos (tamaño y pérdida de peso) que se presenten en la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) usando el recubrimiento comestible para la conservación de la calidad y vida útil de este tubérculo.
- Determinar los cambios químicos (pH, acidez titulable, contenido de almidón) que se presenten en la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) usando el recubrimiento comestible para la conservación de la calidad y vida útil de este tubérculo.

Hipótesis

Hipótesis nula

El uso de recubrimientos comestibles a diferentes concentraciones no influye en el aumento de vida útil, y altera las características organolépticas en la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*).

Hipótesis de la investigación

El uso de recubrimientos comestibles a diferentes concentraciones ayuda a aumentar la vida útil y no altera las características organolépticas en la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*).

Capítulo II

Revisión de literatura

El cultivo de zanahoria blanca

Origen

La zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) es un tubérculo de origen del sur del continente, de la familia de las Apiaceae, sus raíces contienen cerca de 67.29 g de almidón por cada 100 g de materia seca o materia prima recién cosechada (Saez et al., 2020). Algunos afirman que la arracacha es originaria de Jamaica, mientras que otros afirman que la zona de origen de esta planta se encuentra en la Cordillera de los Andes al norte de Sudamérica. Esto se debe a que la mayoría de las especies de este género se encuentran aquí (Seminario, 2014). En Brasil, se producen cerca de 16 mil hectáreas de zanahoria blanca, específicamente al Sur y Sureste del país, Minas Gerais es el estado con mayor producción, cerca de 67 mil toneladas en el año 2018 (Saez et al., 2020). Su consumo se realiza de manera directa y es poco aprovechada de manera industrial. Actualmente cerca del 5% del total del volumen de la producción es utilizado por la industria.

La degradación de este tubérculo empieza a ocurrir a los cuatro días después de ser cosechado, esta situación deja a los productores en una posición arriesgada para su venta. Debido a la cantidad de almidón de la zanahoria blanca, su fácil deterioro y poca participación en la industria, la extracción de su almidón y posible aplicación en la industria alimentaria se convierte en una alternativa interesante (Saez et al., 2020).

El centro de domesticación de la arracacha parece ser la región andina, en la cual se han identificado varias especies de este género, El cultivo se había empezado a desarrollar en la época preincaica. La mayor variabilidad de germoplasma se encuentra

en Ecuador donde se distribuye a lo largo del callejón interandino, también encontramos distribuida zanahoria blanca en Colombia y Perú (Mazon et al., 1996)

Taxonomía

La clasificación taxonómica de la zanahoria blanca, según Freire (1991 se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1

*Clasificación taxonómica de la (*Arracacia xanthorrhiza*)*

TAXON	NOMBRE
Clase:	Apiaceae o Umbelliferae
Reino:	Plantae
Orden:	Apiales
Familia:	Oxalidácea
Género:	Arracacio
Especie:	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>
Nombre vulgar:	Zanahoria blanca, Apio criollo, Arracacha

Nota. Esta tabla muestra los taxones junto con el nombre a los que pertenece la zanahoria blanca. Elaborado por (Freire, 1991) <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/447>

Morfología de la zanahoria blanca

Las zanahorias blancas son plantas bienales. En el primer año se forman varias rosetas de hojas y raíces. Después de un período de inactividad, se desarrollan tallos cortos en los que se forman las flores durante la segunda temporada de crecimiento (Sánchez, 2016).

Figura 1

Planta de Arracacia xanthorrhiza



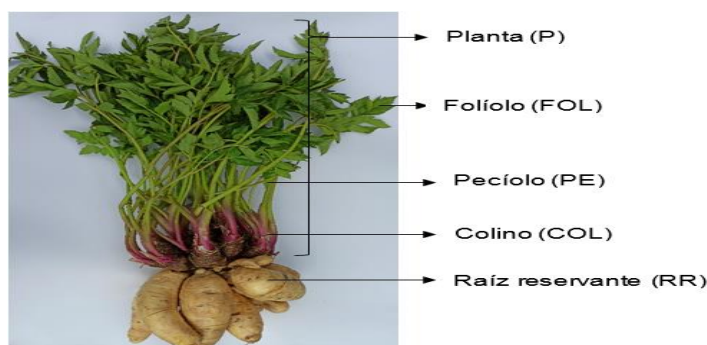
Nota. Adaptado de Oxalis tuberosa [Fotografía], por Plant world, 2016, <http://plantworld2.blogspot.com/2016/05/oxalis-tuberosa.html>

Las plantas de arracacha tienen tallos cilíndricos cortos, numerosos cogollos en la parte superior, con pecíolos largos y hojas con flores de color púrpura (Cusihuaman, 2020). Su parte comestible es la raíz, que se asemeja a una zanahoria espesa y puede ser blanca, amarilla o morada según la variedad.

Los tubérculos de la zanahoria blanca tienen una forma alargada, lo cual concuerda con las colecciones de germoplasma de arracacha de tres países que son Ecuador, Perú y Bolivia (César, 1996). En cuanto a sus colores, existen tubérculos blancos, amarillos anaranjados, hasta morados (Barrera et al., 2004).

Figura 2

Hojas de Arracacia xanthorrhiza



Nota. Adaptado de Arracacha (Ibia, Zanahoria blanca) [Fotografía], por L. Leyva, 2019, <https://www.tuberculos.org/zanahoria-ibia/>

Figura 3

Tubérculos de Arracacia xanthorrhiza



Nota. Adaptado de Producción orgánica de cultivos andinos (p.1), por M. Suquilanda, 2012, FAO, http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf

Varietades

Hay tres formas hortícolas principales en el país, la diferencia es el color de la superficie de la raíz o la pulpa, que son blanco, amarillo y morado, de las cuales cada una tiene sus propios beneficios y apariencia. Las características se nombran tomando en cuenta su textura, color y sabor de los diferentes variedades de arracacha.

Blanca: Variedades disponibles comercialmente alrededor del país. Es una raíz extremadamente delicada por lo que hay que tener mucho cuidado después de la cosecha (Espinosa et al., 1996). Esta variedad poco comercializada por el cuidado que requiere por lo que generalmente se cultiva solo para consumo de los hogares agricultores.

Amarilla: esta variedad es más comercializada que la anterior, debido a que es más demanda en el mercado local. a diferencia de los otros este presenta un tallo más grueso sirviendo de alimento para animales domésticos como el chancho. Tiene menor producción, pero es resistente al ataque de plagas (Espinosa et al., 1996)

Morada: es diferenciada por la coloración especial que presenta en su tallo. No produce mucho, por lo tanto, el rendimiento por hectárea es menor que con la variedad blanca (Espinoza et al., 1999)

Viendo que esta raíz de suma importancia para el consumo humana, la zanahoria blanca tiene características inigualables que debemos rescatar y que las personas conozcan su valor.

Composición nutricional

La arracacha o zanahoria blanca según Vásquez (2017) es un alimento con gran valor energético, gracias a que, en su composición nutricional, se encuentra mayor presencia de carbohidratos en comparación del contenido de azúcares, almidón y de los minerales como el hierro, entre otros, además de constituir con vitamina A y niacina. La composición nutritiva en 100 gr. del tubérculo fresco propuesta por (León et al., 2011) se presenta en la Tabla 3.

Tabla 2

Composición química en 100g de zanahoria blanca

Componentes	g/100g de materia fresca		
	Media	Intervalo de variación	
Humedad %	74	64	81
Sólidos solubles totales	26	17	34
Carbohidratos (g)	25	19	30
Proteínas	0,9	0,6	1,9
Lípidos	0,3	0,2	0,4
Cenizas	1,3	1,1	1,4
Fibra	0,8	0,6	1,2
Almidón (g)	23,5	16,9	25,5
Azúcares Totales	1,7	0,7	1,9
Calorías	104	96	126

Nota. Esta tabla muestra los valores de cada uno de los elementos nutricionales más importantes que se encuentran en la arracacha. Obtenida de Santos, y citada por Vásquez (2017)

Tabla 3

Principales vitaminas presentes en la zanahoria blanca.

Vitamina	mg/100g de materia fresca		
	Media	Categoría de variación	
Ac. Ascórbico	23	18.26	28.40
Vitamina A	1760	255	6879
Tiamina	0,1	0,02	0,1
Riboflavina	0,04	0,01	0,09
Niacina	3,5	1	4,5
Piridoxina	0,03	0,01	0,07

Nota. Vitaminas que contiene la zanahoria blanca en 100g de materia fresca, citado por Vásquez (2017)

Cosecha de la arracacha

Según Sandoval et al (2017), la arracacha generalmente se cosecha después de 10 meses. El amarillamiento de las hojas es una señal fisiológica de la madurez de la planta. La recolección de esta raíz alcanza los 3-4 cm de diámetro y se completa cuando las hojas de la parte aérea se tornan amarillas.

Las raíces se pueden dejar en el campo durante 4-5 meses después de completar su maduración fisiológica a la espera de un mejor precio. Sin embargo, si la cosecha se retrasa, las raíces crecerán más largas y gruesas y, al mismo tiempo, se volverán fibrosas, lo que reducirá el poder comercial (Sandoval et al., 2017).

Reinoso (2001) afirma que pueden ocurrir daños mecánicos durante la cosecha. Esto tiene un impacto significativo en el deterioro del cultivo después de la cosecha. Las raíces de estas lesiones son los puntos de entrada de hongos y bacterias presentes en el suelo y el medio ambiente. Algunos de estos factores son:

Almacenamiento

La arracacha se considera perecedera, lo cual es el factor limitante que contribuye a la menor comercialización de este producto. Unos días después de la cosecha, se forman manchas marrones antes de que la Arracacha comience a pudrirse. Se puede observar una disminución del brillo y una apariencia poco atractiva en el mercado (Quiros & Aliaga, 1997).

Las raíces de arracacha no se pueden almacenar durante días. La recolección se realiza por etapas según el consumo y las necesidades del mercado, y si se trata de consumo directo, la recolección se realiza diariamente, cada dos días o semanalmente (Vasquez, 2017). El período máximo de almacenamiento de las raíces (sin que sufran

daño considerable) es de ocho días. Para ello, se requiere almacenarlas en lugar fresco y seco, que no estén mojadas y que no sufran golpes (Espinosa et al., 1996). Cuando se cosecha comercializar, hay que tener presente que, la zanahoria blanca disminuye de peso conforme pasan los días, por lo que hace más difícil es aumento de su vida útil.

Vida útil

En esencia, la vida útil de un alimento se define como el tiempo que tarda en conservar sus propiedades fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales. La vida útil incluye varios aspectos del valor nutricional, como el valor nutricional y las características sensoriales. Cuando este valor nutricional se ve comprometido, tiene un impacto significativo en las decisiones de compra de los consumidores (Chica & Osorio, 2003).

Recubrimiento comestible

Los recubrimientos son cualquier tipo de revestimiento utilizado como capa o envoltura de alimentos para prolongar la vida útil del producto que puede ser consumido junto con el alimento. Estas películas reemplazan y fortalecen las capas naturales para evitar pérdidas de humedad, mientras que de manera selectiva permite el intercambio controlado de gases de efecto importante, como el oxígeno, el dióxido de carbono y el etileno, que están involucrados en los procesos de la respiración. Además, los recubrimientos formulados apropiadamente, pueden ser utilizados en la mayoría de los alimentos para responder a los retos asociados con la estabilidad de la calidad, seguridad comercial, valor nutrimental y los costos económicos de producción (Nazate, 2018).

Elaboración de los recubrimientos

En 2000, *Heliantus annuus* L. Cuando se mezclaron aceite de girasol y almidón de maíz *Zea mays* L. con glicerina y sorbitol como plastificantes, el recubrimiento se adhirió a la *Daucus carota*, dando como resultado excelentes propiedades mecánicas con tres pérdidas de vapor de agua controladas (Zevallos Marchan, 2017).

Las propiedades funcionales, organolépticas, nutricionales y mecánicas de una película comestible pueden modificarse mediante la adición de varios productos químicos en cantidades menores. Los plastificantes, como glicerol, sorbitol o polietilenglicol, se utilizan a menudo para modificar las propiedades mecánicas de la película. Estos compuestos disminuyen las atracciones intermoleculares entre las cadenas poliméricas adyacentes, lo que aumenta la flexibilidad de la película.

Los compuestos lipofílicos actúan como emulsionantes y plastificantes aumentando la flexibilidad de la película. Algunos lípidos como aceites vegetales, lecitina, ácidos grasos y ceras se incorporan a las películas como plastificantes. La transferencia de vapor de agua generalmente ocurre a través de la porción hidrófila de la película, por lo tanto, la permeabilidad al vapor de agua (WVP) depende de la relación hidrófila.

Capítulo III

Metodología

Área de estudio

El estudio se realizará en el campus de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I, Hacienda El Prado, ubicado en la parroquia San Fernando, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha (Figura 1). Geográficamente se localiza a 78° 24' 44" LO, 0° 23' 20" LS y 2748 m de altitud. La temperatura media anual es de 14 °C, y la precipitación anual de 1300 mm (**Arce, 2009**). Ecológicamente pertenece a bosque húmedo montano y su formación vegetal es el matorral altoandino o matorral húmedo montano.

Figura 4

Mapa satelital de la Ubicación Geográfica del IASA I



Nota. Adaptado de Google Maps, por Google Maps, 2021, FAO, [https://www.google.com.ec/maps/place/IASA+\(Carrera+Agropecuaria+Universidad+de+las+Fuerzas+Armadas+\)/@-0.3856423,-78.4185909,17z/data=!3m1!4m5!3m4!1s0x91d5bb2c607a54a7:0x41f3cfca99f509d5!8m2!3d-0.3856423!4d-78.4164022?hl=es](https://www.google.com.ec/maps/place/IASA+(Carrera+Agropecuaria+Universidad+de+las+Fuerzas+Armadas+)/@-0.3856423,-78.4185909,17z/data=!3m1!4m5!3m4!1s0x91d5bb2c607a54a7:0x41f3cfca99f509d5!8m2!3d-0.3856423!4d-78.4164022?hl=es)

Materiales

Material vegetal

Raíces recién cosechadas de cultivares de arracacha o zanahoria blanca procedentes de San José de Minas de la provincia de Pichincha que se encuentra a una altitud de 1800 a 3200 msnm, con una temperatura promedio de 17 a 25°C.

Se adquirió 200 zanahorias de las cuales se fueron descartando las que presentaban mayor daño mecánico al transportarlas, obteniendo al final 120 arracachas para realizar la investigación todas en el mismo estado de madurez.

Figura 5

Zanahoria blanca muestra vegetal a experimentar



Nota: Materia prima obtenida de San José de Minas lavadas y desinfectadas.

Equipos y reactivos

- Balanza analítica
- Estufa
- Equipos de titulación
- Campanas desecadoras
- Refrigerador

- Morteros
- Refractómetro
- Potenciómetro
- Matraz volumétrico de 500 ml
- Vasos de precipitación de 500 ml
- Vasos de precipitación de 100 ml
- Probeta de 500 ml
- Pipetas de 1 y 10 ml
- Bureta de 50 ml
- Agitador
- Termómetro
- Licuadora
- Recipientes de plástico y acero inoxidable
- Bandejas de aluminio
- Papel filtro
- Embudo
- Baño María
- termómetro
- Recipiente de vidrio de 1 lt con tapa
- Tween 80
- Glicerol
- Aceite de ricino
- Hidróxido de sodio
- Harina de achira
- Agua oxigenada

Elaboración del recubrimiento

Para obtener un recubrimiento comestible se tomó la cantidad de agua destilada necesaria para que cada uno de los tratamientos lleguen a 1lt, se le mezcló con el aceite de ricino, tomando que en investigaciones antes realizadas se determinó que el porcentaje ideal de aceite esencial para un bio recubrimiento debe estar entre los 1.5% y 2% en p/p para no alterar las propiedades mecánicas del recubrimiento o las características de la raíz al cual se la incorpora (Yadav et al., 2018) (Khalifa et al., 2016). En cuanto al tween 80 se logró identificar gracias a pruebas anteriores que la cantidad necesaria es de 0.1% a 0.5%, después se homogenizo con el fin de obtener una mezcla estable, esto se logró licuando por 5 minutos la emulsión.

Luego de tener la emulsión se colocó la harina de achira y el glicerol, a baño maría a una temperatura de 86°C durante 5 minutos con agitación constante evitando que se gelifique solo la harina y no se mezcle con la emulsión antes realizada, luego de esto agregar 1,5% de pectina (Estrada et al., 2015), y se lo dejo en baño maría con agitación constante por 25 minutos más.

Figura 6

Elaboración del recubrimiento comestibles



Nota: Formulaciones para cada uno de los tratamientos con diferentes concentraciones de aceite de ricino y harina de achira.

Las cantidades de los reactivos utilizados para este experimento teniendo en cuenta que ningún ingrediente se pasa de su valor óptimo para no alterar las características de la raíz y estos valores se mencionan en la tabla 4.

Tabla 4

Cantidad de ingredientes para cada tratamiento

	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos
Aceite ricino	1,5	15	2	20	2,5	25
Harina de achira	3	30	3,5	35	4	40
Tween 80	0,5	5	0,5	5	0,5	5
Glicerol	2	20	2	20	2	20
Pectina	1,5	15	1,5	15	1,5	15
Agua destilada	91,5	915	90,5	905	89,5	895
Total	100	1000	100	1000	100	1000

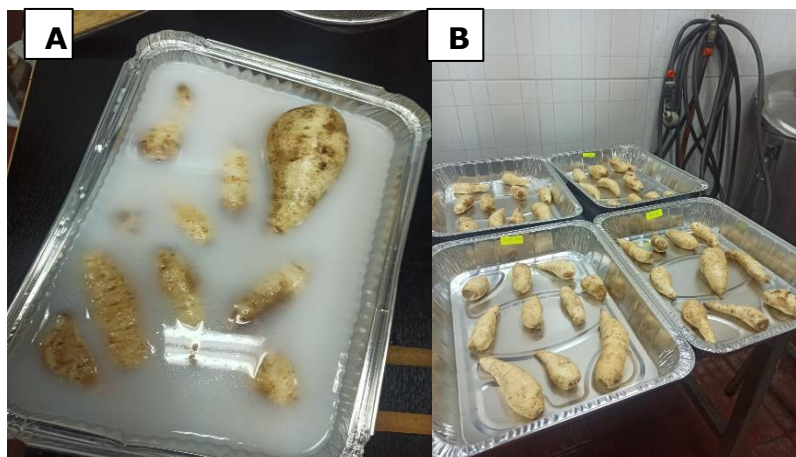
Nota: Principales ingredientes utilizados en la preparación del recubrimiento comestibles para cada uno de los tratamientos variando únicamente la cantidad de aceite esencial y de la harina.

Establecimiento del ensayo

Se realizó la desinfección de las zanahorias blancas con mucha precaución con hipoclorito de sodio a 50 ppm de concentración, para luego realizar el recubrimiento comestible de la mejor manera y según las indicaciones de la (tabla 4) para luego colocar a las zanahorias por método de inmersión en la emulsión por 3 minutos, para después dejarlas secando por 1 hora con ayuda de un y evaluar su proceso de conservación por 15 días en refrigeración a 7°C. Se ubicaron las bandejas de cada tratamiento completamente al azar en el cuarto frío ubicado en el laboratorio de post cosecha en la Hacienda El Prado.

Figura 7

Sumersión de zanahoria blanca en el recubrimiento



Nota: A= Colocar el recubrimiento comestible por el método de inmersión a las zanahorias blancas; B= secado de estas hasta que el recubrimiento de adhiera a la raíz totalmente

Evaluación de variables

Análisis físicos

Pérdida de peso

Se evaluó diariamente hasta que el producto perdió su calidad por consumo. Es importante monitorear la pérdida de peso fresco de la fruta almacenada como indicador de calidad y calcularla como un porcentaje de la pérdida de peso al peso inicial, como se muestra en la fórmula (Valera et al., 2011).

$$\% \text{Pérdida de peso} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100$$

Figura 8

Peso de las zanahorias blancas identificadas previamente



Nota: Se realizó el pesaje de las mismas zanahorias durante toda la investigación

Tamaño

Para determinar el tamaño de la raíz se tomaron datos de la longitud y el ancho de 2 zanahorias blancas por tratamiento y repetición, obteniendo datos de 24 arracachas que fueron la mismas durante toda la investigación, estos resultados se realizaron con la ayuda de un calibrador.

Figura 9

Medición de longitud y ancho de las zanahorias blancas.



Nota: El largo y el ancho medidos siempre desde el mismo punto

Análisis químicos

Potencial de hidrógeno (pH)

La evaluación del pH se realizó al inicio y al final de la vida útil. Para ello se pesaron 25 g de arracacha y se llevó a un volumen de 250 ml, licuando con agua destilada. En la suspensión se midió el valor de pH con el pHmetro, agitando constantemente.

Figura 10

Medición del pH de cada tratamiento



Nota: con 25 g de arracacha se prepara la solución para medir el pH

Acidez titulable

La medición de la acidez se realizó licuando 25 g de la zanahoria sin cáscara, se aforó con agua destilada a 250 ml, esto se coló con ayuda de una media nylon, para luego medir en una probeta 25 ml de la solución lo que será utilizado para la titulación con hidróxido de sodio. Para obtener los valores de acidez se empleó la siguiente fórmula.

$$A = \frac{V1 * N1 * M}{V2}$$

Siendo:

- A = g de ácido en 1000 cm^3 de producto
- V_1 = cm^3 con NAOH usados para la titulación de la alícuota
- N_1 = normalidad de la solución de NAOH
- M = peso molecular del ácido considerado como referencia
- V_2 = Volumen de la alícuota de solución utilizada

En el caso de la zanahoria blanca o arracacha, esta raíz contiene ácido tartárico el cual tiene un peso molecular de 150,08 g/mol, siendo este el valor que se utilizará para reemplazar en la fórmula antes mencionada.

Figura 11

Medición de la acidez por método de titulación



Nota: método de titulación con hidróxido de sodio.

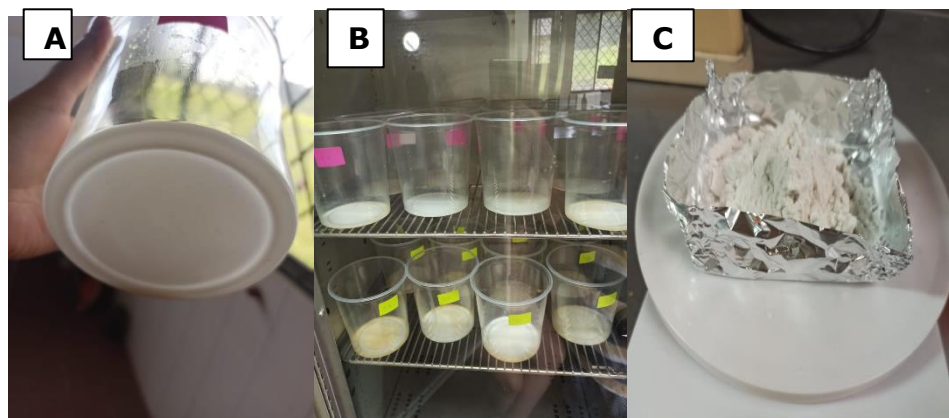
Contenido de almidón

En el caso de esta variable se utilizaron 20 g de zanahoria blanca pelada, licuándola con 250 ml de agua destilada, después se coló para eliminar todos los sólidos de la mezcla, el resultado del licuado se dejó reposar por un día en recipientes de plástico transparente para después ponerlo en la estufa a 45°C por 4 horas para no alterar sus características.

Al terminar el secado y observar que este el almidón se procedió a despegar el almidón de los recipientes para después pesar el contenido de almidón de cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

Figura 12

Determinación del contenido de almidón en 20g de zanahoria blanca.



Nota: Proceso de contenido de almidón: A=almidón sedimentado en la tarrina; B= secado del almidón en la estufa; C= pesaje del almidón de zanahoria blanca.

Vida útil

Al igual que la fecha límite de venta, la vida útil es el período desde que se produce el alimento hasta la fecha de caducidad, es decir, cuando ya no se puede comer, porque es el período durante el cual el alimento ha perdido todas sus características y ya no mantiene la calidad del producto. El final de la vida útil de un alimento depende no solo de mantener niveles mínimos de contaminación, sino también de mantener sus propiedades fisicoquímicas (homogéneas, estables, estructurales) y sensoriales (textura, sabor, aroma) (Mirallas, 2013).

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

$$A = A_0 e^{-kt}$$

Donde:

- A: calidad al tiempo t
- A₀: calidad al tiempo inicial
- k: constante de la reacción

Linealizando la ecuación se tiene:

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

El tiempo de vida útil podría obtenerse despejando t:

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

Diseño experimental

El diseño experimental es un DCA uno para una temperatura ambiente y otro para una temperatura de 4°C. 10 unidades de zanahoria por tratamiento. Se realizaron 3 recubrimientos de diferentes concentraciones (T1, T2, T3) más un testigo sin recubrimiento (T0) con 3 repeticiones (R1, R2, R3), es decir 12 tratamientos en refrigeración a 4°C.

$$4 \times 3 = 12 \text{ tratamientos}$$

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

Para después realizar una comparación de medias de Tuckey con un nivel de significancia de 0,05.

Tabla 5

Tratamiento con sus respectivas formulaciones

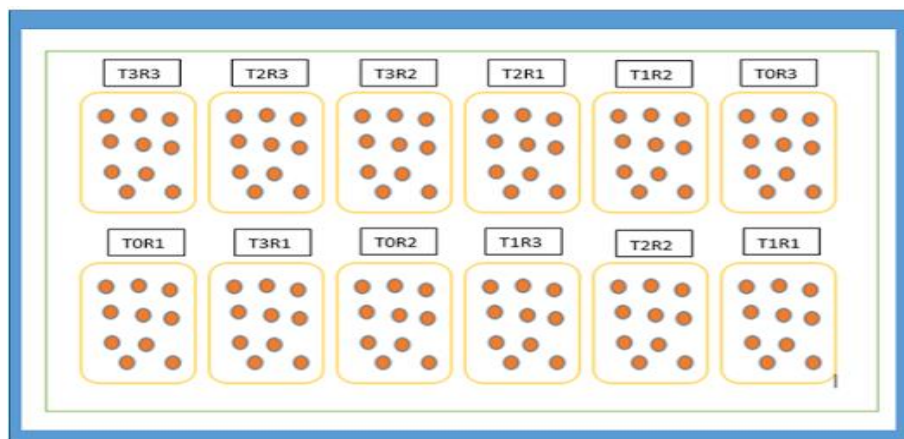
Tratamientos	Repeticiones	Formulaciones
T0	R1	Sin recubrimiento
	R2	
	R3	
T1	R1	1,5% de aceite de ricino + 3% de almidón de achira
	R2	
	R3	
T2	R1	2% de aceite de ricino + 3,5% de almidón de achira
	R2	
	R3	
T3	R1	2,5% de aceite de ricino + 4% de almidón de achira
	R2	
	R3	

Nota: Distribución de los tratamientos con cada una de sus formulaciones y repeticiones en el experimento.

Croquis del experimento

Figura 13

Distribución y establecimiento del experimento a 7°C



Nota: La distribución de los diferentes tratamientos y repeticiones con un diseño completamente al azar T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

Capítulo IV

Resultados y discusión

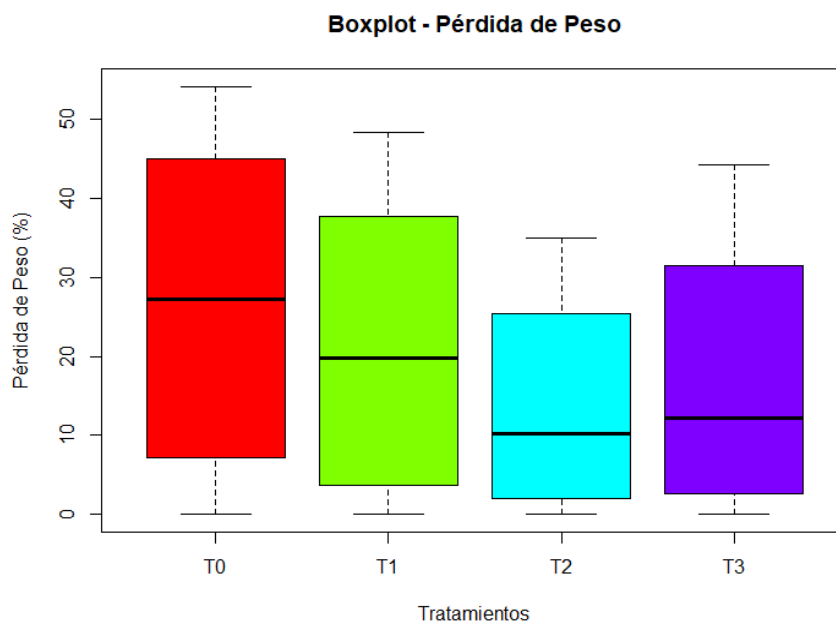
Efecto de los recubrimientos sobre factores físicos de la zanahoria

Porcentaje de Pérdida de peso

Estadística descriptiva

Figura 14

Boxplot de pérdida de peso en porcentaje.



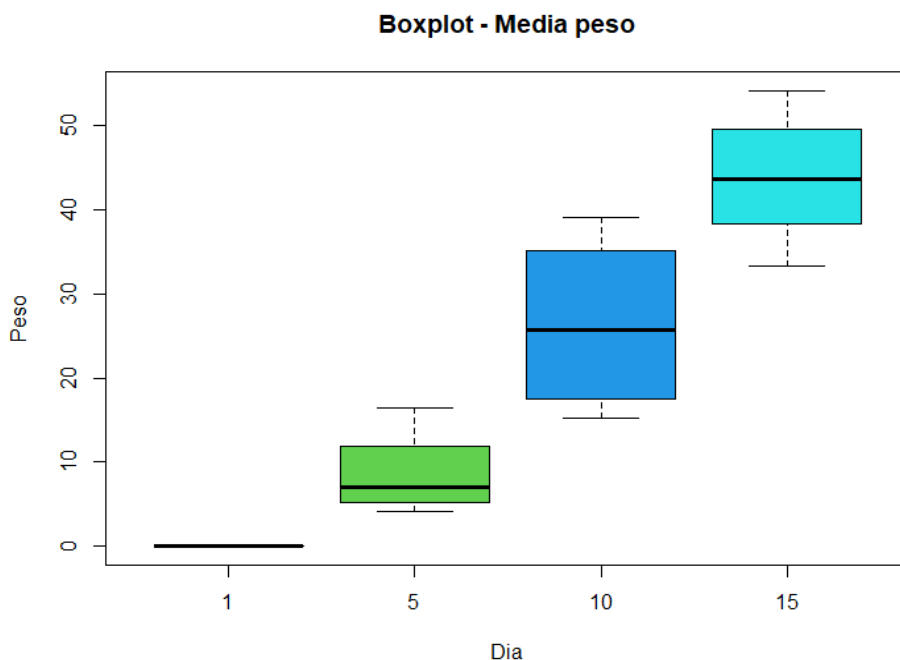
Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

Se puede observar que en el caso del testigo (T0) la media de pérdida de peso es mayor en comparación con los tratamientos teniendo como resultado un límite inferior de un 9,3%, un límite superior de 45,11%; lo que no sucede en el T1, T2 y T3 los cuales sus medias son bajas y estas son 19,6%, 9,8% y 11,4% respectivamente.

Se puede observar que donde se conservó más el peso de la zanahoria blanca es en el tratamiento T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira) que presenta una media con menor porcentaje lo que permite conservar más tiempo la propiedad de calidad, peso de la raíz, bajo las condiciones de almacenamiento a 7°C.

Figura 15

Boxplot de la media de pérdida de peso con respecto al paso de los días

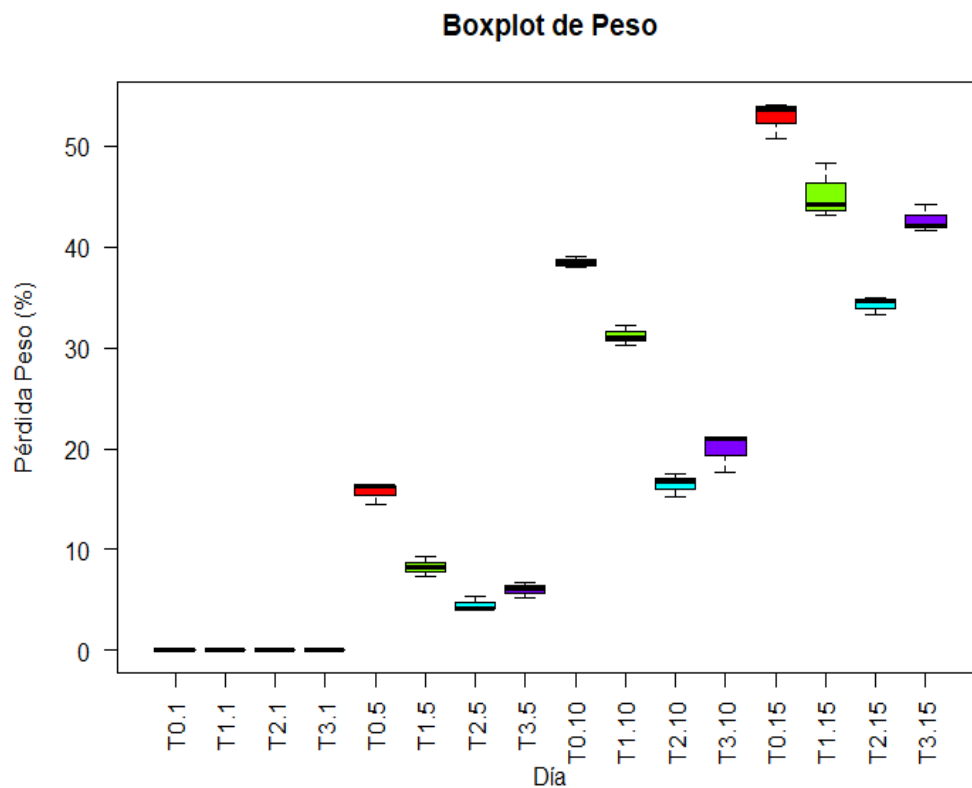


Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

Como resultado se obtuvo que al paso del tiempo los promedios generales de todos los tratamientos por día en el porcentaje de pérdida de peso fueron mayor, aumentó considerablemente a los 15 días después de haber colocado el recubrimiento llegando a una media de 48,3% viendo que el factor tiempo tiene mucho que ver con la conservación de esta característica de la raíz bajo las condiciones de almacenamiento del experimento, comprobando el proceso de senescencia normal de una raíz.

Figura 16

Boxplot de pérdida de peso con respecto a los días y los tratamientos.



Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

En la (Figura 16) se puede observar la reacción de la raíz tomando en cuenta el paso de los días y cada tratamiento, donde se determina que mientras más pase el tiempo la pérdida de peso irá subiendo considerablemente, y esto es mucho más notorio en el T0 (sin recubrimiento) con una pérdida de peso promedio mucho mayor a diferencia de las raíces que sí están recubiertas.

*Estadística inferencial***Tabla 6***ANOVA de la pérdida de peso con respecto al tiempo (días)*

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr (>F)	
Tratamientos	3	1113	371	25.19	2.11×10^{-9}	***
Día	3	13606	4535	308.01	$< 2 \times 10^{-16}$	***
Residuales	41	604	15			

Como se indica en la tabla el tratamiento si influyó en el % de pérdida de peso al igual que la variable días ($F=25.19$; $p<0.05$).

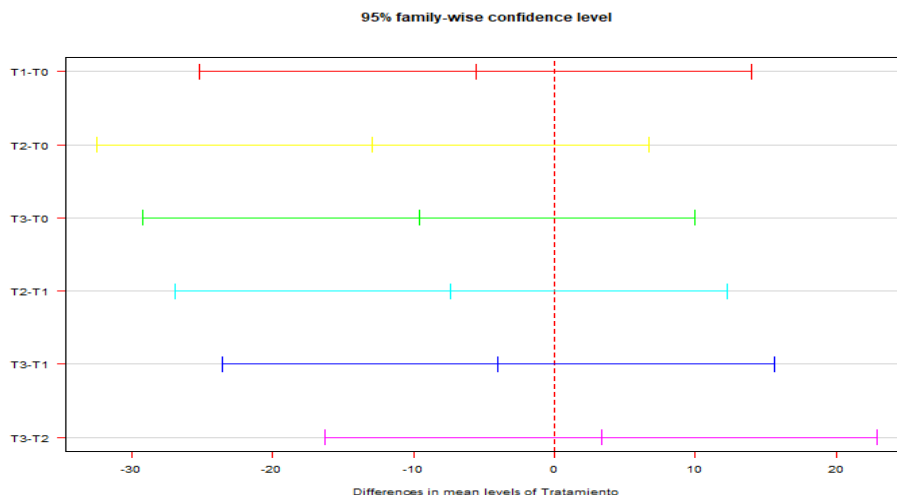
Tabla 7*ANOVA del porcentaje de pérdida de peso según interacción tiempo (día) tratamiento*

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr (>F)	
Tratamientos	3	1113	371	257.08	$< 2 \times 10^{-16}$	***
Día	3	13606	4535	3143.75	$< 2 \times 10^{-16}$	***
Tratamientos: Día	9	558	62	42.94	2.34×10^{-15}	
	32	46	1			

En el caso de esta variable si existe una interacción entre la variable tiempo (día) y los tratamientos ($F=42.94$; $p<0.05$). viendo que no hay diferencias significativas entre tratamientos.

Figura 17

Agrupación de los tratamientos comparados con la prueba de Tukey (5%).



Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

La pérdida de peso no presentó diferencias significativas entre tratamientos las agrupaciones de tratamientos si incluye el cero (Figura 17), con un ($F=1.148$; $p=0.34$), por lo que el mejor tratamiento para esta variable es el 2 por presentar una media más baja en comparación con los demás.

Tabla 8

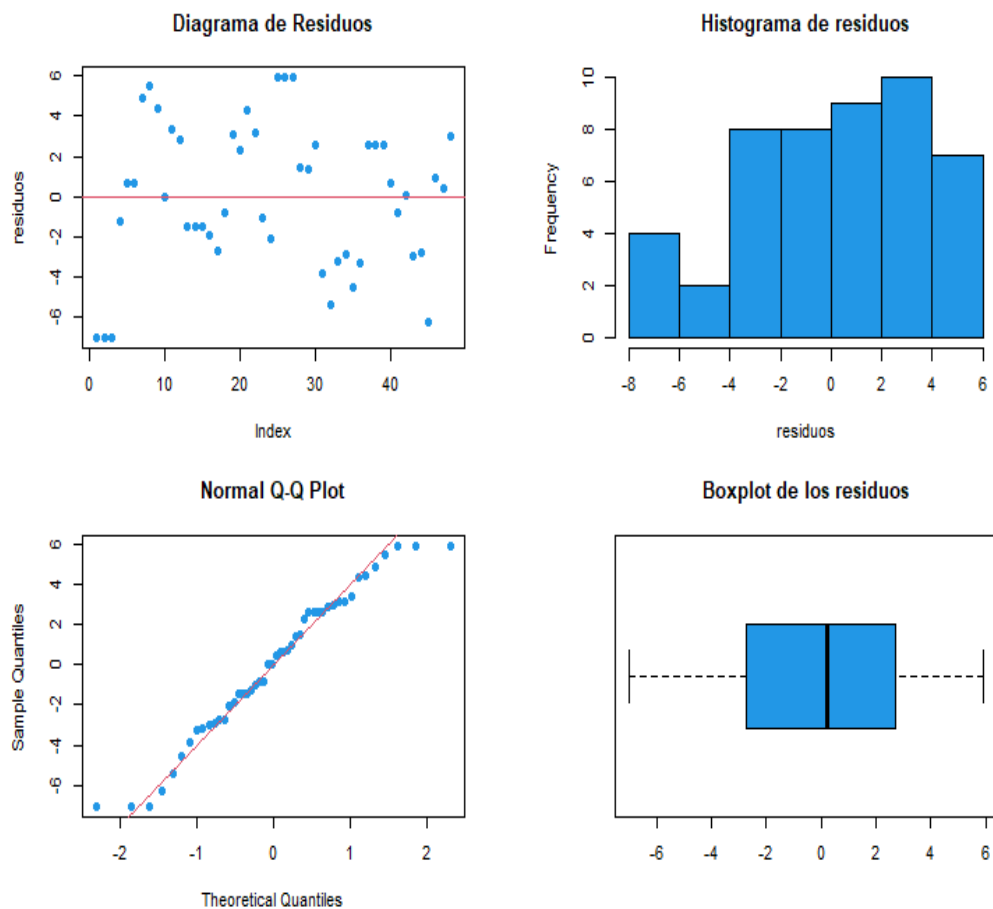
Prueba del tamaño del efecto

	Eta cuadrado	Parte eta cuadrado
Tratamiento	0.111	0.648
Día	0.889	0.957

Como se puede observar en la Tabla 9 el que mayor aporta en el % de pérdida de peso es el tiempo de almacenamiento (día) con un 88.9% de influencia sobre esta variable, en cambio, el tratamiento solo influye con un 11.1%.

Figura 18

Normalidad y homocedasticidad de los valores



Los valores para la variable cumplen con los parámetros de normalidad y homocedasticidad porque en el histograma se observa la forma de la campana de Gauss y en el diagrama todos los valores aliñados.

Tabla 9

Cálculos de Medias, desviaciones estándar, error estándar, varianza

Factor	T0	T1	T2	T3
Media	26,74	21,17	13,83	17,15
D.E	21,26	18,82	13,85	17,15
E.E.	6,14	5,43	4	4,95
C.V	100,21	88,86	79,50	99,99

Nota: D.E. (Desviación estándar); E.E. (Error estándar); C.V (coeficiente de variación)

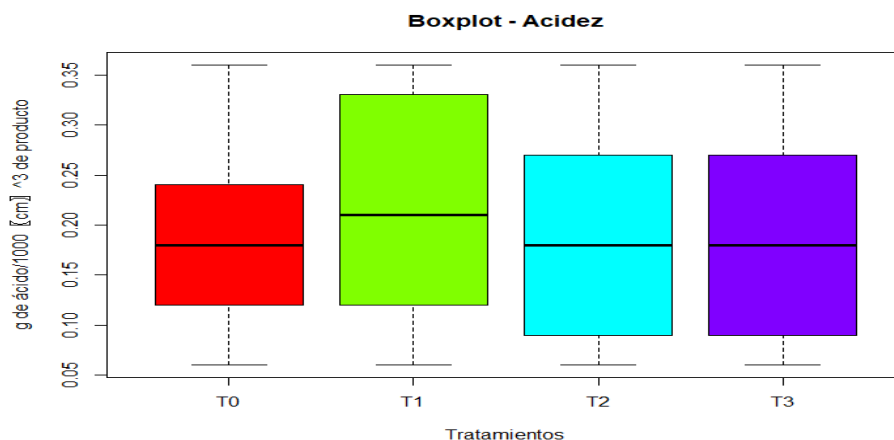
Las varianzas muestran la variación de los resultados respecto a los valores medios los cuales en el grupo control existe una elevada varianza con respecto a los tratamientos y de igual manera el T2 es el que mejor se comporta siendo con una variación menor.

Acidez

Estadística descriptiva

Figura 19

Boxplt de acidez en porcentaje de ácido tartárico.



Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

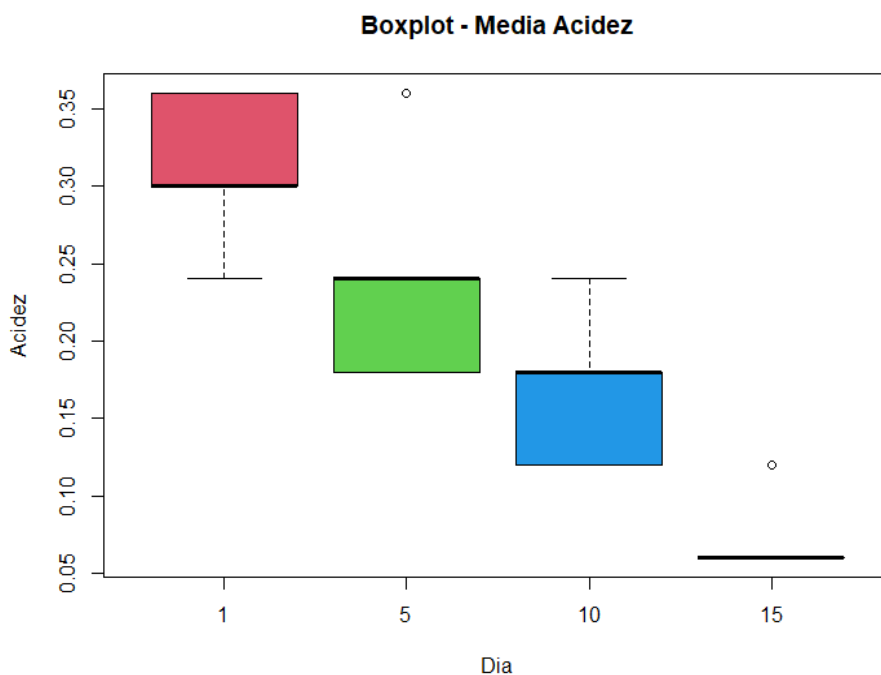
Se puede observar que en el caso de la formulación con menos cantidad de

aceite esencial y harina de achira (T1) la media de acidez titulable es mayor (0.20) en comparación con el testigo y los T2 y T3; teniendo como resultado un límite inferior de un 0,13 g de ácido/1000 cm³ de producto, un límite superior de 0,33 g de ácido/1000 cm³ de producto en el T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira) lo que no sucede en el T0, T2 y T3 los cuales sus medias son bajas y estas son de 0.17 g de ácido/1000 cm³ de producto.

Se puede observar que donde se conservó más la acidez de la zanahoria blanca es en el tratamiento 1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira) que presenta una media mayor lo que permite establecer que la raíz posee menos cambios químicos.

Figura 20

Boxplot de la media de la acidez (ácido tartárico) con respecto al paso del tiempo (días).

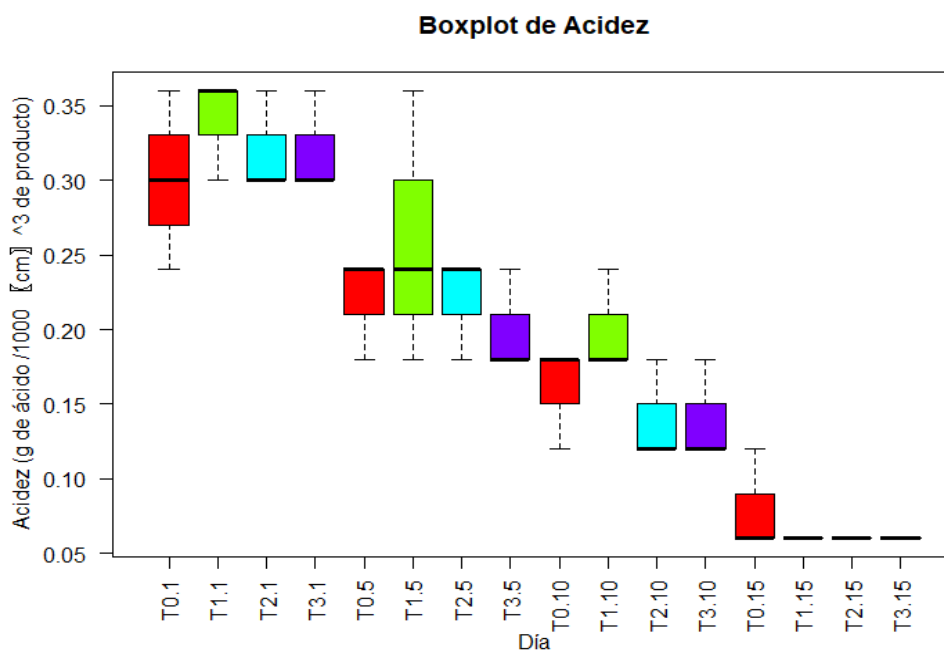


Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

Como resultado se obtuvo que al pasar del tiempo la acidez fue menor, disminuyendo considerablemente a los 15 días después de haber colocado el recubrimiento llegando a una media de casi 0 viendo que el factor día tiene mucho que ver con la conservación de esta característica de la raíz.

Figura 21

Boxplot de la acidez (ácido tartárico) con respecto a los días y los tratamientos



Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

En la (Figura 20) se puede observar la respuesta de la raíz tomando en cuenta el paso del tiempo almacenada a 7°C con cada tratamiento de recubrimiento, se determina que mientras más pase el tiempo, la acidez irá disminuyendo considerablemente, y esto se notó en todos los tratamientos donde la acidez la presencia de ácido tartárico disminuyó considerablemente llegando a una media de 0.10 g de ácido/1000 cm³ de producto.

Tabla 10

ANOVA de la acidez titulable con respecto al tiempo (día)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr (>F)	
Tratamientos	3	0.0087	0.003	2.054	0.121	
Día	3	0.4159	0.138	98.074	$< 2 \times 10^{-16}$	***
	41	0.0580	0.001			

Como se indica en la tabla el tiempo (días) si influyen en la cantidad de acidez titulable, es todo lo contrario en el caso de los tratamientos donde esta variable no influye en los resultados (F=98.07; $p < 0.05$).

Tabla 11

ANOVA de la acidez titulable según interacción tiempo (días) y tipo de recubrimiento (tratamiento).

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr (>F)	
Tratamiento	3	0.009	0.002	1.841	0.160	
Día	3	0.416	0.139	87.937	1.54×10^{-15}	***
Tratamiento: Día	9	0.008	0.001	0.529	0.842	
	32	0.05	0.001			

En el caso de esta variable no existe una interacción entre la variable tiempo (día) y los tratamientos (F=42.94; $p < 0.05$).

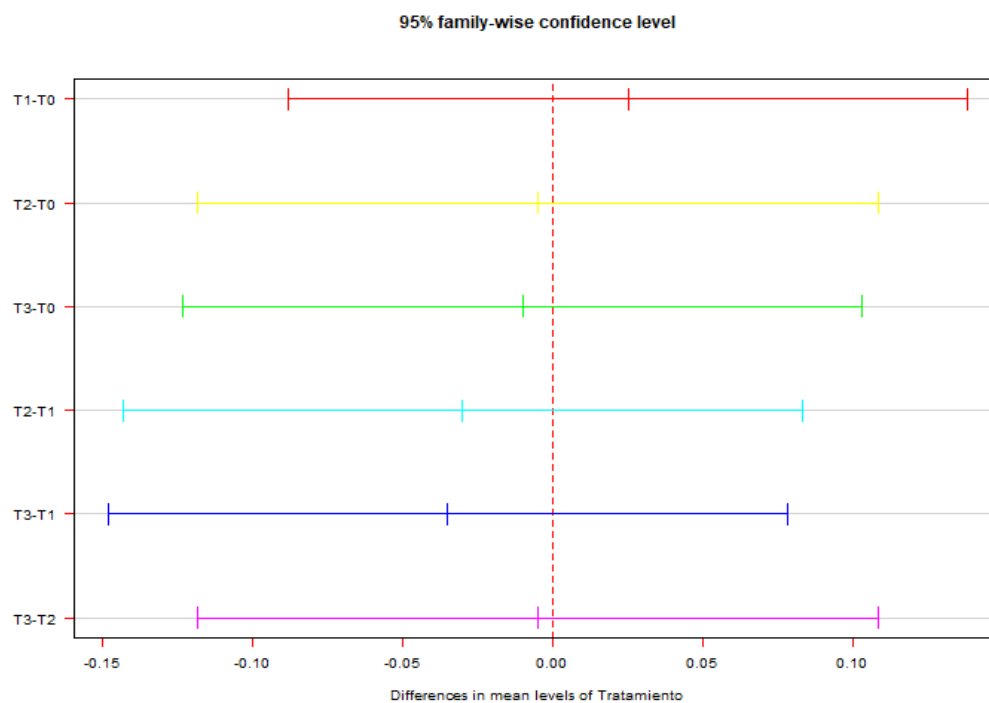
Tabla 12

Prueba de Tukey 5% de error de la acidez

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr (>F)
Tratamientos	3	0.009	0.003	0.27	0.847
Residuales	44	0.474	0.011		

Figura 22

Agrupación de los tratamientos comparados con la prueba de Tukey



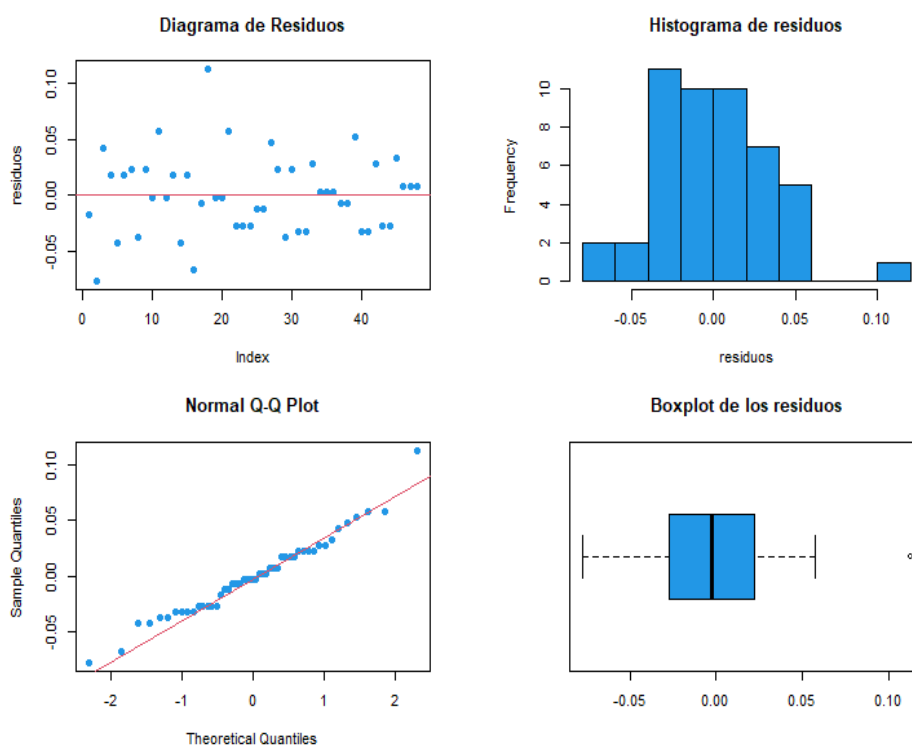
Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

La acidez no presentó diferencias significativas entre tratamientos (Figura 22), con un ($F=0.27$; $p=0.847$) que determinamos en la tabla 12, por lo que el mejor tratamiento para esta variable es el 1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira) por presentar una media más alta en comparación con los demás.

Tabla 13*Prueba del tamaño del efecto*

	Eta cuadrado	Parte eta cuadrado
Tratamiento	0.018	0.130
Día	0.861	0.877

Como se puede observar en la Tabla 13 el que mayor aporta en el cambio de % de acidez contenido de ácido tartárico es el día con un 86.1% de influencia sobre esta variable, en cambio, el tratamiento solo influye con un 1.8%.

Figura 23*Normalidad y homocedasticidad de los valores*

Los valores para la variable cumplen con los parámetros de normalidad y homocedasticidad porque en el histograma se observa la forma de la campana de Gauss y en el diagrama todos los valores alineados.

Tabla 14

Cálculos de Medias, desviaciones estándar, error estándar, varianza

Factor	T0	T1	T2	T3
Media	0,18	0,19	0,22	0,19
D.E	0,10	0,10	0,12	0,9
E.E.	0,3	0,3	0,3	03
C.V	56,85	56,10	53,82	48,24

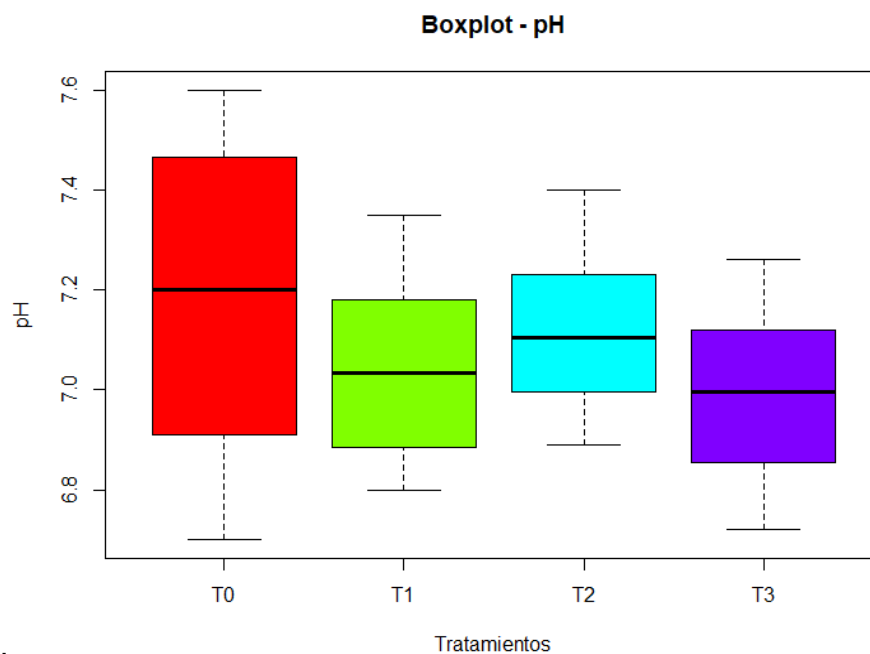
Nota: D.E. (Desviación estándar); E.E. (Error estándar); C.V (coeficiente de variación)

Potencial de hidrógeno (pH)

Estadística descriptiva

Figura 24

Boxplot del potencial de hidrógeno.



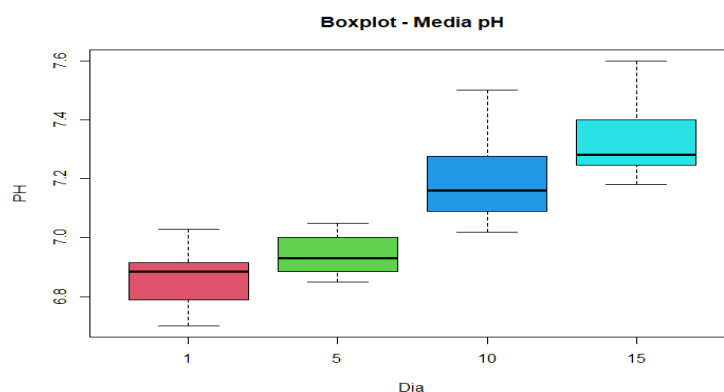
Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

Se puede observar que en el caso del testigo (T0) la media del pH es mayor (7,2) en comparación con los tres tratamientos; teniendo como resultado el testigo un límite inferior de pH 6.9, un límite superior de pH 7.45, lo que no sucede en el T1, T2 y T3 los cuales sus medias son un poco más bajas y estas son de pH 7.05, 7.1, 7.03 respectivamente.

Se puede observar que donde se conservó más la acidez de la zanahoria blanca es en el tratamiento 2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira) que presenta una media mayor lo que permite conservar mejor los cambios químicos en la raíz.

Figura 25

Boxplot de la media del pH con respecto al paso del tiempo (días)

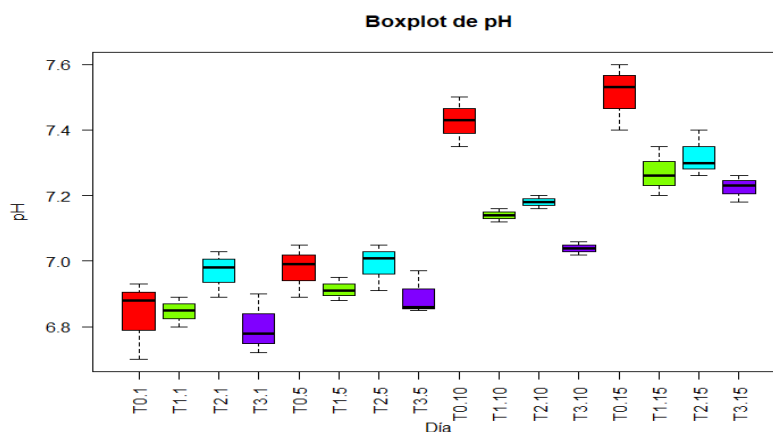


Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

Como resultado se obtuvo que al pasar del tiempo el promedio del pH de todos los tratamiento fue mayor, aumento a los 15 días después de haber colocado el recubrimiento llegando a una media de pH 7,29 viendo que el factor tiempo (día) tiene mucho que ver con la conservación de esta propiedad química de la raíz.

Figura 26

Boxplot del pH con respecto al tiempo y los tratamientos.



Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

En la (Figura 25) se puede observar la reacción de la raíz tomando en cuenta el

paso de los días con cada formulación de recubrimiento tratamiento, donde se determina que mientras más pase el tiempo el pH irá subiendo considerablemente, y esto es mucho más notorio en el T0 donde al no presentar recubrimiento su pH es mucho mayor a diferencia de las raíces que sí están recubiertas por alguna de las formulaciones las que conservan más estable esta variable.

Tabla 15

ANOVA del pH con respecto al tiempo (día)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrática	F valor	Pr (>F)	
Tratamientos	3	0.2680	0.0893	10.82	2.29×10^{-5}	***
Día	3	1.7096	0.5699	69.00	4.51×10^{-16}	***
	41	0.3386	0.0083			

Como se indica en la tabla 12 los días y los tratamientos si influyen, en los resultados del pH (F=69; p<0.05).

Tabla 16

ANOVA del pH según interacción tiempo- recubrimientos(tratamiento)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr (>F)	
Tratamientos	3	0.2680	0.0893	18.525	3.78×10^{-7}	***
Día	3	1.7096	0.5699	118.159	$< 2 \times 10^{-16}$	***
Tratamientos: Día	9	0.1843	0.0205	4.246	0.001	
	32	0.1543	0.0048			

En el caso de esta variable si existe una interacción entre la variable tiempo (día) y los tratamientos (F=4.246; p<0.05).

Tabla 17

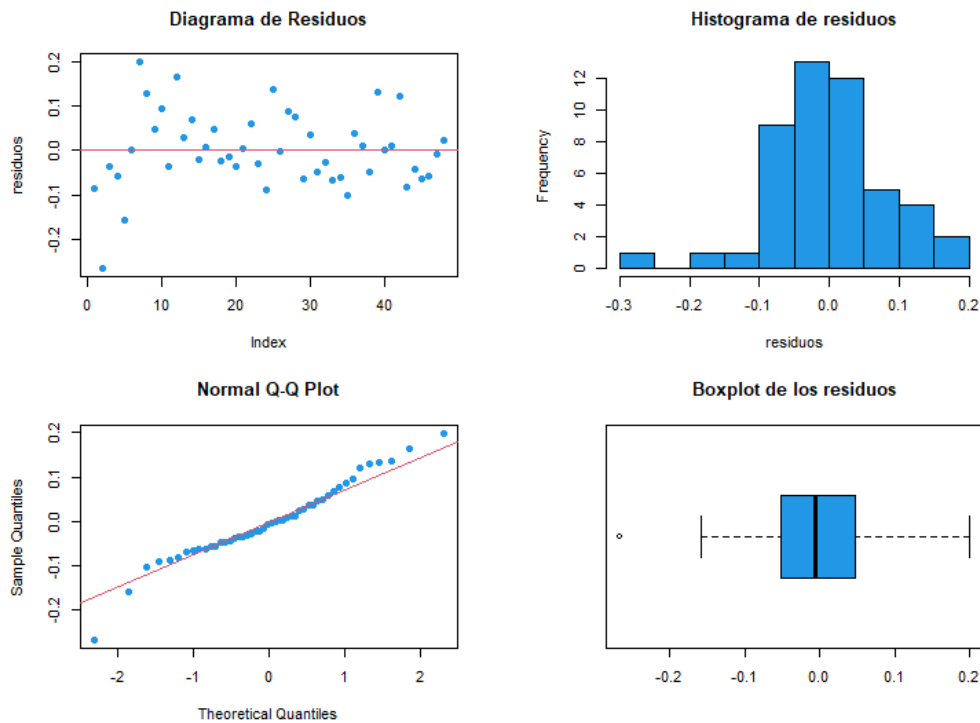
Prueba del tamaño del efecto

	Eta cuadrado	Parte eta cuadrado
Tratamiento	0.116	0.442
Día	0.738	0.835

Como se puede observar en la Tabla 17 el que mayor aporta del pH es el tiempo con un 73.8% de influencia sobre esta variable, en cambio, el tratamiento (recubrimiento) solo influye con un 11.6% sobre el pH.

Figura 27

Normalidad y homocedasticidad de los valores



Los valores para la variable cumplen con los parámetros de normalidad y homocedasticidad porque en el histograma se observa la forma de la campana de Gauss y en el diagrama todos los valores aliñados.

Tabla 18

Cálculos de Medias, desviaciones estándar, error estándar, varianza

Factor	T0	T1	T2	T3
Media	7,19	7,04	7,11	6,99
D.E	0,31	0,18	0,16	0,18
E.E.	0,09	0,05	0,05	0,05
C.V	4,32	2,60	2,26	2,50

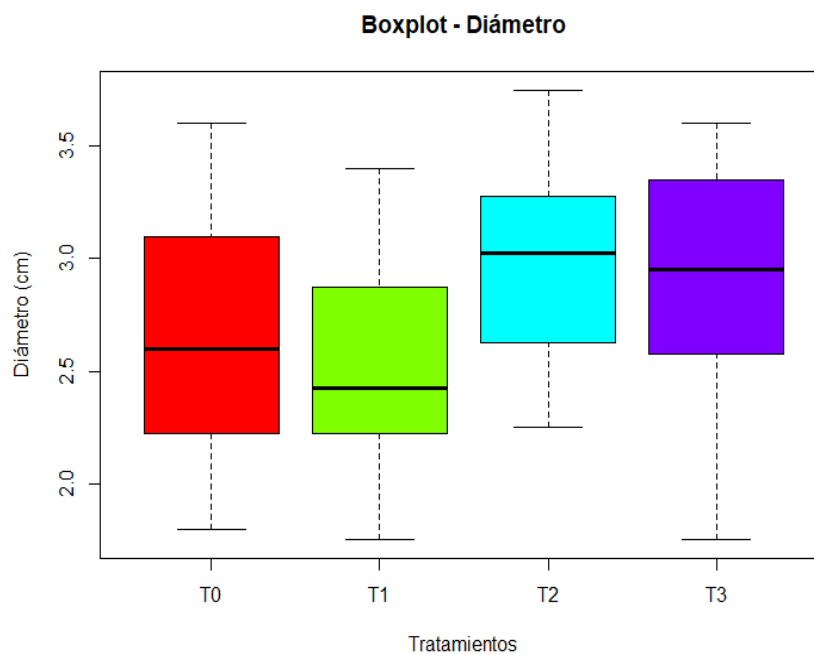
Nota: D.E. (Desviación estándar); E.E. (Error estándar); C.V (coeficiente de variación)

Diámetro (cm)

Estadística descriptiva

Figura 28

Boxplot del diámetro en porcentaje



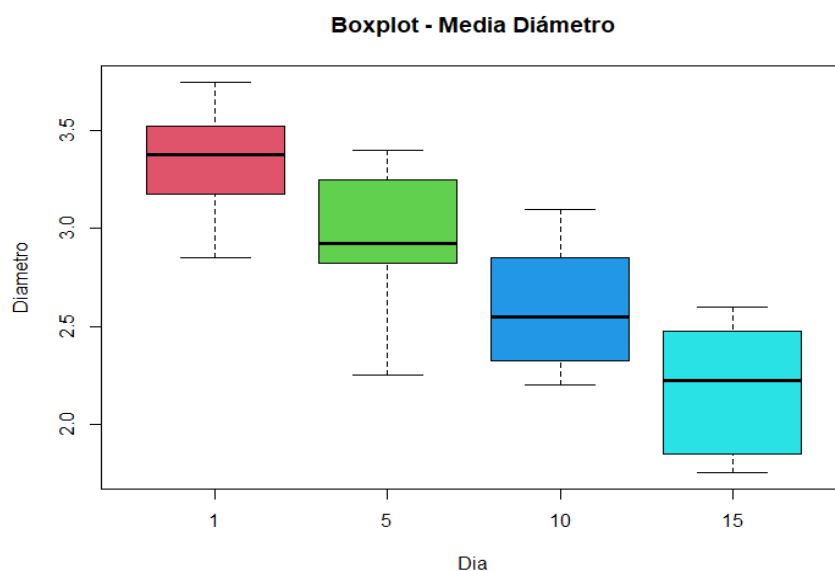
Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

Se puede observar que en el caso del testigo (T0) la media del diámetro es menor (2,8 cm) en comparación con los tres tratamientos; teniendo como resultado el testigo un límite inferior de 2,3 cm, un límite superior de 3,1, lo que no sucede en el T1, T2 y T3 los cuales sus medias son un poco más altas y estas son de 2.7, 3.1, 3 respectivamente.

Donde se puede observar que donde se conservó el diámetro de la zanahoria blanca es en el tratamiento 2 que presenta una media mayor lo que permite conservar más las propiedades de la raíz.

Figura 29

Boxplot de la media del diámetro (cm) con respecto al paso del tiempo

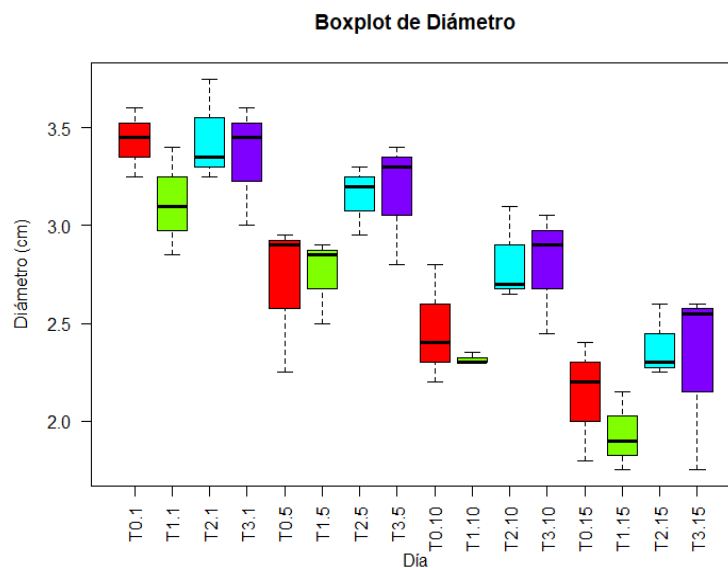


Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

Como resultado se obtuvo que al pasar el tiempo el diámetro fue menor, disminuyendo a los 15 días después de haber colocado el recubrimiento llegando a una media de 2,3 cm viendo que el factor tiempo (día) tiene mucho que ver con la conservación de esta característica física de la raíz.

Figura 30

Boxplot del diámetro (cm) con respecto a los días y los tratamientos



Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

En la (Figura 29) se puede observar la reacción de la raíz tomando en cuenta el paso de los días y cada tratamiento, donde se determina que mientras más pase el tiempo el diámetro irá bajando considerablemente, y esto es mucho más notorio en el T0 donde al no presentar recubrimiento su diámetro es mucho menor a diferencia de las raíces que sí están recubiertas conserva de mejor manera esta variable física.

Tabla 19

ANOVA del diámetro con respecto al tiempo (día)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr (>F)	
Tratamientos	3	1.390	0.4635	6.738	0.001	**
Día	3	8.636	2.8788	41.854	1.51 X 10 ⁻¹²	***
Residuales	41	2.820	0.0688			

Como se indica en la tabla 18 que los tratamientos con sus recubrimientos y el tiempo (días) si influyeron en el diámetro de las zanahorias ($F=41.85$; $p<0.05$).

Tabla 20

ANOVA del diámetro según interacción tiempo (día)-tratamiento

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr (>F)	
Tratamientos	3	1.390	0.4635	5.885	0.003	***
Día	3	8.636	2.8788	36.556	1.88×10^{-10}	***
Tratamientos: Día	9	0.300	0.0333	0.423	0.913	
	32	2.520	0.0788			

En el caso de esta variable si existe una interacción entre la variable día y los tratamientos ($F=0.423$; $p=0.913$). Viendo que no hay diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 21

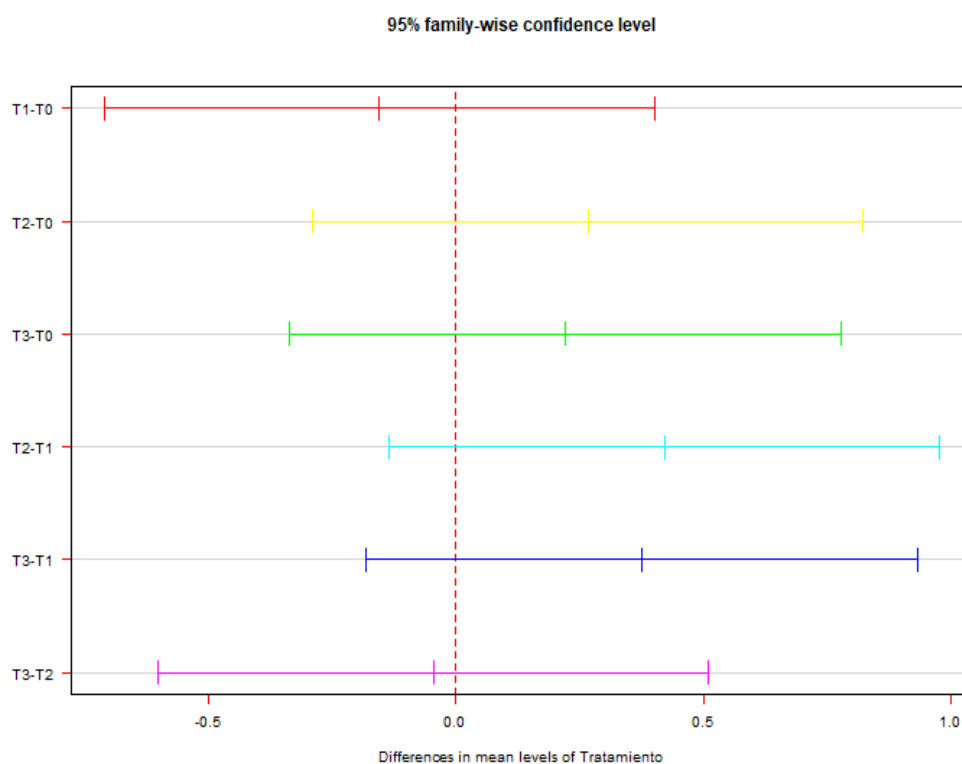
Prueba de Tukey del diámetro

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr (>F)
Diámetro	3	1.39	0.4635	1.78	0.165
Residuales	44	11.46	0.2604		

El diámetro en el caso de las arracachas no presentó diferencias significativas entre tratamientos (Figura 30), con un ($F=1.78$; $p=0.165$) que determinamos en la tabla 20, por lo que el mejor tratamiento para esta variable es el 2 por presentar una media más alta en comparación con los demás.

Figura 31

Agrupación de los tratamientos comparados con la prueba de Tukey



Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

El diámetro en el caso de las arracachas no presentó diferencias significativas entre tratamientos (Figura 30), con un ($F=1.78$; $p=0.165$) que determinamos en la tabla 20, por lo que el mejor tratamiento para esta variable es el 2 por presentar una media más alta en comparación con los demás.

Tabla 22

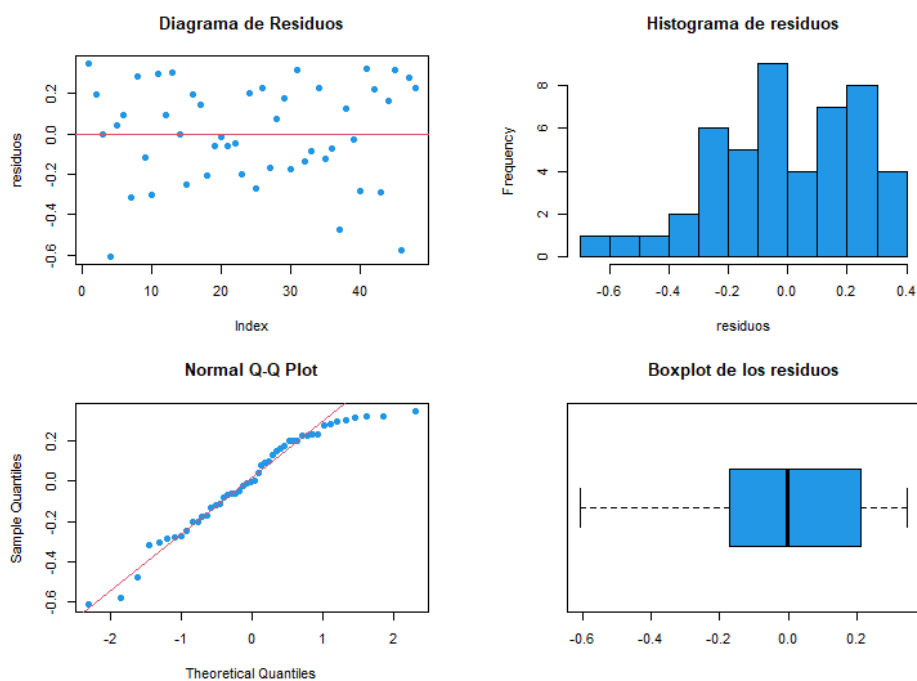
Prueba del tamaño del efecto para diámetro

	Eta cuadrado	Parte eta cuadrado
Tratamiento	0.108	0.330
Día	0.672	0.753

Como se puede observar en la Tabla 21 la variable que mayor aporta del diámetro es el día con un 67.2% de influencia sobre esta variable, en cambio, el tratamiento solo influye con un 10.8%.

Figura 32

Normalidad y homocedasticidad de los valores



Los valores para la variable cumplen con los parámetros de normalidad y homocedasticidad porque en el histograma se observa la forma de la campana de Gauss y en el diagrama todos los valores alineados.

Tabla 23

Cálculos de Medias, desviaciones estándar, error estándar, varianza

Factor	T0	T1	T2	T3
Media	2,68	2,53	2,95	2,90
D.E	0,56	0,50	0,46	0,52
E.E.	0,16	0,14	0,13	0,15
C.V	20,95	19,63	15,45	17,93

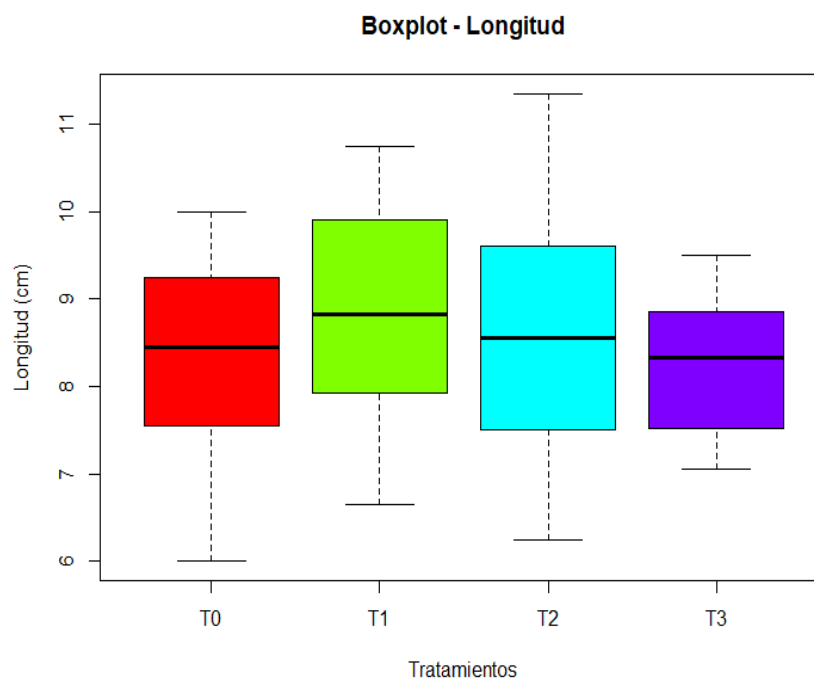
Nota: D.E. (Desviación estándar); E.E. (Error estándar); C.V (coeficiente de variación)

Longitud

Estadística descriptiva

Figura 33

Boxplot del potencial de la longitud (cm)



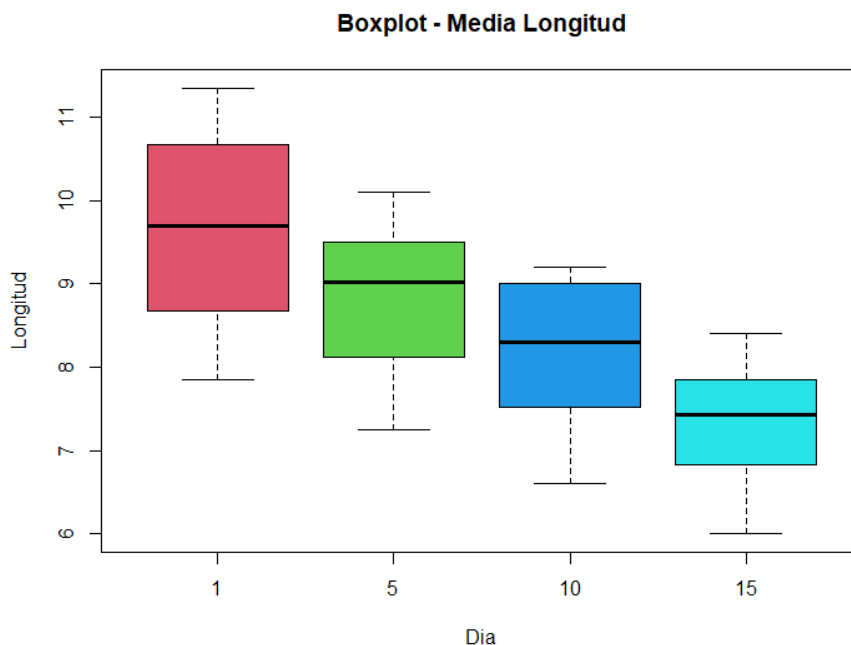
Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

Se puede observar que en el caso del tratamiento 1 la media de la longitud es mayor (8.7 cm) en comparación con los otros tratamientos; teniendo como resultado un límite inferior de 7.8 cm, un límite superior de 9.8, en el T0, T2 y T3 los cuales sus medias son un poco más bajas.

Donde se puede observar que donde se conservó más el tamaño de la zanahoria blanca es en el tratamiento 1 que presenta una media mayor lo que permite conservar más las propiedades físicas de la raíz.

Figura 34

Boxplot de la media de la longitud con respecto al paso de los días.

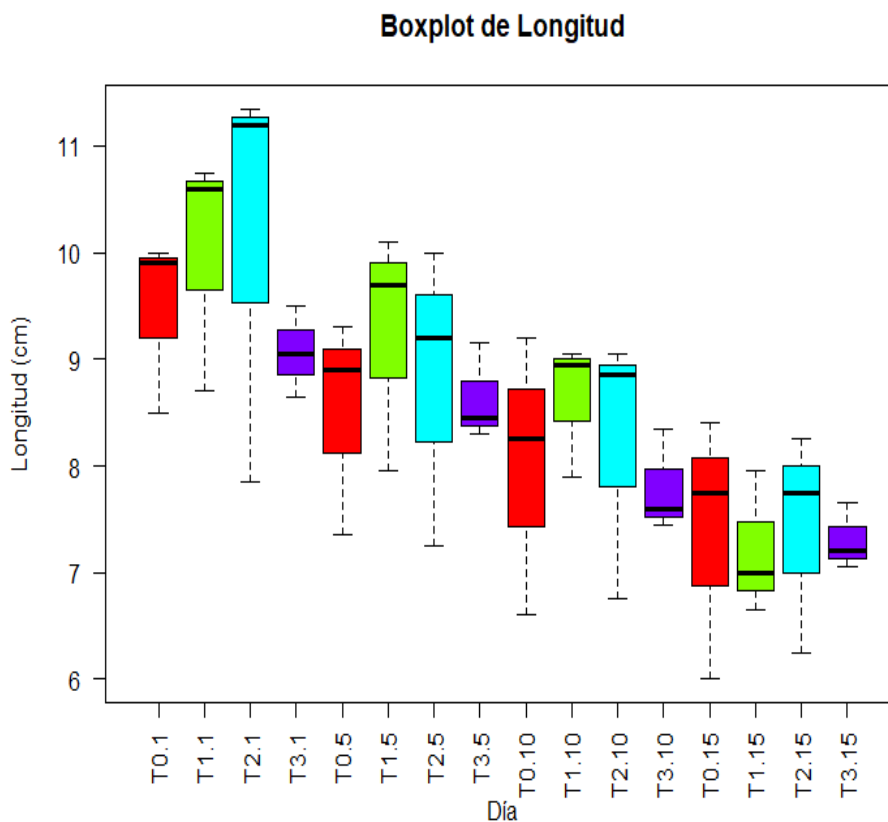


Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

Como resultado se obtuvo que al pasar el tiempo la longitud fue menor, disminuyendo a los 15 días después de haber colocado el recubrimiento llegando a una media de 7.2 cm viendo que el factor día tiene mucho que ver con la conservación de esta característica física de la raíz.

Figura 35

Boxplot de la longitud con respecto a los días y los tratamientos



Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

En la (Figura 34) se puede observar la reacción de la raíz tomando en cuenta el paso de los días y cada tratamiento, donde se determina que mientras más pase el tiempo la longitud irá bajando considerablemente, y esto es mucho más notorio en el T0 donde al no presentar recubrimiento su diámetro es mucho menor a diferencia de las raíces que sí están recubiertas conserva de mejor manera esta variable.

Tabla 24

ANOVA de la longitud con respecto al día

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr (>F)	
Tratamiento	3	2.52	0.842	0.919	0.44	
Día	3	35.46	11.819	12.909	4.46×10^{-6}	***
	41	37.54	0.916			

Como se indica en la tabla los días si influyen en la longitud, es todo lo contrario en el caso de los tratamientos donde esta variable no influye en los resultados ($F=12.9$; $p<0.05$).

Tabla 25

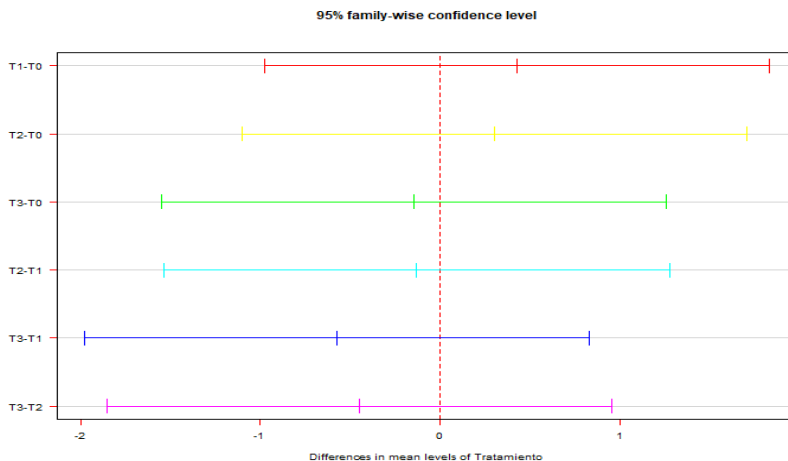
ANOVA de la longitud según interacción tiempo (día) y tratamiento

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr (>F)	
Tratamiento	3	2.52	0.842	0.754	0.528	
Día	3	35.46	11.819	10.596	5.4×10^{-5}	***
Tratamiento: Día	9	1.84	0.205	0.184	0.994	
	32	35.70	1.115			

En el caso de esta variable si existe una interacción entre la variable tiempo (día) y los tratamientos ($F=0.18$; $p=0.99$). viendo que no hay diferencias significativas entre tratamientos.

Figura 36

Agrupación de los tratamientos comparados con la prueba de Tukey



Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

La longitud en el caso de las arracachas no presentó diferencias significativas entre tratamientos (Figura 35), con un ($F=0.507$; $p=0.679$) que determinamos en la tabla 24, por lo que el mejor tratamiento para esta variable es el 2 por presentar una media más alta en comparación con los demás.

Tabla 26

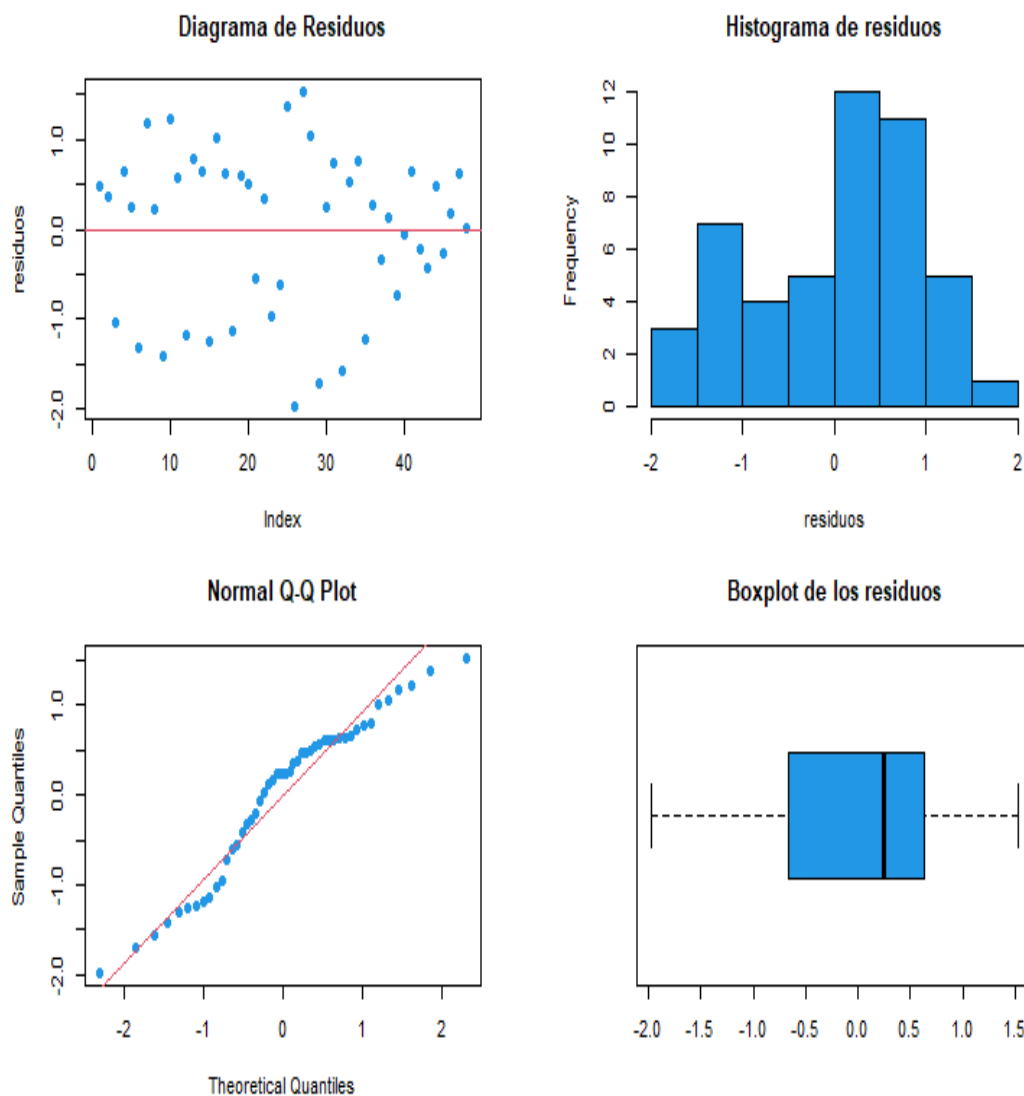
Prueba del tamaño del efecto

	Eta cuadrado	Parte eta cuadrado
Tratamiento	0.033	0.063
Día	0.469	0.485

Como se puede observar en la Tabla 25 la variable que mayor aporta del diámetro es el día con un 46.9% de influencia sobre esta variable, en cambio, el tratamiento solo influye con un 3.3%.

Figura 37

Normalidad y homocedasticidad de los valores



Los valores para la variable física diámetro cumplen con los parámetros de normalidad y homocedasticidad porque en el histograma se observa la forma de la campana de Gauss y en el diagrama todos los valores aliñados.

Tabla 27

Cálculos de Medias, desviaciones estándar, error estándar, varianza

Factor	T0	T1	T2	T3
Media	8,65	8,73	8,20	8,35
D.E	1,63	1,34	0,81	1,24
E.E.	0,47	0,39	0,23	0,36
C.V	18,80	15,27	9,84	14,91

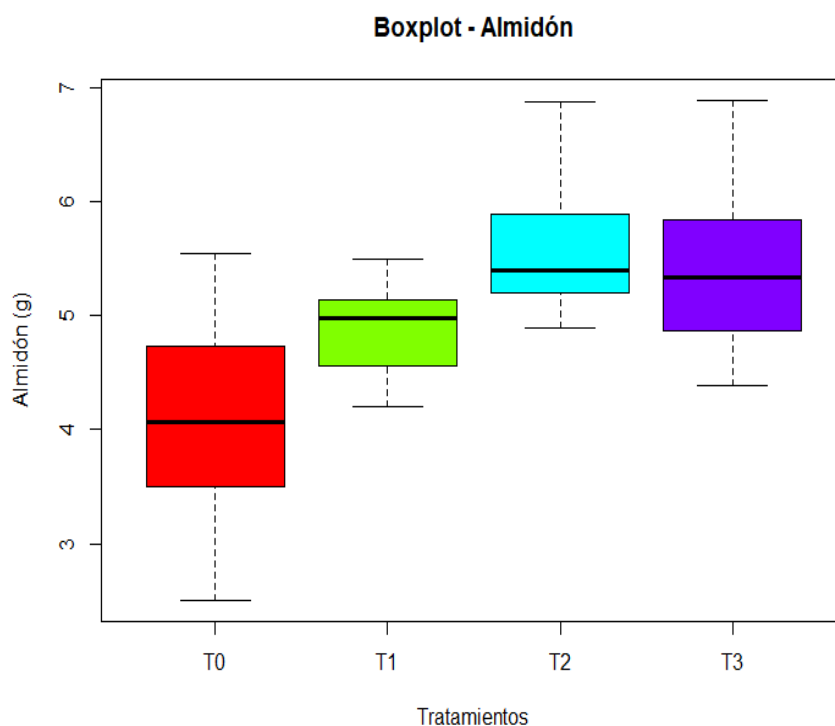
Nota: D.E. (Desviación estándar); E.E. (Error estándar); C.V (coeficiente de variación)

Contenido de almidón (gramos)

Estadística descriptiva

Figura 38

Boxplot del potencial del contenido de almidón en g.



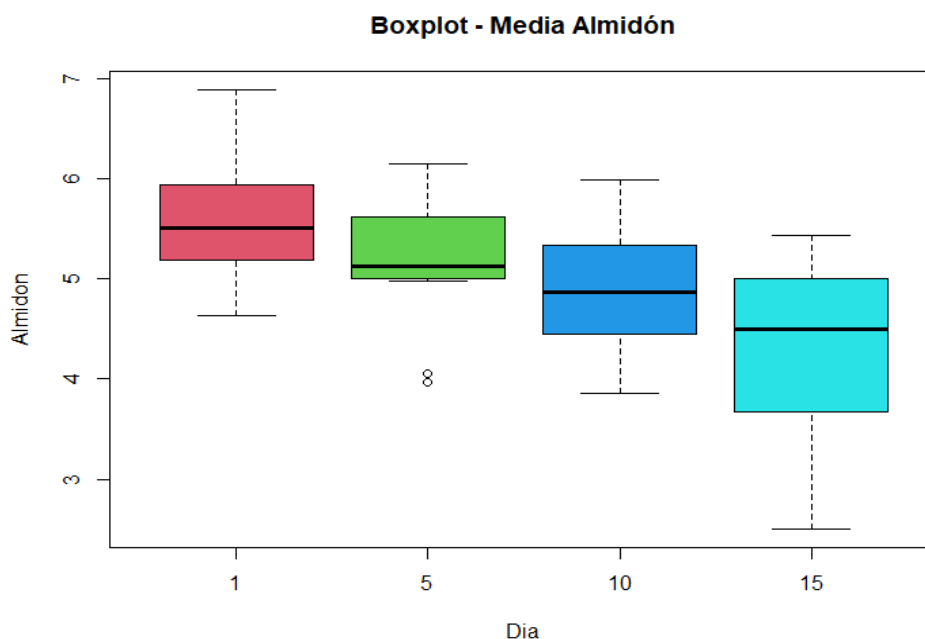
Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

Se puede observar que en el caso del tratamiento 2 la media de contenido de almidón es mayor (5,3 g) en comparación con los otros tratamientos; teniendo como resultado un límite inferior de 5,9 g, un límite superior de 5.1, en el T0, T1 y T3 los cuales sus medias son un poco más bajas, pero más el testigo con 4 g.

Se puede observar que donde se conservó más el tamaño de la zanahoria blanca es en el tratamiento 2 que presenta una media mayor lo que permite conservar más las propiedades de la raíz.

Figura 39

Boxplot de la media del contenido de almidón con respecto al paso de los días.

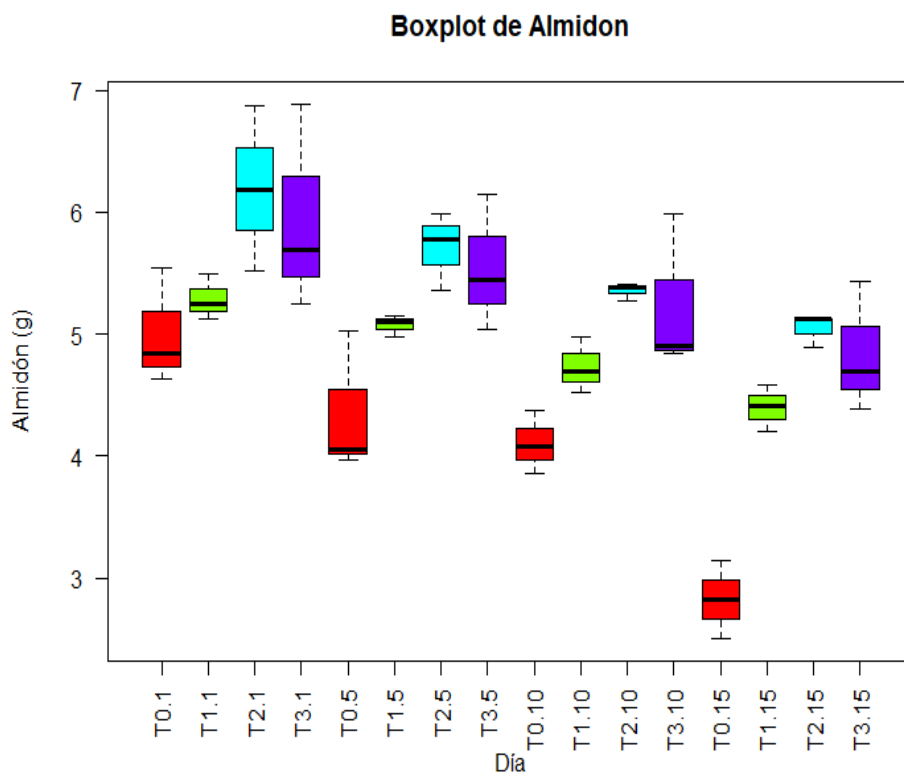


Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

Como resultado se obtuvo que al pasar el tiempo el contenido de almidón fue menor, disminuyendo a los 15 días después de haber colocado el recubrimiento llegando a una media de 4.3 g viendo que el factor día tiene mucho que ver con la conservación de esta característica de la raíz.

Figura 40

Boxplot del contenido de almidón con respecto a los tiempo (días) y los tratamientos



Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

En la (Figura 39) se puede observar el comportamiento de las raíces tomando en cuenta el paso de los días y cada tratamiento, donde se determina que mientras más pase el tiempo la cantidad de almidón irá bajando considerablemente, y esto es mucho más notorio en el T0 donde al no presentar recubrimiento su diámetro es mucho menor a diferencia de las raíces que sí están recubiertas conserva de mejor manera esta variable.

Tabla 28

ANOVA del contenido de almidón con respecto al tiempo (día)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr (>F)	
Tratamientos	3	16.353	5.451	27.29	7.28×10^{-10}	***
Día	3	11.247	3.749	18.77	8.14×10^{-8}	***
	41	8.191	0.200			

Como se indica en la tabla 26 que los tratamientos y los días si influyeron en el diámetro de las zanahorias (F=18.77; p<0.05).

Tabla 29

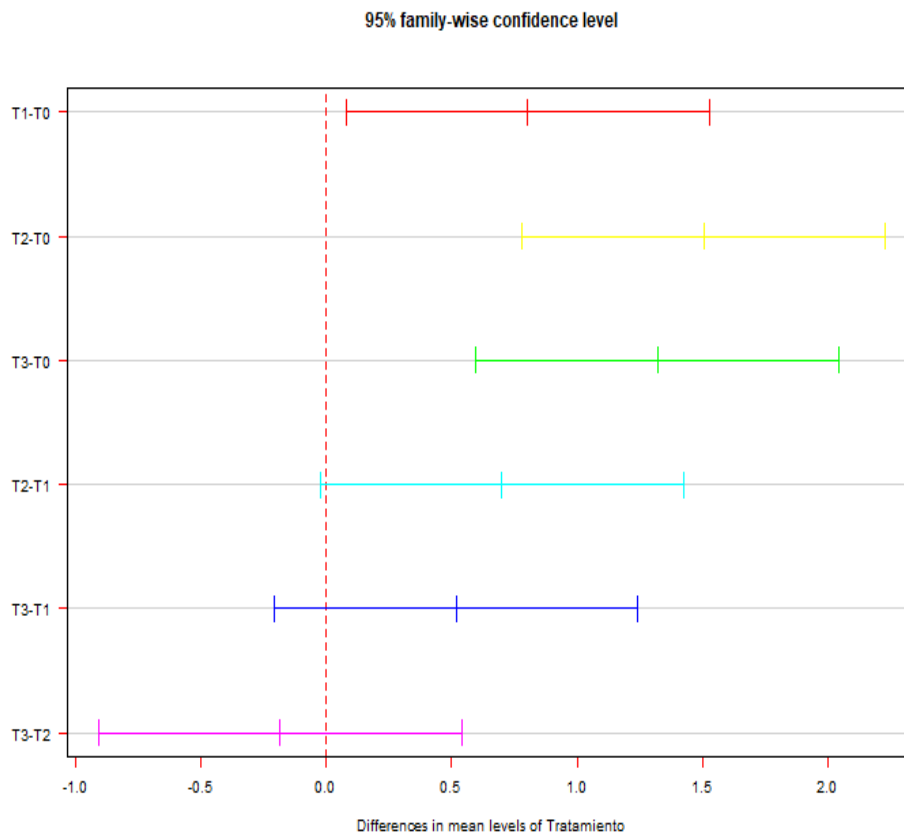
ANOVA del contenido de almidón según interacción tiempo (día) tratamiento

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F valor	Pr (>F)	
Tratamientos	3	16.353	5.451	27.216	6.18×10^{-9}	***
Día	3	11.247	3.749	18.717	3.41×10^{-7}	***
Tratamientos: Día	9	1.781	0.198	0.988	0.469	
	32	6.409	0.200			

En el caso de esta variable si existe una interacción entre la variable día y los tratamientos (F=0.988; p=0.469). Viendo que no hay diferencias significativas en la interacción, pero sí en las otras fuentes de variación entre tratamientos.

Figura 41

Agrupación de los tratamientos comparados con la prueba de Tukey.



Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

El contenido de almidón en el caso de las arracachas si presentó diferencias significativas entre tratamientos con el testigo, pero entre el T1, T2 y T3 no existe una diferencia significativa (Figura 35), con un ($F=12.34$; $p<0.05$) que determinamos en la tabla 24, por lo que el mejor tratamiento para esta variable es el 2 por presentar una media más alta de contenido de almidón en comparación con los demás tratamientos.

Tabla 30

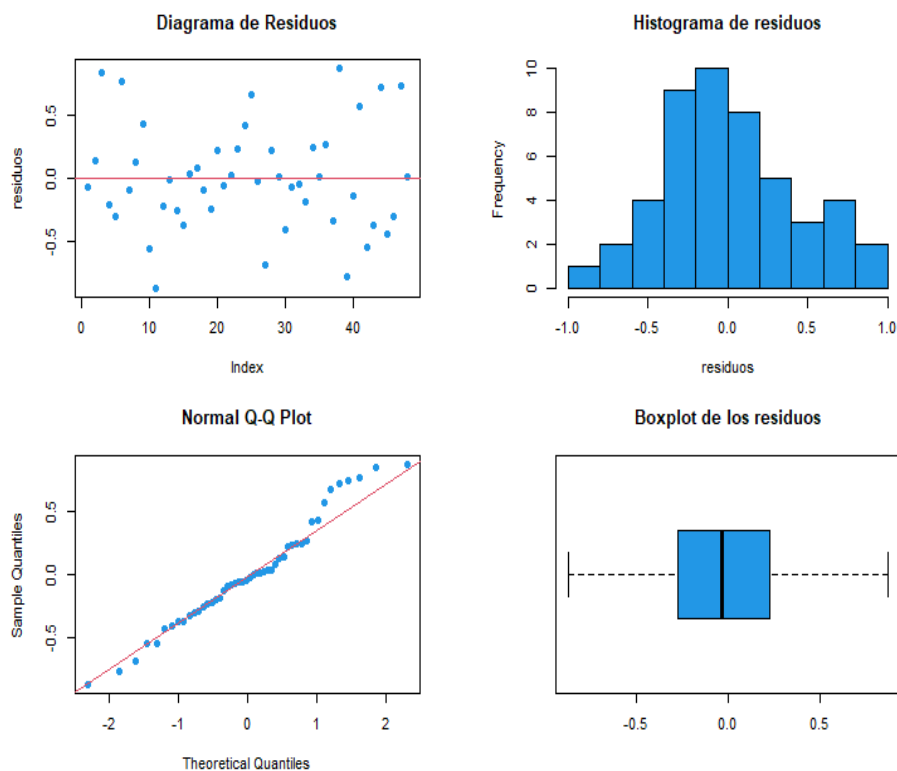
Prueba del tamaño del efecto

	Eta cuadrado	Parte eta cuadrado
Tratamiento	0.456	0.666
Día	0.314	0.578

Como se puede observar en la Tabla 29 la variable que mayor contenido de almidón es el tiempo día con un 31.4% de influencia sobre esta variable, en cambio, el tratamiento solo influye con un 45.6%.

Figura 42

Normalidad y homocedasticidad de los valores



Los valores para la variable % almidón cumplen con los parámetros de normalidad y homocedasticidad porque en el histograma se observa la forma de la campana de Gauss y en el diagrama todos los valores aliñados.

Tabla 31

Cálculos de Medias, desviaciones estándar, error estándar, varianza

Factor	T0	T1	T2	T3
Media	4,07	4,88	5,58	5,39
D.E	0,91	0,39	0,55	0,70
E.E.	0,26	0,16	0,11	0,20
C.V	22,23	9,86	7,95	13,04

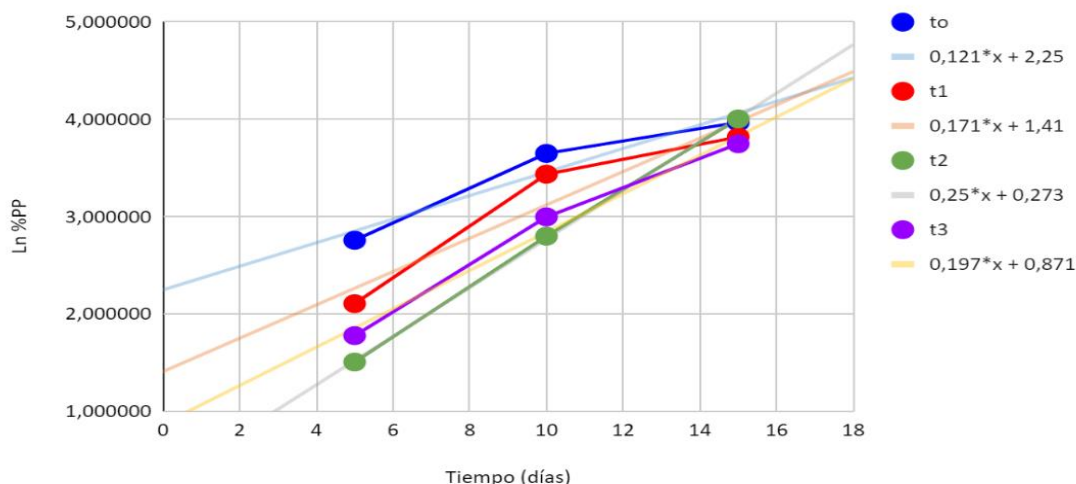
Nota: D.E. (Desviación estándar); E.E. (Error estándar); C.V (coeficiente de variación)

Vida útil

Este variable se la analizó con respecto a la pérdida de peso ya que según Benalcázar (2011) menciona que se acepta como criterio de calidad en el mercado de la zanahoria blanca para venta y consumo, solo hasta haber alcanzado un 20% de pérdida de peso, siendo este un parámetro de suma importancia para certificar la calidad del producto y el análisis de vida útil

Figura 43

Determinación de la vida útil en base a la variable de % de pérdida de peso.



Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

Para determinar la vida útil se calculó primero el Ln % de pérdida de peso, en la figura 42 el testigo (T0) es el que presenta mayor porcentaje de pérdida en esta variable y la que tiene mayor tiempo de vida útil es (2% de aceite de ricino + 3,5% de almidón de achira).

Tabla 32

Días de vida útil según fórmula de la Labuza.

	T0	T1	T2	T3
Días	2,88	9,27	10,89	9,79

Nota: T0 (sin recubrimiento), T1 (1,5% a. resino + 3% almidón achira), T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira), T3 (2,5% a. ricino + almidón achira)

Se puede observar que los T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira) tiene más días de vida útil o vida de anaquel de casi 11 días en comparación con los otros tratamientos y mucha más diferencia con respecto al testigo que permite un incremento de 3,78 veces más de su tiempo de consumo.

Discusión

Análisis físico

Pérdida de peso

Según Vásquez (2017) en una investigación donde se utilizó dos tipos de empaque (negro y transparente) a tres diferentes temperaturas (19°C-7°C-4°C) teniendo

como resultado que a los 21 días se obtuvo un 12% de pérdida de peso en refrigeración a 7°C, en cambio en esta investigación el menor porcentaje de pérdida de peso fue en el tratamiento dos (aceite de ricino +harina de achira) dando un valor de 9,8% a los 15 días, viendo que el empaque juega un papel importante en la conservación del peso de la zanahoria blanca o arracacha.

Hermann (1997) en un experimento realizado reporta una pérdida de peso del 10.6% en 7 días con las siguientes condiciones (T=18.5°C y HR=69%); mientras que en otra investigación a una temperatura de 19° C a los 21 días tuvo una pérdida de 28% en su peso, viendo que a más temperatura la pérdida de peso es mayor.

Como menciona Ribeiro et al. (2006), la tasa de respiración disminuye cuando se almacena el producto o en este caso la zanahoria blanca a bajas temperaturas, evitando que estas pierdan agua, ya que, esta raíz tiene gran contenido de líquido. Por lo que mejores resultados se vio en el T2 (2% a. ricino + 3,5% almidón achira) y mantener a las arracachas en refrigeración aumentó su conservación.

Tamaño

Como menciona Benalcázar (2011) la longitud y el diámetro promedios de la zanahoria blanca fue de 15,47 y 5,54 cm, estos valores fueron tomados de materia prima obtenida de San José de Minas donde se analizaron todas las características físicas y químicas de la arracacha llegando a este resultado.

En cambio, en esta investigación al ser en el mismo lugar donde se obtuvo la arracacha se trabajó con unas de menor tamaño llegando a tener de largo 7,8 cm y un diámetro de 2,3 cm tomando en cuenta que estos valores son la media luego de 15 días y la adhesión de una capa protectora (recubrimiento comestible a diferentes concentraciones), no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos para esta variable.

Análisis químico

Potencial de hidrógeno (pH)

Según Espinoza *et al.* (1996) la arracacha es muy delicada y necesita el debido cuidado en la cosecha y por ende en su almacenamiento. Por lo que este parámetro es de suma importancia porque de este depende el crecimiento microbiano en la raíz como lo dice Reinoso (2001). En este caso la variable de pH no presentó diferencias significativas lo que indica que los tratamientos y los niveles de aceite y almidón en los recubrimientos nos influyeron sobre este parámetro.

Según Vásquez (2017) en la investigación sobre la influencia en la vida útil de la zanahoria blanca a diferentes temperaturas y dos tipos de empaques presentó como resultado que ni la temperatura ni el empaque influyeron en el pH, resultado que de igual forma se alcanzó en esta investigación.

Los valores que se registraron de pH en una investigación realizada por Benalcázar (2011) se obtuvo un resultado de pH 6.8 de potencial de hidrógeno de la zanahoria blanca después de la cosecha a los pocos días de almacenamiento, donde cuenta de que en este experimento realizado se empezó con un pH de 6.9 un valor muy parecido a los antes mencionados pero que con el paso de los días la conservación de este se ve afectada, ya que hay un aumento en esta variable llegando a una media de pH 7,2 en el testigo y de pH 7 el tratamiento 3 (2,5% a. ricino + almidón achira) como se menciona en la (Figura 23).

Acidez titulable

En cuanto a la acidez titulable como % de ácido tartárico no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos como se puede evidenciar en la (Figura 21) esto quiere decir que no influye ni la temperatura ni los recubrimientos en la acidez; sin embargo se observó que al paso de los días en la conservación de la raíz la presencia

del ácido tartárico fue desapareciendo y esto ocurre porque en el proceso de maduración de la raíz los almidones que esta contiene se van convirtiendo en azúcares lo que hace que la acidez disminuye y el pH aumente considerablemente.

Al iniciar con esta investigación las arracachas tienen una acidez titulable de 0,34 % un valor muy bajo a comparación con lo que reporta Benalcázar (2011) quien registró una media de 0.744 % de acidez, esto se debe a que las zanahorias blancas usadas en este proyecto estuvieron más maduras, no presentaban tanta cantidad de ácido tartárico.

Contenido de almidón

Según Saez et al. (2020) en su investigación la cantidad de almidones que tiene la zanahoria blanca es de 22.68 g /100 g cabe mencionar que estos resultados se dieron al realizar la investigación de digestibilidad de la zanahoria donde se sometió a la raíz a temperaturas y tiempos específicos para el recocado. A diferencia que en este proyecto se vio su conservación durante 15 días, permitiéndonos ver un decremento en la cantidad de almidón muy significativa en el caso del testigo donde la desaparición del almidón fue notoria debido a procesos fisiológicos de maduración.

En este estudio se encontraron diferencias significativas con el control en comparación con los otros tratamientos (Figura 40) los cuales si tenían la presencia del recubrimiento comestible adheridos a la raíz.

Determinación de Vida útil con base a % pérdida de peso

Este parámetro de calidad se la analizó con el porcentaje de pérdida de peso como lo plantea Vásquez (2017), que al mantener o conservar las zanahorias blancas en fundas transparentes a 4°C ayuda las mismas mantenían el peso promedio de la raíz evitando la pérdida de agua lo que permitió llegar a una vida útil de 21 a 31 días de

almacenamiento a la temperatura de 7°C. Lo que se logró también en el presente estudio con una formulación de 2% de aceite de ricino + 3,5% de almidón de achira en el recubrimiento T2. Este tratamiento permitió llegar a un promedio de vida de 11 días aproximadamente con ayuda de la fórmula de Labuza (1982).

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

$$y = 0,27 + 0,25 x$$

$$\ln \text{ Pérdida Peso} = 0,27 + 0,25 \text{ tiempo de vida útil}$$

Los resultados son similares a lo que menciona García et al (2007) que para productos con gran contenido de agua y uno de ellos es la arracacha es fundamental la refrigeración para llegar a disminuir la % de pérdida de peso y aumentar la vida útil.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- En las variables físico químicas medidas se pudo determinar que hubo influencia sobre la vida útil de la zanahoria blanca o arracacha y una interacción tanto de los recubrimientos aplicados en cada uno de los tratamientos como del tiempo de conservación a 7°C en el % de pérdida de peso, diámetro, pH y contenido de almidón, excepto en el caso de la acidez y la longitud donde no se presentó diferencias, ya que, en estas dos la variable que más influyó fue solo el paso del tiempo, como respuesta normal de maduración fisiológica.
- La vida útil de la zanahoria blanca se evaluó con el % de pérdida de peso al ser un factor de calidad importante la cual es tomada en cuenta para la comercialización siendo solo el 20% de pérdida aceptable en este producto, llegándose a tener 11 días de incremento de vida útil para el T2 (2% de aceite de ricino + 3,5% de almidón de achira) el valor más alto y siendo el tratamiento con mejores resultados de variación de parámetros fisicoquímicos.
- El porcentaje de pérdida de peso fue mayor en el testigo (T0) con una media de 28,3% y en cuanto al diámetro fue menor en el tratamiento antes mencionado con un diámetro de 2,1 cm, en cambio, en (T2) 2% de aceite de ricino + 3,5% de almidón de achira presentó el valor más bajo conservando su peso y más alto en cuanto al diámetro con un resultado del 9,8% y 3,2 cm respectivamente esto evaluado después de los 15 días de almacenamiento a 7°C.
- El contenido de almidón fue menor en el testigo (T0) con una media de 4,1 g y, en (T2) 2% de aceite de ricino + 3,5% de almidón de achira se presentó el valor

más alto de 5,3 g de almidón en 20 g de zanahoria blanca, en cuanto a la acidez esta disminuye con el paso del tiempo y el pH aumenta esto se debe a que el producto está madurando y la transformación de almidones a azúcares lo que hace que su pH aumente y la presencia del ácido tartárico sea casi nula.

Recomendaciones

- Para mejorar la conservación de esta raíz es recomendable mantenerla en refrigeración 7°C porque conserva mejor sus características tanto físicas como químicas, realizar un manejo cuidadoso tanto al transportarlas como al limpiarlas, pero evitar daños mecánicos por la mala manipulación, porque esto provoca deterioro en la raíz, mostrando un pardeamiento enzimático haciéndola más susceptible.
- Realizar el experimento con otros tipos de recubrimientos e ingredientes que sean de secado rápido tomando en cuenta el estado de maduración de la zanahoria blanca, también puede ser de mucha ayuda para aumentar su vida útil utilizar algún empaque o recipiente y así aumentar su almacenamiento después de la cosecha.
- Repetir esta investigación trabajando a 4°C donde se conserva mejor esta raíz y a temperatura ambiente, y comparar los resultados obtenidos para complementar esta investigación analizando más variables como grados Brix, contenido de vitaminas, entre otros.

Bibliografía

- Alulema, M., & Steven, M. (2017). *Conservación de la oca como patrimonio alimentario en el cantón Píllaro, parroquia La Matriz*.
<https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6952>
- Arce, M. (2009). Elaboracion y analisis del diagrama ombrotermico de la hacienda el Prado-IASA, 1998-2008. *Revista internacional Serie zoologica*, 1390-3004.
- Barrera, V., Espinosa, P., Tapia, C., Montero, A., & Valverde, F. (2004). *Caracterización de las raíces y los tubérculos andinos en la ecoregión andina del Ecuador*. Quito, EC: INIAP/CIP/COSUDE.
<https://doi.org/https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3261>
- Benalcázar, B. (2011). *Determinación de las características físicas y químicas de la Zanahoria Blanca (arracacia xanthorrhiza bancroft) proveniente de la Zona de San José de Minas Provincia de Pichincha*.
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/419>
- Castillo, R., Tapia, C., & Mazón, N. (1996). Algunas recomendaciones generales para el cultivo de dos raíces y dos tubérculos andinos en un sistema tradicional agrícola. *Revista Informativa INIAP*(8), 11-13.
<https://doi.org/http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4991>
- César. (1996). *Catalogo de recursos geneticos te raíces y tuberculos andinos en Ecuador*. INIAP Archivo Historico.
[https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=7q0zAQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PP9&dq=\(Tapia+1992\),+&ots=pdav8Ys7dP&sig=V95DyRHCyZb1PEDsKXnxVTDbRBA#v=onepage&q=\(Tapia%201992\)%2C&f=false](https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=7q0zAQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PP9&dq=(Tapia+1992),+&ots=pdav8Ys7dP&sig=V95DyRHCyZb1PEDsKXnxVTDbRBA#v=onepage&q=(Tapia%201992)%2C&f=false)
- Chica, B., & Osorio, S. (2003). *Determinación de la vida de anaquel del chocolate de mesa sin azúcar en una película de polipropileno biorientado*.

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3100>

Cusihuaman, J. C. (2020). *Efecto de los abonos orgánicos e inorgánicos en la producción de arracacha (Arracacia xanthorrhiza BANCROFT) en condiciones del Centro Agronómico K'ayra - Cusco.*

<http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6307>

Espinosa, P., Vaca, R., Abad, J., & Crissman, C. (1996). *Raíces y turbeculos andinos cultivos marginados en el Ecuador.*

https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1421&context=abya_yala

Espinoza, R., Jara, B., Lizarazo, L., & Sepulveda, S. (1999). *Normas para la gestion de calidad de productos y manejo medio ambiental.*

[https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=w1QQHpCOZHQC&oi=fnd&pg=PA5&dq=\(Espinoza+1999\).+&ots=AZRZLXUQTN&sig=zoOEhS6sWNeyRzEvd5QIVZTJjWl#v=onepage&q=\(Espinoza%201999\).&f=false](https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=w1QQHpCOZHQC&oi=fnd&pg=PA5&dq=(Espinoza+1999).+&ots=AZRZLXUQTN&sig=zoOEhS6sWNeyRzEvd5QIVZTJjWl#v=onepage&q=(Espinoza%201999).&f=false)

Estrada, E., Padilla, F., & Márquez, C. (2015). Efecto de recubrimientos protectores sobre la calidad del mango (*Mangifera indica* L.) en poscosecha. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 18(1), 181–188.

<https://doi.org/https://doi.org/10.31910/rudca.v18.n1.2015.468>

Freire, A. (1991). *Respuesta de ocho líneas de zanahoria blanca (Arracacia Xanthorrhiza Bancroft) a la introducción in vitro.*

<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/447>

García, A., Pacheco-Delahaye, E., Tovar, J., & Pérez, E. (2007). Caracterización físicoquímica y funcional de las harinas de arracacha para sopas instantáneas. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 5(5), 384-393.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/11358120709487717>

Hermann, M. (1997). *Arracacha. Andean Roots and Tubers: Ahipa, arracacha, maca*

and yacon. 21, 75-172.

Khalifa, I., Barakat, H., El-Mansy, H., & Soliman, S. (2016). Effect of Chitosan–Olive Oil Processing Residues Coatings on Keeping Quality of Cold-Storage Strawberry (*Fragaria ananassa*. Var. Festival). *Journal of Food Quality*, 39(5), 504-515.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jfq.12213>

Labuza. (1982). *Datación de la vida útil de los alimentos*. Prensa de alimentos y nutrición, Inc.

León, M., Villacorta, M., & Pagador, S. (2011). Composición química de “oca” (*Oxalis tuberosa*), (*Arracaccia xanthorrhiza*) y „tarwi” (*Lupinus mutabilis*). Formulación de una mezcla base para productos alimenticios. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 239-252.

[https://doi.org/https://www.researchgate.net/profile/Maria-Leon-](https://doi.org/https://www.researchgate.net/profile/Maria-Leon-Marrou/publication/299264569_Composicion_quimica_de_oca_Oxalis_tuberosa_arracacha_Arracaccia_xanthorrhiza_y_tarwi_Lupinus_mutabilis_Formulacion_de_una_mezcla_base_para_productos_alimenticios/links/56eff9a08a)

[Marrou/publication/299264569_Composicion_quimica_de_oca_Oxalis_tuberosa_arracacha_Arracaccia_xanthorrhiza_y_tarwi_Lupinus_mutabilis_Formulacion_de_una_mezcla_base_para_productos_alimenticios/links/56eff9a08a](https://doi.org/https://www.researchgate.net/profile/Maria-Leon-Marrou/publication/299264569_Composicion_quimica_de_oca_Oxalis_tuberosa_arracacha_Arracaccia_xanthorrhiza_y_tarwi_Lupinus_mutabilis_Formulacion_de_una_mezcla_base_para_productos_alimenticios/links/56eff9a08a)

Mazon, N., Castillo, R., Hermann, M., & Espinosa, P. (1996). *La zanahoria blanca o arracacha en Ecuador*. DENAREF.

<https://doi.org/https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2696/1/iniapscpm67.pdf>

Mejia, J. (2020). *Elaboracion de una galleta a partir de harina de haba, trigo y zanahoria blanca*.

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MEJ%C3%8DA%20ALEJANDRO%20JOEL%20ANTONIO.pdf>

Mirallas, M. (2013). *Caracterización del jugo de naranja que se comercializa en Caluma, propuesta de conservación para aumentar su vida útil*.

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8348>

- Nazate, M. (2018). *Evaluación de un recubrimiento de gelatina como método alternativo de control de brotación en seis variedades de papa solanum tuberosum*.
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8016>
- Quiros, C., & Aliaga, R. (1997). *Andean roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca and yacon. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*.
https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=O_QfhwPEajoC&oi=fnd&pg=PA175&dq=Andean+roots+and+tubers:+Ahipa,+arracacha,+maca+and+yacon.+Promoting+the+conservation+and+use+of+underutilized+and+neglected+crops.+&ots=__Ngia4JOv&sig=x4vEW2k05inHFUA_RDKi4x
- Reinoso, A. (2001). *Evaluación de las pérdidas de calidad postcosecha de la zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza Bancroft)*.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/839>
- Ribeiro, R., Finger, L., Puiatti, M., & Casali, D. (2006). Chilling injury sensitivity in arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) roots. *Tropical Science*, 45(2), 55-57.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ts.48>
- Sáenz, N., & Leydidiana, K. (2021). *Determinación de la temperatura de fritura y espesor para obtener hojuelas de arracacha (Arracacia xanthorrhiza bancroft)*.
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/4507>
- Saez, D., Espinoza, S., & Souza, T. d. (2020). *Evaluación de la digestibilidad de almidón de zanahoria blanca tratado por recocado in situ*.
<https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6933>
- Sánchez, V. (08 de 2016). *Aplicación de factores abióticos emergentes (ultrasonido de potencia y luz UV-C) en zanahoria (Daucus carota) y su efecto sobre compuestos bioactivos con capacidad antioxidante*.
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/14401>

- Sandoval, I., F, C., J, B., & R, B. (2017). Ethno-Botany and in-situ conservation of the genetic diversity of arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), yacon (*Smallanthus sonchifoliosus* H. Robinson), and wild relatives. *Peruvian Journal of Agronomy*, 1(1), 21-31.
- Seminario, J. (01 de 09 de 2014). Origen de las raices andinas . Peru.
- turismo, M. d. (2014). *Ecuador mega diverso y unico en el centro del mundo*.
<https://www.turismo.gob.ec/ecuador-megadiverso-y-unico-en-el-centro-del-mundo/>
- Valera, A., Materano, W., Maffei, M., Quintero, I., & Zambrano, J. (2011). Uso de recubrimientos comestibles y baja temperatura para mantener la calidad de frutos de mango 'Bocado'durante el almacenamiento. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 28(1), 600-8.
- Vasquez, N. (2017). *Efecto de dos tipos de empaque y tres temperaturas en la conservacion de la calidad y vida util dee dos cultivares de arracacha*.
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1723/EFFECTO%20DE%20DOS%20TIPOS%20DE%20EMPAQUE%20Y%20TRES%20TEMPERATURAS%20EN%20LA%20CONSERVACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20Y%20VIDA%20UTIL%20D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vasquez, N. (2017). *Efecto de dos tipos de empaques y tres temperaturas en la conservacion de la calidad y vida util de los dos cultivares de arracacha*.
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1723/EFFECTO%20DE%20DOS%20TIPOS%20DE%20EMPAQUE%20Y%20TRES%20TEMPERATURAS%20EN%20LA%20CONSERVACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20Y%20VIDA%20UTIL%20D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yadav, U., Anchal, A. P., & Yavanika, V. (2018). Effect of Carom Seed Oil on the Antimicrobial, Physicochemical and Mechanical Properties of Starch Based

Edible Film. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)* , 3(4). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22161/ijeab/3.4.16>

Zevallos Marchan, C. A. (2017). *Formulación y aplicación de un recubrimiento a base de Quitosano y gel de sábila (Aloe vera) para el tratamiento Postcosecha del limón sutil*. <http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/UNITUMBES/354>

Enlace:

<https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1SWx4kZ0JDy9pRQIlfYmqkAoCCkmm>

[2pE](#)