

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

POSGRADO



MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

“Caracterización de películas comestibles a base de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) con extracto de semillas de taxo (*Passiflora cumbalensis*) y su efecto sobre el pardeamiento enzimático de la papa mínimamente procesada”

Trabajo de titulación previa la obtención del
Título de Magister en ciencia y tecnología de alimentos

Autora: Lucero Ruano Janneth Cristina

Tutor: Víctor Oswaldo Otero Tuárez, PhD

Tulcán, 2024

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el maestrante Lucero Ruano Janneth Cristina con el número de cédula 0401631627 ha elaborado el trabajo de titulación: “Caracterización de películas comestibles a base de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) con extracto de semillas de taxo (*Passiflora cumbalensis*) y su efecto sobre el pardeamiento enzimático de la papa mínimamente procesada”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuestas en la Codificación del reglamento de Régimen Académico y de estudiantes de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi con RESOLUCIÓN N° 171-CSUP- 2023, por lo tanto, autorizo su presentación para la sustentación respectiva.

.....

Víctor Oswaldo Otero Tuárez, PhD.

TUTOR

Tulcán, septiembre de 2024

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Yo, Lucero Ruano Janneth Cristina con cédula de identidad número 0401631627 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Lucero Ruano Janneth Cristina

AUTORA

Tulcán, septiembre de 2024

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Lucero Ruano Janneth Cristina declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de titulación: “Caracterización de películas comestibles a base de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) con extracto de semillas de taxo (*Passiflora cumbalensis*) y su efecto sobre el pardeamiento enzimático de la papa mínimamente procesada” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



Lucero Ruano Janneth Cristina

AUTORA

Tulcán, septiembre de 2024

AGRADECIMIENTO

Me gustaría expresar mi más sentido agradecimiento a mi tutor de tesis Víctor Oswaldo Otero Tuárez, PhD., que, a pesar de la distancia y sus ocupaciones, supo guiarme y apoyarme en cada fase del desarrollo de este trabajo. Admiración y agradecimiento, por su amplio conocimiento y experiencia en el vasto camino de la investigación.

Gracias infinitas a mis padres, por su apoyo y amor incondicional, su confianza en mí en todo momento, han contribuido de manera positiva a cada logro obtenido en mi vida académica, profesional y personal, no tengo palabras para expresar mi gratitud y amor hacia ustedes. También deseo expresar mi agradecimiento a mis hermanas y sobrinos quienes supieron colaborarme y comprenderme en cada instante que lo necesité.

Un sincero agradecimiento a mi pareja, por su paciencia, cariño y amor en los momentos de estrés y constituir un apoyo fundamental que me ha motivado a seguir adelante en mis proyectos. Finalmente, agradecer a mis estimados amigos de la maestría, con los cuales pude compartir conocimientos, risas y momentos inolvidables, gracias por su apoyo y amistad.

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico a cada una de las personas que me han apoyado y contribuido en este viaje (mis padres, hermanas, sobrinos, pareja y amigos).

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| RESUMEN | xiv |
| ABSTRACT | xv |
| CAPÍTULO I | 16 |
| PROBLEMA | 16 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 16 |
| 1.2 Preguntas de investigación | 17 |
| 1.3 Objetivos de la investigación..... | 17 |
| 1.4 Justificación..... | 18 |
| CAPÍTULO II..... | 20 |
| FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 20 |
| 2.1 Antecedentes de investigación..... | 20 |
| 2.2 Marco teórico..... | 23 |
| 2.2.1 Películas Comestibles | 23 |
| 2.2.2 Propiedades de las películas comestibles. | 26 |
| 2.2.3 Almidón en el desarrollo de películas comestibles | 28 |
| 2.2.4 Extractos de semillas de taxo..... | 30 |
| 2.2.5 Alimentos mínimamente procesados..... | 32 |
| 2.2.6 Pardeamiento enzimático..... | 32 |
| 2.3 Marco legal | 33 |
| CAPÍTULO III | 35 |
| METODOLOGÍA..... | 35 |
| 3.1 Descripción del área de estudio | 35 |
| 3.2 Enfoque y tipo de investigación | 36 |
| 3.2.1 Enfoque..... | 36 |
| 3.2.2 Tipo de investigación..... | 36 |
| 3.3 Definición y operacionalización de variables..... | 37 |
| 3.3.1 Definición de las variables | 37 |
| 3.3.2 Operacionalización de variables | 37 |

| | |
|---|----|
| 3.4 Procedimientos | 39 |
| 3.4.1 Diagrama de flujo general de todo el procedimiento. | 39 |
| 3.4.2 Procedimiento experimental. | 40 |
| 3.4.3 Análisis estadístico | 50 |
| 3.4.4 Codificación y tratamientos de las muestras | 51 |
| CAPÍTULO IV | 52 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 52 |
| 4.1. Caracterización de almidón | 52 |
| 4.2 Caracterización de la solución formadora de película..... | 53 |
| 4.2.1 pH | 53 |
| 4.3 Características físicas de las Películas Comestibles PC | 54 |
| 4.3.1 Color y Opacidad..... | 54 |
| 4.3.2 Espesor..... | 56 |
| 4.3.3 Contenido de humedad. | 57 |
| 4.3.4. Solubilidad en agua | 59 |
| 4.3.5 Permeabilidad al vapor de agua..... | 60 |
| 4.4 Características mecánicas de las películas comestibles..... | 62 |
| 4.4.1 Tensión máxima de rotura | 62 |
| 4.4.2 Elongación relativa | 63 |
| 4.6 Pardeamiento enzimático..... | 64 |
| 4.6.1 Color | 65 |
| 4.6.2 pH | 66 |
| 4.6.3 Acidez titulable..... | 67 |
| 4.6.4 Sólidos solubles totales..... | 68 |
| 4.6.5 Firmeza | 69 |
| 4.6.6 Índice de deterioro | 70 |
| CAPÍTULO V..... | 73 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 73 |

| | |
|---------------------------|----|
| 5.1 Conclusiones..... | 73 |
| 5.2 Recomendaciones | 74 |
| REFERENCIAS | 75 |
| CAPÍTULO VII..... | 86 |
| ANEXOS | 86 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Biopolímeros más comunes utilizados para la elaboración de películas comestibles | 27 |
| Tabla 2. Caracterización fisicoquímica del taxo..... | 31 |
| Tabla 3. Operacionalización de variables para la caracterización de películas comestibles de almidón de cáscara de papa con extracto de semillas de taxo y su efecto en el pardeamiento enzimático..... | 38 |
| Tabla 4. Criterios para la evaluación de la presencia de deterioro en muestras de papa almacenadas..... | 50 |
| Tabla 5. Codificación de muestras con sus respectivos tratamientos..... | 51 |
| Tabla 6. Resultados de los análisis de almidón y amilosa aparente realizados en el INIAP..... | 52 |
| Tabla 7. pH promedio de las soluciones formadoras de película sin y con extracto de taxo a 40 °C y 50 °C..... | 53 |
| Tabla 8. Determinación del color de las películas comestibles sin y con extracto de taxo utilizando las coordenadas L*, a*, b*..... | 55 |
| Tabla 9. Color de muestras de papa mínimamente procesadas sin y con películas comestibles a base de almidón de papa sin y con extracto de taxo utilizando las coordenadas L*, a*, b*..... | 65 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Esquema de la función de las películas comestibles en la conservación de un alimento. | 24 |
| Figura 2. Estructura de la Amilosa | 29 |
| Figura 3. Estructura de la Amilopectina..... | 30 |
| Figura 4. Ubicación geográfica de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi..... | 35 |
| Figura 5. Ubicación geográfica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. | 36 |
| Figura 6 Diagrama de flujo general del procedimiento experimental del proyecto. | 39 |
| Figura 7. Diagrama de flujo del proceso de extracción del almidón de la cáscara de papa tipo Capiro. | 41 |
| Figura 8. Fotografías del proceso de extracción de almidón a partir de la cáscara de papa tipo Capiro. | 42 |
| Figura 9. Diagrama de flujo de la elaboración del extracto de semillas de taxo. | 433 |
| Figura 10. Fotografías del proceso de elaboración del extracto de semillas de taxo. ... | 43 |
| Figura 11. Soluciones formadoras de película SFP. | 44 |
| Figura 12. Fotografías de la elaboración de películas comestibles. | 45 |
| Figura 13. Diagrama de flujo del proceso para determinar el pardeamiento enzimático de papas mínimamente procesadas..... | 48 |
| Figura 14. Opacidad de las películas comestibles a base de almidón de papa sin y con extracto de taxo..... | 56 |
| Figura 15. Espesor de las películas comestibles a base de almidón de papa sin y con extracto de taxo..... | 57 |
| Figura 16. Porcentaje de humedad de las películas comestibles a base de almidón de papa sin y con extracto de taxo. | 58 |
| Figura 17. Porcentaje de solubilidad en agua de las películas comestibles a base de almidón de papa sin y con extracto de taxo. | 60 |
| Figura 18. Permeabilidad al vapor de agua de las películas comestibles a base de almidón de papa sin y con extracto de taxo | 62 |
| Figura 19. Tensión máxima de rotura de las películas comestibles a base de almidón de papa sin y con extracto de taxo..... | 63 |
| Figura 20. Porcentaje de elongación relativa de las películas comestibles a base de almidón de papa sin y con extracto de taxo. | 64 |
| Figura 21. pH de las muestras de papa mínimamente procesadas (IV gamma) sin y con PC y sin y con extracto de taxo | 67 |

| | |
|--|----|
| Figura 22. Acidez titulable de las muestras de papa mínimamente procesadas (IV gamma) sin y con PC..... | 68 |
| Figura 23. Sólidos solubles totales de las muestras de papa mínimamente procesadas (IV gamma) sin y con PC, a partir del día 0 hasta el día 12 de almacenamiento..... | 69 |
| Figura 24. Firmeza de las muestras de papa mínimamente procesadas (IV gamma) sin y con PC, a partir del día 0 hasta el día 12 de almacenamiento..... | 70 |
| Figura 25. Índice de deterioro de las muestras de papa mínimamente procesadas (IV gamma) sin y con PC, a partir del día 0 hasta el día 12 de almacenamiento..... | 71 |
| Figura 26. Pardeamiento enzimático de las muestras de papa, sin y con películas comestibles. | 72 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| ANEXO A Políticas para gestión integral de plásticos en el Ecuador..... | 86 |
| ANEXO B Análisis estadístico para pH 40 °C. | 87 |
| ANEXO C Análisis estadístico para el color (coordenada L) | 89 |
| ANEXO D Análisis estadístico para el color (coordenada a)..... | 92 |
| ANEXO E Análisis estadístico para el color (coordenada b). | 94 |
| ANEXO F Análisis estadístico para la Opacidad. | 97 |
| ANEXO G Análisis estadístico para el espesor. | 99 |
| ANEXO H Análisis estadístico para la Humedad. | 102 |
| ANEXO I Análisis estadístico para la Solubilidad. | 105 |
| ANEXO J Análisis estadístico para la WVP. | 108 |
| ANEXO K Análisis estadístico para la Tensión. | 111 |
| ANEXO L Análisis estadístico para la Elongación. | 114 |
| ANEXO M Anova de medidas repetidas con factor intra-sujeto para color (Luminosidad). | 117 |
| ANEXO N Anova de medidas repetidas con factor intra-sujeto para color (a)..... | 119 |
| ANEXO O Anova de medidas repetidas con factor intra-sujeto para color (b). | 121 |
| ANEXO P Anova de medidas repetidas con factor intra-sujeto para pH. | 123 |
| ANEXO Q Anova de medidas repetidas con factor intra-sujetos para Sólidos Totales. | 125 |
| ANEXO R Anova de medidas repetidas con factor intra-sujeto para Acidez. | 127 |
| ANEXO S Anova de medidas repetidas con factor intra-sujeto para Firmeza. | 129 |
| ANEXO T Resultados del análisis de almidón y amilosa aparente..... | 131 |
| ANEXO U Análisis de la resistencia a la tensión. | 132 |
| ANEXO V Aval del CIDEN del Abstract..... | 144 |

RESUMEN

La investigación se centra en el uso de películas comestibles (PC) como una alternativa de conservación emergente, cuya efectividad, va a depender de la matriz y formulación. El objetivo fue caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de PC a base de almidón de cáscara de papa sin y con extracto de semillas de taxo (*Passiflora cumbalensis*) para evaluar el efecto sobre el pardeamiento enzimático en muestras de papa mínimamente procesada. La metodología se basó en la extracción de almidón de la cáscara de papa tipo Capiro, para elaborar PC con cuatro tratamientos sin y con extracto de semillas de taxo T1(2% almidón y 0% extracto); T2 (4% almidón y 0% extracto); T3 (2% almidón y 3% extracto); T4 (4% almidón y 3% extracto) y se realizaron análisis fisicoquímicos y mecánicos a todos los tratamientos. Los resultados de color demostraron que el T4 presentó mayor luminosidad ($L^* = 90,29$) y muy poca opacidad ($4,461 \text{ mm}^{-1}$) en comparación a los demás tratamientos, estas PC fueron muy delgadas, con un espesor de $96 \mu\text{m}$., humedad del 16,58%, solubilidad en agua de 28,76%, permeabilidad al vapor de agua de $0,22 \text{ g.mm/kPa.h.m}^2$, tensión máxima de rotura de $4,89 \text{ N/mm}^2$ y elongación relativa de 7,92%. Posteriormente, se evaluó el efecto de las PC sin y con extracto de taxo (T4) sobre el pardeamiento enzimático de las papas. Se observó que las muestras con PC con extracto de taxo aseguraron la calidad de la muestra, debido a que mantuvieron su color característico, pH, acidez titulable, sólidos solubles totales, firmeza e índice de deterioro durante los doce días de almacenamiento a temperatura de refrigeración ($4 \text{ }^\circ\text{C}$), retrasando de esta manera el pardeamiento enzimático, lo que sugiere que las PC con extracto de taxo son una alternativa viable de conservación, asegurando la calidad e inocuidad del producto.

Palabras clave: películas comestibles, almidón, pardeamiento enzimático, conservación emergente, papa mínimamente procesada.

ABSTRACT

The research focuses on the use of edible films (PC) as an emerging conservation alternative, whose effectiveness will depend on the matrix and formulation. The objective was to characterize the physical and mechanical properties of PC based on potato peel starch without and with taxo (*Passiflora cumbalensis*) seed extract to evaluate the effect on enzymatic browning in minimally processed potato samples. The methodology was based on the extraction of starch from the peel of Capiro type potatoes, to prepare PC with four treatments without and with extract of seeds of taxo T1 (2% starch and 0% extract); T2 (4% starch and 0% extract); T3 (2% starch and 3% extract); T4 (4% starch and 3% extract) and physicochemical and mechanical analyzes were carried out on all treatments. The color results showed that T4 presented greater luminosity ($L^* = 90.29$) and very little opacity (4.461 mm^{-1}) compared to the other treatments. These PCs were very thin, with a thickness of $96 \mu\text{m}$, humidity of 16.58%, water solubility of 28.76%, water vapor permeability of $0.22 \text{ g.mm/kPa.h.m}^2$, maximum breaking stress of 4.89 N/mm^2 and relative elongation of 7.92%. Subsequently, the effect of PC without and with taxo extract (T4) on the enzymatic browning of potatoes was evaluated. It will be observed that the samples with PC with taxo extract ensured the quality of the sample, because they maintained their characteristic color, pH, titratable acidity, total soluble solids, firmness and deterioration index during the twelve days of storage at refrigeration temperature. ($4 \text{ }^\circ\text{C}$), thus delaying enzymatic browning, which suggests that PCs with taxo extract are a viable conservation alternative, ensuring the quality and safety of the product.

Keywords: edible films, starch, enzymatic browning, emerging conservation, minimally processed potato.

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Los alimentos están constituidos por macro y micronutrientes que pueden ser susceptibles a la alteración de sus características organolépticas y/o valor nutritivo perdiendo la calidad e inocuidad al entrar en contacto con contaminantes físicos, químicos o biológicos, volviéndose no aptos para el consumo. A nivel mundial, se desperdician más de 2 600 millones de toneladas de alimentos, especialmente frutas (45%) y verduras frescas, lo que genera altos costos empresariales y problemas medioambientales. (IFCO SYSTEMS, 2021).

Los residuos agroindustriales pueden aprovecharse en la industria alimentaria para desarrollar tecnologías emergentes, como envases funcionales y comestibles, que prolonguen la vida útil de los alimentos (Verghese *et al.*, 2013). Esto representa un desafío para la industria y los investigadores que buscan materiales más ecológicos para la conservación de los productos (Rodríguez *et al.*, 2014).

El uso de películas comestibles (PC) es una propuesta innovadora para la conservación de alimentos, donde el almidón es la materia prima principal que se puede obtener de diversas fuentes, como la papa, yuca, camote y maíz. En Ecuador, un país agrícola con un alto consumo de papa, se cultivan 50,000 hectáreas, produciendo 300,000 toneladas anuales de las cuales cada persona consume en promedio 30 kg de papa al año, lo que genera una cantidad significativa de residuos, como la cáscara. Estos residuos, que no suelen aprovecharse, podrían utilizarse para producir bioplásticos, contribuyendo así al desarrollo de materiales más amigables con el ambiente (MAG, 2021).

Por lo tanto, el proyecto plantea determinar ¿Qué concentración de almidón se podría mezclar con el extracto de taxo para obtener películas y recubrimientos comestibles con excelentes propiedades físicas y mecánicas que reduzcan el pardeamiento enzimático en la papa mínimamente procesada?

1.2 Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son las propiedades físicas de las películas comestibles a base de dos concentraciones de almidón de papa sin y con extracto de semillas de taxo?
- ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de las películas comestibles a base de dos concentraciones de almidón de papa sin y con extracto de semillas de taxo?
- ¿Cómo influyen las películas comestibles a base de almidón de papa sobre el pardeamiento enzimático de la papa mínimamente procesada?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Caracterizar películas comestibles a base de almidón de papa con extracto de semillas de taxo y su efecto sobre el pardeamiento enzimático de la papa mínimamente procesada.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas de las películas comestibles de dos concentraciones de almidón sin y con extracto de taxo.
- Determinar las propiedades mecánicas de las películas comestibles de dos concentraciones de almidón sin y con extracto de taxo.
- Evaluar el efecto de las películas comestibles sobre el pardeamiento enzimático de la papa mínimamente procesada.

1.4 Justificación

Ante la creciente demanda de alimentos seguros, estables, funcionales y de menor impacto ambiental que permitan conservar las propiedades y características del producto durante el almacenamiento y la distribución, los investigadores se han motivado en el desarrollo de películas comestibles elaborado generalmente de partir de una gran variedad de polisacáridos, proteínas y lípidos (Camacho *et al.*, 2021).

Las (PC) con propiedades antioxidantes, elaboradas a partir de fuentes no convencionales, son de gran interés para la industria alimentaria al utilizar materias primas renovables, como el almidón de cáscara de papa, junto con extractos de frutas ricos en compuestos bioactivos, como las semillas de taxo, siendo una alternativa prometedora para mejorar la calidad e inocuidad de productos mínimamente procesados. Esta tecnología innovadora es un buen sustituto de los plásticos, gracias a su biodegradabilidad, biocompatibilidad y fácil disponibilidad, lo que la hace más sostenible para diversas aplicaciones alimentarias (Li *et al.*, 2020).

Las características mecánicas de las películas comestibles (PC) dependen de varios factores, como el tipo de polímero, el método de preparación y la composición de la película. Por ello, es importante evaluar si sus propiedades físicas y mecánicas son adecuadas para la conservación de alimentos. Esta investigación es viable, ya que cuenta con los recursos económicos necesarios, tecnología, información y sobre todo, materia prima, como la cáscara de papa, que abunda a nivel local y nacional. Según el “Catálogo de variedades de papa del Ecuador” del INIAP (2022), existen más de 550 tipos de papa en el país, con la mayor producción concentrada en las provincias de Carchi, Chimborazo y Tungurahua, siendo Carchi la líder en producción con un 41,27% del total (Cuesta *et al.*, 2022).

Además, el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG), menciona que la Provincia del Carchi es una de las principales productoras de papa y que procesa cerca de 300 quintales del tubérculo al día, para obtener una tonelada de almidón (Angulo, 2022). Según Riera y Palma (2018), la agroindustria ecuatoriana constituye un sector importante para la economía por lo que los residuos vegetales producidos a nivel agrícola e industrial

podrían ser aprovechados de mejor manera para la obtención de bioplásticos que compitan con los envases convencionales (plástico).

Por lo tanto, la presente investigación se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por la Agenda 2030 en el Plan Nacional de Desarrollo de Ecuador, haciendo referencia principalmente al objetivo 12 sobre la producción y consumo responsables fomentando el uso eficiente de los recursos naturales al aprovechar residuos vegetales para la elaboración de películas comestibles disminuyendo el impacto ambiental de los plásticos, conjuntamente, apoya a la mejora de la competitividad de la industria alimentaria ecuatoriana correspondiente al objetivo 9 promoviendo la innovación tecnológica en la conservación de alimentos a través del crecimiento de una industria más limpia mediante soluciones naturales y sostenibles, de igual manera, al abordar el efecto de las películas comestibles sobre el pardeamiento enzimático en muestras de papa mínimamente procesada pertenece al objetivo 2 que contribuye a la reducción de las pérdidas postcosecha, asegurando que exista mayor disponibilidad de productos frescos, mejorando la calidad y conservación de alimentos, teniendo un impacto positivo en la distribución equitativa de recursos alimentarios. Además, la línea de investigación de acuerdo a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC) se centra en el desarrollo de nuevos productos, tecnologías y procesos que mejoren la calidad y la seguridad alimentaria, ya que se relaciona con la creación de películas comestibles a partir de subproductos agrícolas como la cáscara de papa y semillas de taxo, siendo relevante para la conservación de alimentos y el desarrollo de tecnologías innovadoras en la industria alimentaria mediante el aprovechamiento de productos de la zona.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Antecedentes de investigación

Para la elaboración de recubrimientos y películas comestibles, que garanticen alimentos seguros, que satisfagan al consumidor y que alarguen la vida útil de los productos alimenticios se han investigado varias matrices a base de proteínas, lípidos y carbohidratos, que han sido utilizados como medios de transporte de muchos compuestos bioactivos presentes en los extractos vegetales, siendo los almidones el polisacárido más común para este fin, principalmente por su biodegradabilidad, propiedades de barrera y bajo costo.

Dai *et al.*, (2019) investigaron varios tipos de almidones de distintas fuentes botánicas (maíz ceroso, yuca, camote, papa, trigo y maíz) y el almidón de yuca modificado (esterificado, reticulado y oxidado), determinando que las propiedades fisicoquímicas analizadas fueron significativamente afectadas por el tipo de almidón, método empleado y la relación amilosa/amilopectina (menor cantidad de amilosa, mayor permeabilidad al vapor de agua).

Las películas elaboradas con almidón de papa suelen ser más transparentes y poseen mejores propiedades de barrera contra el oxígeno y el vapor de agua, aunque pueden tener propiedades mecánicas más débiles que las películas a base de almidón de trigo y maíz (Basiak *et al.*, 2017), sin embargo, las propiedades mecánicas de los biopolímeros pueden mejorar dependiendo del agente plastificante.

Así, Ballesteros *et al.* (2020) utilizaron el glicerol como plastificante, obteniendo mejores resultados en cuanto a las propiedades mecánicas de las películas comestibles, debido a una mayor incorporación de moléculas de este en la matriz polimérica y al relleno del espacio mediante enlaces de hidrógeno, alterando la estructura del polímero, convirtiéndola en una estructura desordenada, flexible y con mayor movilidad.

Si bien, el uso del almidón de papa se ha convertido en una buena alternativa para la elaboración de películas comestibles gracias a sus propiedades, disponibilidad y bajo costo, emplear su residuo agrícola (cáscara) para este fin, lo es aún más, debido a que los

subproductos alimentarios contienen muchos materiales que son muy prometedores en el desarrollo de películas comestibles biodegradables (pectinas, almidón, derivados de celulosa, polifenoles, nutrientes) y para matrices de películas y extractos de compuestos bioactivos, que constituyen un beneficio en el aprovechamiento de subproducto de la industria alimentaria, disminuyendo el desperdicio y contribuyendo en la conservación de alimentos (Othman *et al.*, 2017).

Además, para mejorar las propiedades funcionales de las películas comestibles se puede incorporar a su formulación, ingredientes bioactivos provenientes de aceites esenciales, pigmentos naturales, vitaminas y extractos de plantas y frutas (semillas, cáscaras, pulpa), cuyos componentes pueden actuar como agentes antioxidantes y antimicrobianos, previniendo la oxidación, retrasando la aparición de sabores desagradables y manteniendo estables las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto (Moura *et al.*, 2023).

Rojas *et al.* (2021) investigaron las semillas de taxo como ingrediente bioactivo, debido a su alta cantidad de flavonoides y oligoelementos, con un contenido fenólico de: 29,99 mg/g, contenido de fenoles totales de 0,94 mg/g y capacidad antioxidante de 6,94 mM trolox/g, además, de terpenoides de gran importancia como el escualeno, tocoferol, derivados de colesterol, ergosterol, metil éter campesterol, estigmasterol y betasitosterol, cuyos compuestos son responsables de su alta capacidad antioxidante y antimicrobiana frente a *Escherichia coli* y *Listeria innocua*, otorgándole propiedades valiosas en la prevención de enfermedades transmitidas por los alimentos y reducción de procesos oxidativos.

Salas *et al.*, (2018) estudiaron la incorporación de extractos de cáscara y semilla de papaya en películas comestibles de gelatina bovina para evaluar sus propiedades. Se utilizaron tres concentraciones de extractos (0,5%, 1%, 2%) y se analizaron propiedades físicas, ópticas, mecánicas y de barrera. Los resultados mostraron que el pH y la opacidad aumentaron, mientras que la humedad disminuyó con el 2% de extracto de semilla. La solubilidad en agua no cambió significativamente, y las propiedades mecánicas no se vieron afectadas, aunque aumentaron ligeramente con mayor concentración. Las propiedades de barrera permanecieron estables, sugiriendo que los extractos son una buena alternativa para mejorar la calidad de alimentos con un menor impacto ambiental.

La prevención de la oxidación de los alimentos se basa en la eliminación de la exposición del producto con el oxígeno, para lo cual se pueden emplear películas comestibles con adición de compuestos activos que permitan el transporte de antioxidantes hacia el alimento, actuando como barreras de protección, cuya sinergia se puede considerar una alternativa sostenible y funcional para la disminución del pardeamiento enzimático, ya que este proceso es causado por la acción de la enzima polifenol oxidasa que altera la apariencia visual y calidad, causando un oscurecimiento, flacidez, deshidratación y pérdida de nutrientes del producto (Jiang *et al.*, 2023).

Para retardar la rancidez en los alimentos, el mercado ofrece antioxidantes sintéticos como el butilhidroxianisol (BHA), el butilhidroxitolueno (BHT) y el galato de propilo, sin embargo, su empleo puede generar compuestos nocivos en los alimentos, degradación del color y nutrientes, lo que ha llevado a los investigadores a buscar nuevas alternativas con antioxidantes naturales como los compuestos fenólicos originarios de las plantas o residuos (cáscaras, semillas). Por consiguiente, su uso es una forma sostenible y económica para obtener estos compuestos (Rajapaksha y Shimizu, 2021).

La investigación realizada por Aragundi *et al.*, (2023) fue evaluar el efecto de un recubrimiento comestible a base de gelatina bovina enriquecido con extracto de cáscara y semilla de mango sobre la vida útil de frutas enteras y mínimamente procesadas. Se analizaron propiedades físicas y químicas como color, acidez, pH, firmeza, sólidos solubles y calidad microbiológica (aerobios mesófilos, mohos y levaduras) durante los días 0, 3, 6, 9 y 12. Las muestras de mango mínimamente procesado se almacenaron a 4°C y las de mango entero a 25°C, al finalizar el estudio, ambos tratamientos mostraron estabilidad microbiológica y el mango entero mejor resultado en acidez, pH, firmeza y sólidos solubles, mientras que el mango mínimamente procesado destacó en el color.

Finalmente, los análisis previos sirven como base para la investigación sobre la caracterización física y mecánica de películas comestibles hechas con almidón de cáscara de papa tipo Capiro, con y sin semillas de taxo, en dos concentraciones. Se busca comparar la influencia de estas películas en el pardeamiento enzimático de papa mínimamente procesada de IV gamma, evaluando parámetros fisicoquímicos e índice de deterioro. El objetivo es mejorar la calidad del alimento, mantener sus propiedades organolépticas y protegerlo de factores externos que reduzcan su vida útil.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Películas Comestibles

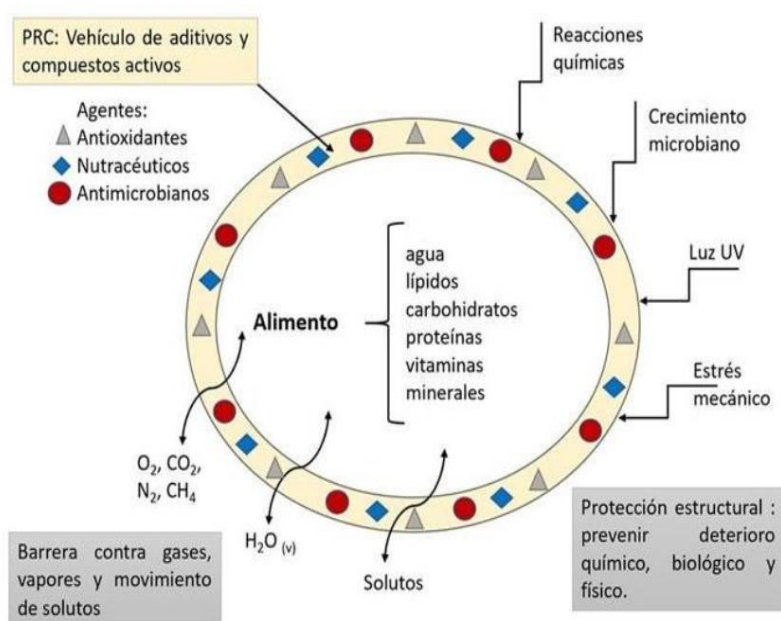
Una película comestible es una matriz delgada y preformada, que puede ser consumida y que se coloca sobre el alimento con el fin de generar un efecto de barrera contra la transmisión de gases y resistencia estructural al agua y microorganismos, cuyas características pueden ser influenciadas por el tipo de matriz utilizada y las condiciones a las cuales se han elaborado las películas (tipo de plastificante, pH, concentraciones de los componentes, temperatura, humedad relativa, entre otros) (Quintero *et al.*, 2010).

A diferencia de los recubrimientos comestibles, las películas se forman por separado y se colocan sobre una superficie plana para su uso posterior, por el contrario, el recubrimiento se aplica a la superficie del producto alimenticio ya sea sumergiéndolo en una solución o por aspersión (Solano *et al.*, 2018). Para que a una película comestible se la denomine como activa o funcional, se le debe incorporar compuestos activos, estos pueden ser: antioxidantes, nutraceúticos y antimicrobianos (Ortega y Fernández, 2020). Estos compuestos son colocados, con el fin de mejorar la seguridad alimentaria y la vida útil del producto (Rocha *et al.*, 2018).

La Figura 1 representa la función de una PC, entre las cuales se describen: la barrera contra gases, vapores y movimiento de solutos, además, sirven de vehículo de aditivos y compuestos activos, que pueden ser agentes: antioxidantes, nutracéuticos o antimicrobianos, con la finalidad de otorgar una protección estructural al alimento mediante la prevención del deterioro químico, biológico y físico.

Figura 1

Esquema de la función de las películas comestibles en la conservación de un alimento.



Nota. La figura muestra la función de las películas comestibles como barreras de protección contra gases y como vehículos de aditivos y compuestos activos, para la prevención del deterioro del alimento.

Fuente: (Ortega & Fernández, 2020).

A continuación, se detalla los tipos de agentes que se puede colocar en las películas comestibles PC:

- **Agentes antioxidantes:** El uso de estos compuestos en PC puede reducir los efectos perjudiciales de los radicales libres producidos por el oxígeno durante el metabolismo normal y cuyas moléculas son responsables de la pérdida de cualidades sensoriales y nutricionales de los alimentos, además, ayuda a prolongar la vida útil de los alimentos al prevenir el desarrollo de sabores desagradables, la decoloración e incluso contribuye a prolongar la vida útil de los alimentos. La mayoría de los antioxidantes naturales se obtienen de extractos de plantas (aceites, frutas, especias, semillas, hojas y cáscaras) ya que se ha demostrado que su capacidad antioxidante es comparable y mejor que los antioxidantes sintéticos (Ramos *et al.*, 2012).

- **Agentes Nutraceuticos:** sustancias químicas o biológicas que se pueden encontrar de forma natural en los alimentos o adicionarse a los mismos y que presentan ventajas particulares para la prevención de enfermedades o para el mejoramiento de las funciones fisiológicas de los organismos (Pérez, 2006). La aplicación de estos compuestos mediante PC permite asegurar que los compuestos retengan su forma activa hasta el momento de consumo, permitiendo la disponibilidad de un determinado nutriente durante el tiempo de almacenaje. Dentro de los principales nutraceuticos añadidos tenemos: antioxidantes, vitaminas, cultivos probióticos y péptidos bioactivos (García, Maté, *et al.*, 2017)
- **Agentes antimicrobianos:** El propósito de incorporar este tipo de agentes en las PC es evitar el crecimiento de microorganismos patógenos y alterantes que pueden deteriorar al alimento, favoreciendo la conservación del mismo a largo plazo, con la liberación gradual del compuesto activo lo que hace este migre de la película al alimento para después difundirse hacia el mismo. Los principales agentes empleados son ácidos orgánicos (lactato, acetato, benzoato), aceites esenciales y extractos de plantas (orégano, romero y otros que contienen terpenos), bactericidas (nisina y otros péptidos), enzimas (lisozima) y polisacáridos (quitosano) (García, Maté, *et al.*, 2017)

Las películas comestibles se consideran aditivos alimentarios, por lo tanto, requieren de ciertas propiedades de barrera para la conservación del producto, además de propiedades nutricionales y organolépticas compatibles con el alimento con el que se recubre. Poseen propiedades mecánicas adecuadas para evitar pérdidas por rotura o destrucción del material y son estables bajo diversas condiciones de almacenamiento. Son fácilmente adherentes a las superficies de los alimentos a tratar. Requieren de tecnologías sencillas y económicas para su fabricación y posterior aplicación (Zamudio, 2014).

2.2.2 Propiedades de las películas comestibles.

La utilización de PC va a depender de las adecuadas propiedades físicas y tecnológicas que estas presenten ya que deben cumplir la misma o mejor función que los materiales de envase tradicionales. Dentro de las principales propiedades se analiza las siguientes:

- **Propiedades de Barrera:** Protegen a los alimentos de las influencias ambientales y del contacto directo con otros productos. Estas propiedades incluyen la permeabilidad al vapor de agua (gas u otra molécula que viaja por unidad de área y espesor bajo condiciones específicas de temperatura y humedad), que dependen de la composición y estructura química de la matriz con la interacción del agente plastificante. La permeabilidad al vapor del agua es un ejemplo de estas propiedades de barrera la cual para las PC importante que tengan baja permeabilidad a compuestos aromáticos, ya que la pérdida o la absorción de compuestos aromáticos del exterior puede conducir a una reducción significativa en la calidad sensorial del producto (García *et al.*, 2017)
- **Propiedades mecánicas:** Están relacionadas con los polímeros utilizados para formarlos y con los agentes estructurantes y aditivos agregados, para conferir la suficiente resistencia mecánica y extensibilidad a las PC, garantizando la integridad de los alimentos.
La determinación de estas propiedades se la realiza mediante el análisis mecánico dinámico como son: la tensión máxima de rotura (máxima tensión que un material puede aguantar antes de quebrarse) y la elongación relativa (cambio de dimensiones originales experimentado por un material durante la prueba. Este comportamiento es asociado a la reducción de las interacciones entre las moléculas que forman el polímero) (Ramos *et al.*, 2012).
- **Propiedades ópticas:** Dentro de estas propiedades se analiza el color y la transparencia que son muy importantes ya que pueden afectar en la percepción sensorial del consumidor por la apariencia que pueda llegar a dar al alimento. Por lo que es importante adicionar compuestos activos en las PC que no afecte a su color y aspecto general del alimento (García *et al.*, 2017).

- **Propiedades superficiales:** Se refiere a las fuerzas cohesivas y adhesivas a las superficies de los alimentos, las cuales se basan en la capacidad del polímero para formar una gran cantidad de enlaces intermoleculares altamente resistentes para que las cadenas de polímero puedan permanecer fuertemente unidas. Por lo tanto, es necesario elegir un plastificante adecuado que reduzca el nivel de cohesión y surfactantes que mejoren la adherencia a las superficies de los alimentos (García, *et al.*, 2017).

Desde la perspectiva de la agroindustria, la comercialización de películas de biopolímero conducirá a una mayor utilización de las materias primas agrícolas como fuentes de materiales formadores de películas, y las películas comestibles se convertirán en un aditivo que mejore la calidad y vida útil de los alimentos. Por lo tanto, es necesario tomar en cuenta factores como: si las propiedades de la solución formadora de película afectan o no al producto, cómo cambia la película con el tiempo y qué interacciones ocurren entre el polímero y el alimento, además de la sensibilidad de las películas a las condiciones de almacenamiento (Montalvo *et al.*, 2012). Las matrices más comunes utilizadas para el desarrollo de películas comestibles como una alternativa conservación emergente se detalla en la Tabla 1:

Tabla 1

Biopolímeros más comunes utilizados para la elaboración de películas comestibles.

| MATRIZ | FUENTES | CARACTERÍSTICAS | REFERENCIA |
|-----------|--|---|------------------------------|
| Almidón | Yuca, papa, maíz, arroz, trigo, camote | Adecuadas propiedades de barrera y biodegradabilidad. | (Varela & Fiszman, 2013) |
| Proteínas | Animales: gelatina, suero de leche y caseína Vegetales: soja, gluten de trigo, zeína de maíz. | Buenas propiedades de elasticidad y transparencia. | (Nayak <i>et al.</i> , 2011) |
| Pectina | Pared celular de las frutas. | Forman geles y PC con buenas propiedades mecánicas y biodegradabilidad. | (Díaz-Ramírez, 2018) |

| MATRIZ | FUENTES | CARACTERÍSTICAS | REFERENCIA |
|-----------|--|---|--|
| Alginato | Algas marinas | Adecuadas propiedades de barrera | (Hernández Gómez <i>et al.</i> , 2023) |
| Quitosano | Exoesqueleto de los crustáceos, paredes celulares de hongos. | Propiedades antimicrobianas y biodegradables. | (Valenzuela & Arias, 2012) |

2.2.3 Almidón en el desarrollo de películas comestibles

El almidón es una fuente de carbohidratos muy importante en la dieta humana y el polisacárido de almacenamiento más común en las plantas, se presenta naturalmente como gránulos en los cloroplastos de las hojas verdes y los amiloplastos de semillas, legumbres y tubérculos. A nivel molecular, el almidón nativo está compuesto de: amilosa y amilopectina, que se pueden aislar por fraccionamiento y analizar de forma independiente (Villarreal *et al.*, 2018).

El almidón de papa es único en comparación con los almidones de cereales (maíz, trigo, arroz, etc.), debido a que posee un tamaño de partícula y pureza mucho mayor que los otros almidones, además de la cadena más larga de amilosa y amilopectina y presencia de grupos éster de fosfato que le otorgan la capacidad para intercambiar ciertos cationes con los efectos correspondientes sobre el comportamiento de la viscosidad, capacidad para formar un gel viscoelástico espeso (Dalal *et al.*, 2020).

La amilosa es abundante en los polímeros lineales, representa del 15 al 20 % del almidón y está compuesta por moléculas de glucosa. La amilosa, no es verdaderamente soluble en agua, pero puede formar micelas hidratadas en la misma y adoptar una estructura helicoidal bajo ciertas condiciones (Badui, 2006)

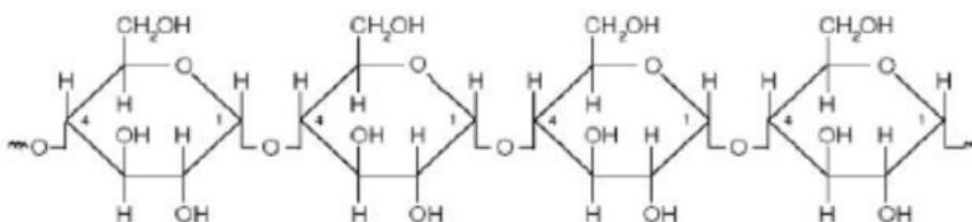
En la Figura 2 se presenta la estructura de la amilosa, la cual es de estructura helicoidal, que contiene unidades de anhidro glucosas unidas en mayor parte por enlaces glucosídicos α (1-4) y un leve grado de ramificación en enlaces α (1-6) (G. León *et al.*, 2020).

La amilopectina la molécula más grande y ramificada que representa el componente principal del almidón. Las cadenas laterales ramificadas o poliméricas están unidas por enlaces glucosídicos α -(1 \rightarrow 6) a cadenas lineales de residuos unidos por enlaces glucosídicos α -(1 \rightarrow 4).

La ramificación ocurre en promedio cada 25 residuos y las cadenas laterales contienen aproximadamente 15 a 25 residuos de glucosa. Algunas de las mismas cadenas laterales están ramificadas. Las moléculas de amilopectina de las células vivas pueden contener entre 300 y 6000 residuos de glucosa (Badui, 2006).

Figura 2

Estructura de la Amilosa



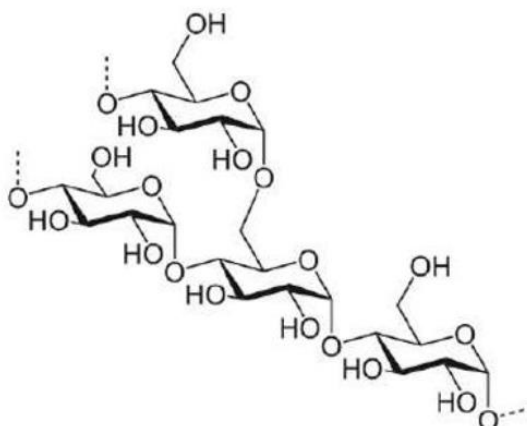
Nota. Estructura de la amilosa con unidades de anhidro glucosas unidas en mayor parte por enlaces glucosídicos α (1-4) y un leve grado de ramificación en enlaces α (1-6). Fuente: (León *et al.*, 2020).

Las cadenas de amilopectina están ordenadas de forma radial dentro del gránulo con sus extremos terminales no reductoras, las cuales están orientadas hacia la superficie, con alternancia de zonas cristalinas (como una doble hélice) y zonas amorfas (con las regiones de los puntos de ramificación) tal como se presenta en la Figura 3 (León *et al.*, 2020).

A los almidones se los ha considerado como la materia prima con gran potencial para la formulación de películas comestibles, debido a su capacidad para formar películas, fácil disponibilidad y bajo costo. Las partículas de almidón son insolubles en agua fría debido a los fuertes enlaces de hidrógeno entre cadenas que mantienen unidas las cadenas de almidón. Sin embargo, cuando este es sometido a calentamiento en agua, su estructura cristalina se rompe y las moléculas de agua interactúan con los grupos hidroxilo de la amilosa y la amilopectina, causando la solubilización parcial del almidón, por lo cual, se requiere la pérdida de la estructura del grano (gelatinización del almidón) que depende de la proporción de almidón-disolvente para obtener películas a base de este carbohidrato, este proceso se conoce como gelatinización del almidón y se ve afectado por el tipo de disolvente y la proporción de almidón-disolvente (Hernández, 2016).

Figura 3

Estructura de la Amilopectina



Nota. La figura indica la estructura ordenada de forma radial de la amilopectina, con sus extremos terminales no reductora, como una doble hélice y con las regiones de los puntos ramificados.
Fuente: (León, 2020).

2.2.4 Extractos de semillas de taxo

El taxo (*Passiflora cumbalensis*) es una fruta exótica, perteneciente a la familia Passifloraceae, proveniente de América del Sur, generalmente de la zona andina del continente americano (Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia). Este fruto es una fuente de vitaminas, calcio, hierro, fósforo, potasio y fibra, presenta una pulpa gelatinosa rodeada de semillas de color negro, las cuales contienen compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y antimicrobianas por su composición en fenoles, polifenoles, flavonoides y carotenoides (García *et al.*, 2017). En la Tabla 2, se presenta la caracterización fisicoquímica del taxo.

Tabla 2*Caracterización fisicoquímica del taxo.*

| Componente | Contenido |
|---|------------------|
| Ácido ascórbico (mg/100g FW) | 77 ± 15 |
| β-caroteno (μg/100 g FW) | 306 ± 282 |
| Compuestos fenólicos solubles totales (mg GAE/100 g FW) | 1 010 ± 198 |
| Agua Proteína | 92g |
| Grasa | 0,6 g |
| Carbohidratos | 0,1 mg |
| Fibra | 6,3g |
| Calcio | 0,3g |
| Fósforo | 4mg |
| Hierro | 20mg |
| Vitamina A | 0,4mg |
| Riboflavina | 1,02 mg |
| Niacina | 0,03mg |
| Ácido ascórbico | 2,5mg |

Fuente: (G. León, 2016)

De acuerdo a Loizzo *et al.* (2019), las semillas de taxo poseen mayor porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados (77,7%) que en la pulpa o cáscara, como: ácido trans-palmitoleico, ácido (E/Z)oleico, ácido ricinoleico, (E/Z)-ácido linoléico, ácido linolénico, ácido (Z)-13-eicosenoico y eicosapentaenoico y gran cantidad de metabolitos secundarios como ácidos fenólicos, flavonoles, flavanonas, derivados de flavonoides y abundante antocianidinas; con un contenido fenólico de 29,99 mg/g, contenido de fenoles totales de 0,94 mg/g y capacidad antioxidante de 6,94 mM trolox/g (Ballesteros *et al.*, 2020). Cuyas propiedades antioxidantes, así como su actividad biológica (anticancerígenos, antiinflamatorios, antivirales y antibacteriales) están asociados principalmente por la presencia de compuestos de importancia biológica, como los flavonoides, ya que estos presentan una buena capacidad para captar radicales libres que son causantes del estrés oxidativo y de varias enfermedades (Chaparro *et al.*, 2014).

Debido a su composición y propiedades, las semillas de taxo son consideradas una opción importante como materia prima para la industria alimentaria, química y farmacéutica (Rojas *et al.*, 2021), como en la elaboración de extractos los cuales pueden ser obtenidos mediante la extracción de diversas sustancias vegetales a través varios procesos, como: maceración, fermentación, infusión, decocción y esencias. Las sustancias activas presentes en las semillas son complejos fitoquímicos (metabolitos secundarios), la eficiencia va a depender de la especie, calidad y concentración (INIFAP, 2022)

2.2.5 Alimentos mínimamente procesados

Son alimentos llamados también de IV gama, los mismo que son de fácil preparación que tienen por objetivo mantener las propiedades organolépticas y vida útil adecuada mediante un procesamiento mínimo. Sin embargo, este tipo de alimentos puede presentar algún cambio y/o alteración debido a la aplicación de las operaciones unitarias de selección, lavado, pelado y corte, que reducen la duración del producto comparado al alimento fresco, ocasionado por los daños físicos, proliferación de microbiológicos y cambios fisiológicos. Motivo por el cual, es necesario la aplicación de procesos tecnológicos de barrera o el uso de aditivos para reducir estas alteraciones que permitan mantener la calidad del producto y extender su vida de anaquel (Inocente *et al.*, 2021).

2.2.6 Pardeamiento enzimático

Es un proceso natural que ocurre en frutas, hortalizas y tubérculos, teniendo un impacto negativo en la calidad de los alimentos, debido a que provoca el deterioro y disminución de las propiedades nutricionales y sensoriales, gracias a las reacciones de pardeamiento que afecta generalmente la apariencia del color, reduciendo la aceptación de los productos por parte del consumidor (Dias *et al.*, 2020).

Las enzimas responsables del pardeamiento enzimático son: la enzima polifenol oxidasa (PPO) la cual se clasifica en dos grupos (tirosinasa, cresolasa y monofenol monooxigenasa) y (o-difenol oxígeno oxidorreductasa, difenol oxidasa y catecol oxidasa), que, en presencia del oxígeno, estas enzimas catalizan la oxidación de fenoles a quinonas, que, a su vez, estas reaccionan con otros compuestos y se polimerizan en

pigmentos marrones conocidos como melanina (marrón oscuro). Sin embargo, esta reacción, sólo se produce cuando esas enzimas, compuestos fenólicos y oxígeno entran en contacto entre sí (Tinello & Lante, 2018). Un ejemplo claro es el pardeamiento enzimático de papas frescas, al momento de ser cortadas, la membrana celular se rompe y las enzimas polifenol oxidasa (PPO) y la peroxidasa (POD) presentes en el citoplasma celular entran en contacto con los compuestos fenólicos de la vacuola celular, entonces se oxidan y se transforman en quinonas que producen pigmentos melanoides que dan el color característico marrón al tubérculo (Li *et al.*, 2023).

Esta reacción de oxidación se puede prevenir mediante la eliminación de oxígeno de la superficie cortada de las papas, por lo que, la industria alimentaria, especialmente de IV gamma utiliza antioxidantes como el ácido ascórbico y derivados e inhibidores para inactivar las enzimas responsables del pardeamiento. No obstante, estas alternativas no son muy eficaces y a menudo son temporales, lo que ha causado la introducción de compuestos de sulfito (dióxido de azufre y sulfitos) como inhibidores universales y antioxidantes sintéticos para este fin, pero, estos compuestos pueden causar efectos secundarios con posibles riesgos a la salud, por lo que se busca nuevos aditivos alimentarios naturales que cumplan con el objetivo, sin causar efectos adversos (Hamdan *et al.*, 2022) .

2.3 Marco legal

El código de ética para el comercio internacional de alimentos establece: “Normas para asegurar la protección del consumidor y la comercialización organizada de alimentos. También aborda prácticas higiénicas, embalaje, rotulado, uso de aditivos, límites para residuos de pesticidas, contaminantes biológicos, niveles de otros contaminantes en alimentos, uso de radiación, tipo de consumidor (alimentos para bebés, niños y otros grupos vulnerables) y aspectos nutricionales” (CODEX ALIMENTARIUS, 2015)
ANEXO A

En la Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial, los jefes de Estado y de Gobierno “reafirmaron el derecho de toda persona a tener acceso a alimentos inocuos y nutritivos, en consonancia con el derecho a una alimentación adecuada y el derecho fundamental de toda persona a ser libre del hambre.” El Objetivo 7.4 del Plan de Acción

de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación estableció la tarea: “aclarar el contenido del derecho a una alimentación adecuada y el derecho fundamental de toda persona a no padecer hambre, tal como se establece en el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales y otros instrumentos internacionales y regionales pertinentes, y a prestar particular atención a la implementación y realización plena y progresiva de este derecho como un medio para lograr la seguridad alimentaria para todos” Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2004).

De acuerdo con la Constitución de la República del Ecuador en el Capítulo tercero sobre la Soberanía alimentaria Art. 281.- “La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente”. ciencia tenga incertidumbre sobre sus efectos” (Constitución de la República del Ecuador, 2015).

El Acuerdo Ministerial 19 del Registro Oficial 218 del 03 de Abril del 2014 en base a las Políticas para Gestión Integral de Plásticos en el Ecuador en el Título II de la Producción de Productos Plásticos, Art. 4.- Indica que: “Se debe fomentar a nivel nacional la investigación, transferencia de tecnología y desarrollo de bioplásticos y plásticos degradables, así como la conformación de laboratorios certificados para verificar que los materiales (polímeros) y aditivos impulsores de la degradación, no afecten al ambiente, por lo que, las entidades de educación superior, institutos de investigación en ciencia y tecnología, organismos públicos y privados, pueden invertir en este tipo de estudios y proyectos para producción de bioplásticos y plásticos degradables en el Ecuador”

Según el Reglamento de Investigación e innovación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC), en la Resolución No. 210-csup-2021, Capítulo VII, Art. 24.- sobre las líneas de investigación institucionales manifiesta que: “Las líneas de investigación de la Universidad aportarán y apoyarán a la investigación básica, aplicada, experimental y formativa de las diferentes carreras y programas de postgrado, las mismas que se incluirán de acuerdo al requerimiento académico. Las líneas de investigación deben pertenecer a los campos del conocimiento, dominios o temáticas que contribuyan al desarrollo sustentable del país” Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC, 2021).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Descripción del área de estudio

La investigación se realizó en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC), ubicada en la calle Antisana y Av. Universitaria (Figura 4). Las instalaciones contaron con los equipos y reactivos necesarios para la extracción y caracterización físicas y mecánicas de las películas comestibles a base de almidón de la cáscara de papa con extracto de semillas de taxo, así como también, los análisis para la determinación del efecto del pardeamiento enzimático de papas mínimamente procesadas.

Figura 4

Ubicación geográfica de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi



Fuente: *Google maps*

Además, los análisis referentes a las propiedades mecánicas (Tensión máxima y elongación relativa) de las películas comestibles se realizaron en el laboratorio de análisis de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí de la ciudad de Manta (Figura 5).

Figura 5

Ubicación geográfica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Fuente: *Google maps*

3.2 Enfoque y tipo de investigación

3.2.1 Enfoque

El presente trabajo tuvo un enfoque cuantitativo debido a que se adapta de mejor manera con las características y necesidades de la investigación, ya que, se recogió, procesó y analizó los datos numéricos que se obtuvieron sobre las variables determinadas previamente.

El enfoque cuantitativo utilizó la recopilación de datos para responder preguntas de investigación y se basó en mediciones numéricas y a menudo utilizó análisis estadístico para la interpretación de los resultados (Sampieri y Collado, 2003).

3.2.2 Tipo de investigación

La presente investigación obedeció a la tipología de investigación experimental, porque se utilizó varias metodologías y normas técnicas para la determinación de cada una de las características físicas y mecánicas de las películas comestibles a través de análisis de laboratorio y diseño experimental.

Además, se manipuló la variable independiente en condiciones controladas para describir su efecto sobre las propiedades del objeto de estudio (Valle, 2022). Los datos que se recopilaban en la investigación constituyen una base para generar nuevas ideas e investigaciones posteriores.

3.3 Definición y operacionalización de variables

3.3.1 Definición de las variables

Variables Independientes

A. Porcentaje de almidón de cáscara de papa.

A1. 2 %

A2. 4 %

B. Porcentaje de extracto de semilla de taxo.

B1. 0 %

B2. 3 %

Variables Dependientes

Características físicas de la solución formadora de película

- pH

Características las películas comestibles.

- Propiedades físicas
- Propiedades mecánicas

Pardeamiento enzimático de la papa mínimamente procesada

- Propiedades fisicoquímicas
- Índice de deterioro

3.3.2 Operacionalización de variables

En la Tabla 3 se detalla la operacionalización de variables de películas comestibles a base de almidón de cáscara de papa con extracto de semillas de taxo y su efecto en el pardeamiento enzimático en papas mínimamente procesadas, en la cual, se coloca cada una de dimensiones, indicadores, técnicas e instrumentos tanto de las variables independientes como dependientes que se tomaron en cuenta para la realización de esta investigación.

Tabla 3.

Operacionalización de variables para la caracterización de películas comestibles de almidón de cáscara de papa con extracto de semillas de taxo y su efecto en el pardeamiento enzimático.

| Variables independientes | Dimensión | Indicadores | Técnica | Instrumento |
|--|----------------------------|--------------------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Concentración de almidón de cáscara de papa | Porcentaje | 2% y 4% | Gravimetría | Otero, 2019 |
| Extracto de semilla de taxo | Porcentaje | 0% y 3% | Gravimetría | Otero, 2019 |
| Variables dependientes | Dimensión | Indicadores | Técnica | Instrumento |
| Características físicas de SFP | Propiedades Físicas | pH | Potenciometría | AOAC Official Method 981.12 |
| Características de las películas comestibles PC | Propiedades Físicas | Espesor | Micrometría | Rubilar <i>et al.</i> 2016 |
| | | Color | Colorimetría | Salas <i>et al.</i> 2018 |
| | | Opacidad | Espectrofotometría | Salas <i>et al.</i> 2018 |
| | | Contenido de humedad | Gravimetría | Rubilar <i>et al.</i> 2016 |
| | | Solubilidad en agua | Gravimetría | Rubilar <i>et al.</i> 2016 |
| | | Permeabilidad al vapor de agua | Gravimetría | Otero, 2019 |
| | Propiedades Mecánicas | Tensión máxima y elongación relativa | Texturometría | ASTM, 2000 |
| Pardeamiento enzimático de la papa mínimamente procesada | Propiedades fisicoquímicas | Color | Colorimetría | Salas <i>et al.</i> 2018 |
| | | pH | Potenciometría | AOAC Official Method 981.12 |
| | | Acidez | Acidez titulable | NTE INEN 341 |
| | | Sólidos solubles | Refractometría | Meza <i>et al.</i> 2018 |
| | | Firmeza | Penetrometría | Aragundi <i>et al.</i> 2023 |
| | | Índice de deterioro | Escala hedónica | Aragundi <i>et al.</i> 2023 |

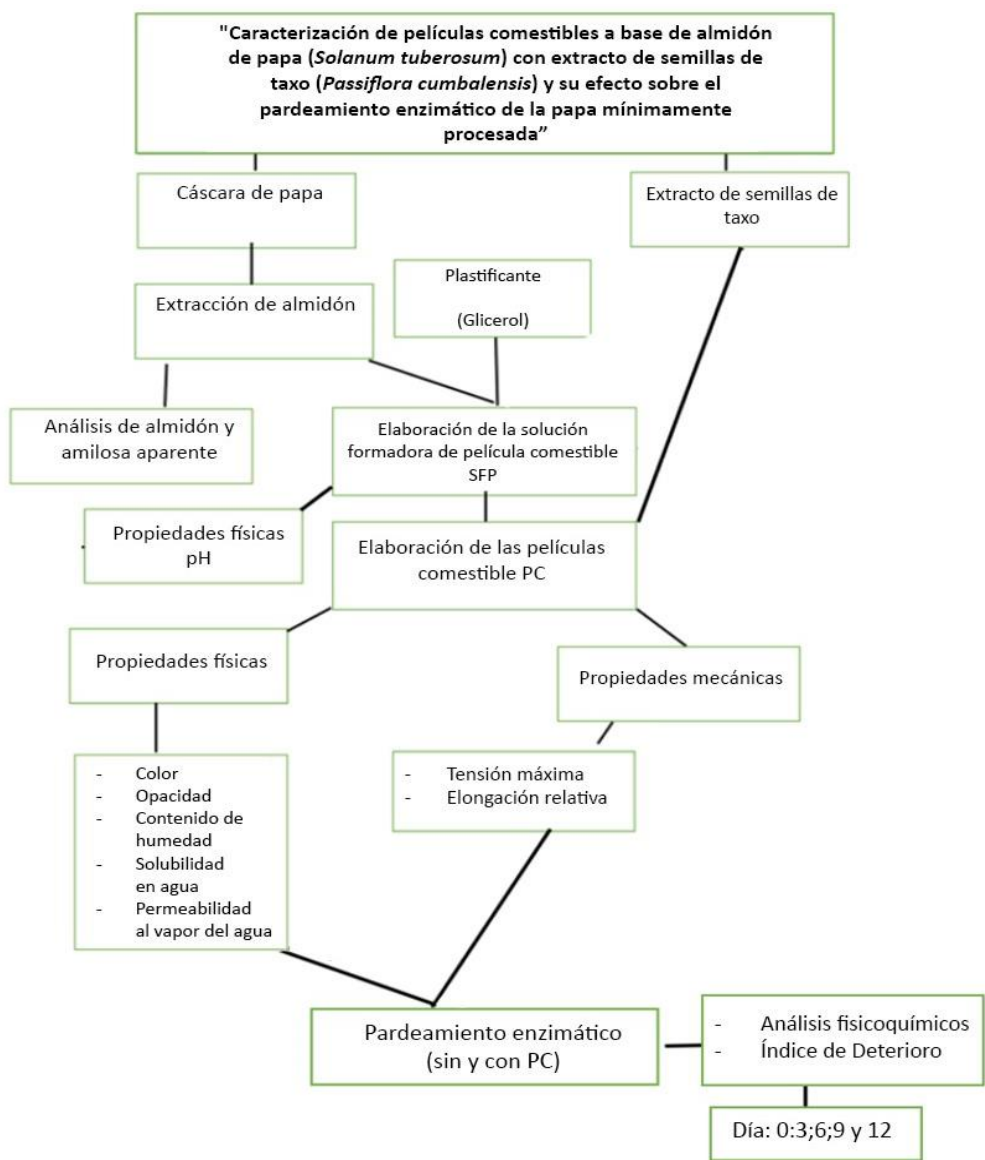
3.4 Procedimientos

3.4.1 Diagrama de flujo general de todo el procedimiento.

En la Figura 6 se muestra un esquema que abarca de forma general todo el procedimiento experimental realizado en el proyecto: extracción del almidón a base de cáscara de papa, obtención del extracto de semillas de taxo, formación y caracterización física y mecánica de las PC y los análisis realizados para la determinación del efecto sobre el pardeamiento enzimático de la papa mínimamente procesada.

Figura 6

Diagrama de flujo general del procedimiento experimental del proyecto.



3.4.2 Procedimiento experimental.

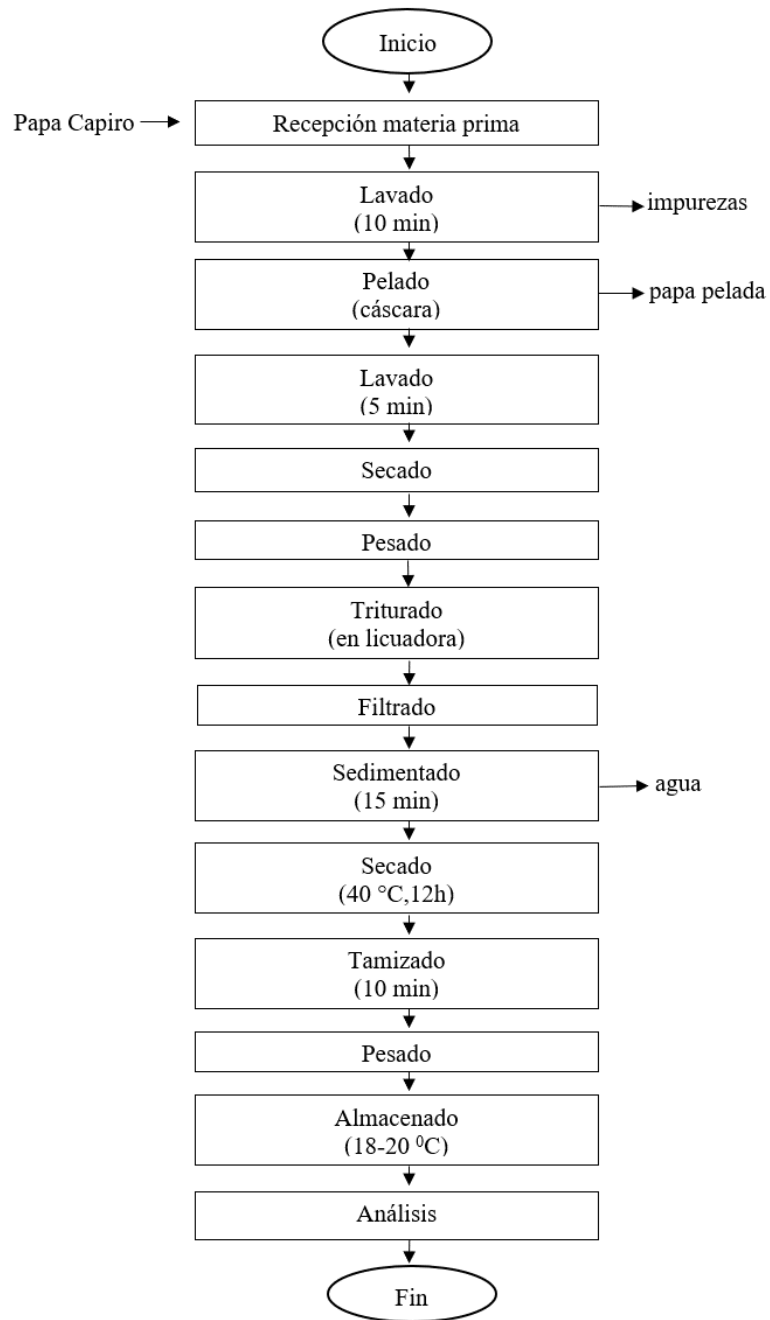
Fase 1.

El proceso de extracción del almidón se realizó a partir de la cáscara de papa por el método de sedimentación propuesto por Ojeda (2008) y Gascón *et al.* (2020) con ciertas modificaciones (Figura 7 y 8).

- **Lavado de papa y cáscara:** se lavaron las papas antes y después del pelado para eliminar los residuos de tierra y evitar contaminación del almidón obtenido.
- **Secado y pesado:** con un utensilio textil se secaron las cáscaras, con el objetivo de eliminar el agua que pudiera haber quedado en el lavado y así poder pesar para determinar la cantidad de cáscara utilizada extracción del almidón obtenido.
- **Trituración y filtración de la mezcla:** se trituró en una licuadora para luego filtrar, lavando varias veces la pulpa con agua destilada para retirar el exceso de almidón hasta que el líquido quede claro.
- **Sedimentación:** se dejó sedimentar por 15 minutos y se retiró el agua, quedando una pasta (almidón) en el fondo del recipiente, esta se secó en la estufa a 40°C por 12 horas.
- **Tamizado:** el almidón se colocó en un tamizador eléctrico con una abertura de malla de 212 μm durante 10 min, obteniéndose partículas más finas que se almacenaron a una temperatura entre 18-20 °C para su posterior análisis.

Figura 7

Diagrama de flujo del proceso de extracción del almidón de la cáscara de papa tipo Capiro.



Fuente: Adaptado de (Ojeda, 2008) y (Gascón *et al.*, 2020)

Figura 8

Fotografías del proceso de extracción de almidón a partir de la cáscara de papa tipo Capiro.



Análisis del almidón de la cáscara de papa y amilosa aparente: los análisis fueron realizados en el Laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos del (INIAP), estación experimental Santa Catalina, departamento de nutrición y calidad. Para el análisis de almidón se empleó el método interno MO-LSAIA-01.05 y el método de referencia de Goñi, I; García Alonso (1977); para el análisis de amilosa se utilizó el método interno MO-LSAIA-04 y el método de referencia de Morrison y Laignelet (1983).

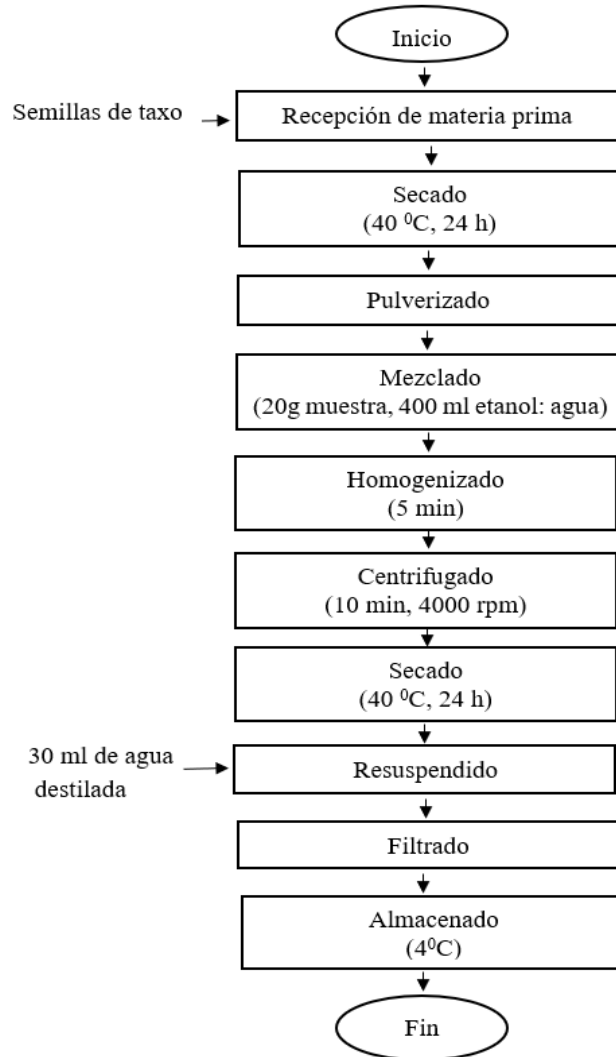
Fase 2.

El proceso de elaboración del extracto de semillas de taxo mediante el método descrito por García, Maté, *et al.* (2017) con ciertas modificaciones (Figura 9 y 10).

Las semillas de taxo se colocaron en una estufa a 40 °C durante 24 horas, posteriormente se pulverizaron con la ayuda de un mortero, se preparó una muestra de 20 g y se mezcló con 400 ml de etanol:agua al 75:25, a continuación, se homogenizó durante 5 minutos en un stomacher. Se centrifugaron las muestras durante 10 minutos a 4000 rpm, se recogió el sobrenadante y secó en la estufa a 40 °C durante 24 horas o hasta alcanzar la sequedad total, posteriormente se realizó una resuspensión del contenido en 30 ml de agua destilada, se filtró y almacenó hasta utilizar en la formulación de las películas comestibles.

Figura 9.

Diagrama de flujo de la elaboración del extracto de semilla de taxo.



Fuente: Adaptado de (García, Maté, *et al.*, 2017)

Figura 10

Fotografías del proceso de elaboración del extracto de semillas de taxo.

| Semillas de taxo en estufa | Homogenización en stomacher | Centrifugación | Extracto de semillas de taxo |
|----------------------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|
| | | | |

Fase 3.

Preparación de las soluciones formadora de película SFP y elaboración de las películas comestibles. Se prepararon SFP a diferentes concentraciones (2%, 4%) (p/p) de almidón de cáscara de papa y (3% (p/p) de glicerol (plastificante de la solución) en relación con la concentración de almidón en agua y se agitó para homogenizar la mezcla, la solución se incubó durante 30 minutos a 90°C, agitando constantemente (Figura 11).

Para la solución con extracto se enfrió hasta alcanzar los 40°C y seguidamente se adicionó el 3% del mismo, debido a que a esta temperatura se evita la degradación de los polifenoles que contiene el extracto.

Figura 11.

Soluciones formadoras de película SFP.

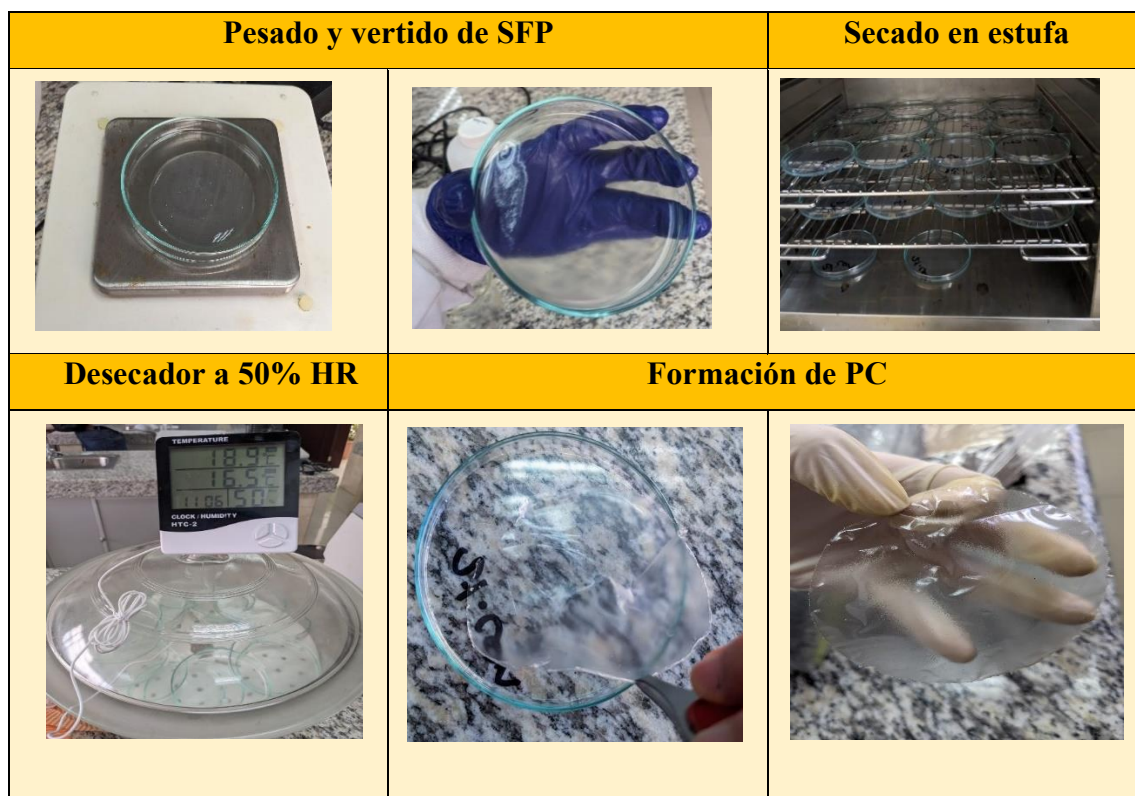


- **Medición de pH.** Se midió el pH de todas las SFP con y sin extracto a una temperatura de 40 °C y 50°C en estado líquido, siguiendo la norma INEN 783.

Para la elaboración de las películas comestibles a base de las cáscaras de almidón de papa se empleó la metodología propuesta por García *et al.* (2017) se colocó 12 g de la SFP de 2% y 4% de almidón con 0% y 3% de extracto de semillas de taxo en cajas Petri de vidrio de 90 mm de diámetro y se realizó un secado en una estufa durante 15 a 18 horas a 40°C o hasta que la PC está seca. Posteriormente, se desprendieron las películas de las cajas Petri y se conservaron en desecadores al 50% de humedad relativa HR.

Figura 12

Fotografías de la elaboración de películas comestibles.



Fase 4.

Caracterización física y mecánica de las películas comestibles PC.

Las propiedades físicas que se determinaron fueron:

- **Color:** se realizó 5 repeticiones por cada PC mediante colorimetría con ayuda de un colorímetro marca FRU previamente calibrado sobre la superficie de una placa estándar blanca, utilizando el espacio de color L*a*b* o también conocido como escala CIELAB (Salas *et al.*, 2018).
- **Opacidad:** se utilizó la metodología descrita por Salas *et al.* (2018) en su trabajo de investigación, se tomó una porción de la PC, se analizó mediante espectrofotometría a una longitud de onda de 600 nm y se calculó la transparencia mediante la ecuación:

(1)

$$\text{Opacidad} = \frac{\text{Absorbancia}}{\text{espesor}}$$

- **Espesor:** las PC fueron equilibradas al 50% de Humedad relativa, y se determinó el espesor con un calibrador electrónico marca Würth, tomando medidas de 10 puntos diferentes de cada película comestible (Rubilar *et al.*, 2016).
- **Contenido en humedad:** se utilizó el método gravimétrico empleado por Rubilar *et al.* (2016) y García *et al.* (2017). Primeramente, durante 3 días se equilibró la humedad de las películas en desecador al 50% de humedad relativa, pasado este tiempo, se pesaron las películas (P_0), se llevaron a una estufa para el proceso de secado a 105 °C durante 24 horas hasta peso constante y se pesarán nuevamente (P_f). Se realizaron 5 repeticiones por muestra. El contenido en humedad se expresó como porcentaje respecto al peso inicial, mediante la siguiente ecuación:

(2)

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{P_0 - P_f}{P_f} \times 100$$

Donde:

P_0 = peso inicial

P_f = peso final

- **Solubilidad en agua:** se realizó de acuerdo a la metodología descrita por Rubilar *et al.* (2016) y Otero (2019), expresada como contenido de materia seca solubilizada. El contenido inicial de la materia seca de cada PC se determinó mediante secado en estufa a 105 °C hasta peso constante durante 24 horas y posterior pesado (M_i). A continuación, se sumergió la PC en 50 ml de agua destilada en agitación durante 24 horas. Finalmente, por medio de filtración se extrajo la muestra no disuelta y se volvió a secar en la estufa a 105°C durante 24 horas, hasta alcanzar un peso constante (M_f). La solubilidad se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de Solubilidad en Agua} = \frac{M_i - M_f}{M_f} \times 100 \quad (3)$$

Donde:

M_i : extracto seco inicial

M_f : extracto seco final

- **Permeabilidad al vapor de agua (Water Vapor Permeability):** se utilizó la metodología de Otero (2019) y García *et al.* (2017) con ciertas modificaciones. Se

obtuvieron discos de películas de 4 cm de diámetro y se determinó el espesor de la muestra para la preparación de las células, dentro de las cuales se colocaron 6 ml de agua destilada, y un disco de film sobre esta y se selló con la tapa para obtener un sistema hermético, se preparó cinco células para cada formulación.

El ensayo consistió en la toma del peso de cada célula preparada, incluyendo la medida en el momento inicial. Tras la primera medida se colocaron las células en el desecador, se tomaron medidas del peso de cada célula con una frecuencia de 2 horas.

Las propiedades mecánicas de las PC fueron:

- **Tensión superficial y elongación relativa:** se tomó como referencia la norma D882 (ASTM, 2000) y metodologías realizadas por Otero (2019) y García *et al.* (2017). Esta prueba se realizó en los laboratorios de la carrera de agroindustria de la facultad de ciencias de la vida y tecnología de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (Manta).

Se cortaron las PC en tamaños de 2,5 cm de ancho y 7,5 cm de largo y se equilibraron en un desecador al 50% de humedad relativa, durante 3 días.

Para el ensayo se utilizó un texturómetro, las pinzas del equipo se ajustaron a una distancia de 5 cm y se sujetará las tiras de las películas con una velocidad del cabezal de 0,8 mm/s. Con los datos obtenidos de las dimensiones, el peso de cada tira de película y los datos de fuerza de rotura y elongación máxima, se utilizaron las siguientes ecuaciones para determinar la tensión máxima de rotura y la elongación relativa para cada una de las muestras analizadas:

$$\text{Sección (mm}^2\text{)} = \text{anchura} \times \text{espesor} \quad (4)$$

$$\text{Área (mm}^2\text{)} = \text{anchura} \times \text{longitud} \quad (5)$$

$$\text{Gramaje } \left(\frac{\text{g}}{\text{m}^2}\right) = \left(\frac{\text{peso}}{\text{área}}\right) \times 10^6 \quad (6)$$

$$\text{Tensión máxima de rotura} = \frac{\text{Fuerza máxima de rotura}}{\text{sección}} \quad (7)$$

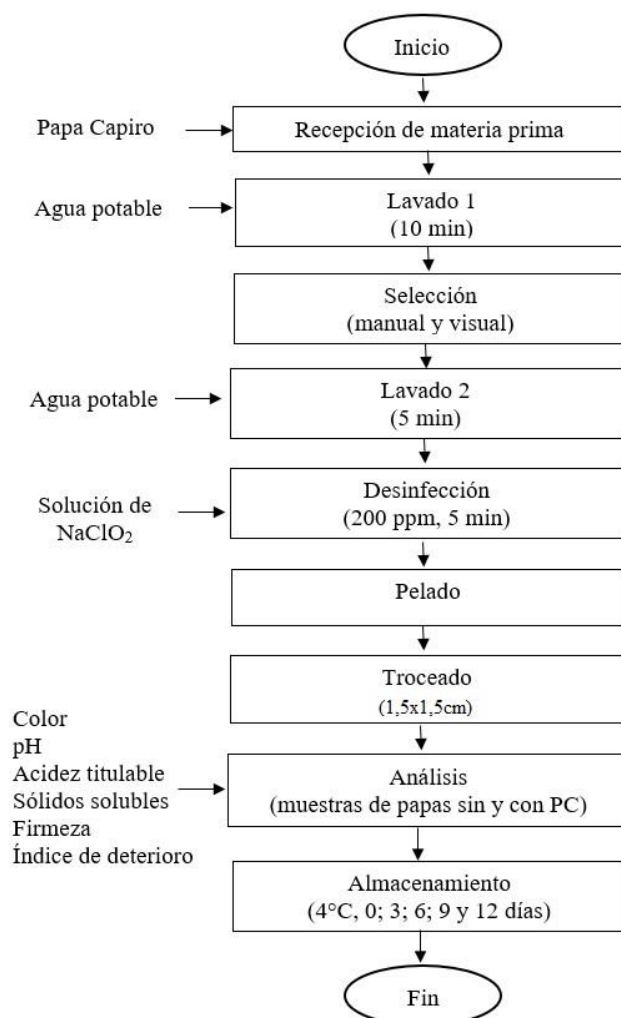
$$\text{Elongación(\%)} = \frac{\text{Elongación máxima}}{\text{Separación de pinzas}} \times 100 \quad (8)$$

Fase 5.

Determinación del pardeamiento enzimático: se tomó la PC que cumplió con las características físicas y mecánicas más adecuadas y se procedió a colocarlas sobre muestras de trozos pequeños de papa mínimamente procesada de 1,5x1,5 cm, para determinar el efecto en el pardeamiento enzimático y se midió el pH, color, acidez, sólidos solubles, textura e índice de deterioro durante los días 0; 3; 6; 9 y 12 a una temperatura de almacenamiento de 4°C. (Figura 13).

Figura 13

Diagrama de flujo del proceso para determinar el pardeamiento enzimático de papas mínimamente procesadas



Fuente: Adaptado de Aragundi *et al.* (2023)

Análisis fisicoquímicos para muestras de papa sin y con película comestible PC:

Determinación de color.

Se realizó 3 repeticiones por cada muestra de papa mínimamente procesada con y sin película comestible PC mediante colorimetría utilizando un colorímetro marca FRU previamente calibrado sobre la superficie de una placa estándar blanca (Salas *et al.*, 2018).

Determinación de pH.

Se trituró muestras de papa y se midió el pH utilizando un potenciómetro marca Meter Toledo, según AOAC Official Method 981.12 (Meza *et al.*, 2018).

Determinación de acidez.

Se utilizó 10 g de la pulpa de papa triturada para cada tratamiento y se le añadió 25 ml de agua destilada y se tituló con NaOH 0,1 N con 2 gotas de fenolftaleína como indicador (Meza *et al.*, 2018), hasta conseguir un color rosa pálido que persistió durante 30 segundos. Los resultados fueron determinados de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\%acidez = \frac{V_{NaOH} * N_{NaOH} * meq_{muestra} * 100}{V} \quad (9)$$

Donde:

N_{NaOH} = normalidad del NaOH.

meq = miliequivalente de la muestra.

V= volumen en ml de la muestra.

Determinación de sólidos solubles.

Se trituró 10 g de papa y se centrifugó a 3000 rpm por 10 min y se colocaron 2 gotas del sobrenadante sobre el prisma del refractómetro, tomando lecturas después de 1 min (Meza *et al.*, 2018).

Determinación de índice de deterioro.

En la Tabla 4 se presentan los criterios de evaluación durante el tiempo de almacenamiento, utilizando una escala de 6 puntos para detectar signos de deterioro durante el almacenamiento, mediante el método descrito por Aragundi *et al.* (2023).

Tabla 4

Criterios para la evaluación de la presencia de deterioro en muestras de papa almacenadas.

| Puntuación | Presencia de deterioro |
|-------------------|-------------------------------|
| 1 | Ninguna |
| 2 | Baja |
| 3 | Ligera |
| 4 | Moderada |
| 5 | Grave |
| 6 | Muy grave |

Determinación de firmeza.

Se utilizó un penetrómetro digital marca SHIMPO FGV-50XY, con una sonda de acero inoxidable con un puntal de penetración de 1 mm de diámetro y 2 cm de longitud, la cual se introdujo en las muestras de papa a una profundidad de 1mm y se reportó la fuerza máxima expresada en N (3 mediciones por muestra) Aragundi *et al.* (2023).

3.4.3 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de las propiedades físicas y mecánicas de las PC se verificaron los supuestos estadísticos para pruebas paramétricas (normalidad, homocedasticidad, independencia y linealidad), utilizando ANOVA para comparar las medias entre los tratamientos, para los casos que revelaron diferencia significativa se empleó Tukey como prueba post hoc con un nivel de confianza del 95%. Sin embargo, para pruebas no paramétricas se utilizó Kruskal-Wallis para verificar la existencia o no de diferencia significativa entre muestras.

Se empleó Anova de medidas repetidas con un factor intra-sujeto para analizar estadísticamente el pardeamiento enzimático de las muestras de papa mínimamente procesadas con el objetivo de conocer si las varianzas de los dos tratamientos (sin y con PC) presentan o no diferencia significativa, durante los días 0;3;6;9;12, utilizando el software IBM SPSS Statistics 26 para todos los análisis estadísticos, los cuales se puede verificar en la sección de ANEXOS.

3.4.4 Codificación y tratamientos de las muestras

En la Tabla 5 se indica las combinaciones de las dos concentraciones de almidón de papa 2% y 4% y el porcentaje del extracto de semillas de taxo, para determinar las características físicas, mecánicas y su posterior uso en el alimento.

Tabla 5

Codificación de muestras con sus respectivos tratamientos.

| Tratamiento | Nombre de la muestra |
|--------------------|---|
| T1 | Película comestible al 2% de almidón de cáscara de papa + 0% de extracto de semillas de taxo. |
| T2 | Película comestible al 4% de almidón de cáscara de papa + 0% de extracto de semillas de taxo. |
| T3 | Película comestible al 2% de almidón de cáscara de papa + 3% de extracto de semillas de taxo. |
| T4 | Película comestible al 4% de almidón de cáscara de papa + 3% de extracto de semillas de taxo. |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de almidón

En la Tabla 6 se presenta la caracterización del almidón de cáscara de papa tipo Capiro realizada en el INIAP, cuyo resultado para el porcentaje total de almidón fue de 41,19% y de amilosa aparente de 26,36%. ANEXO T

Tabla 6

Resultados de los análisis de almidón y amilosa aparente en muestras de almidón de cáscara de papa Capiro.

| Análisis | Método interno | Método de referencia | Resultado | Unidad |
|-----------------|-----------------------|-----------------------------|------------------|---------------|
| Humedad | MO-LSAIA-01.01 | U. Florida 1970 | 25,55 | % |
| Almidón | MO-LSAIA-01.05 | Goñi, I; Garcia alonso 1977 | 41,19 | % |
| Amilosa | MO-LSAIA-04 | Morrison y Laignelet 1983 | 26,36 | % |

Los componentes presentes en la formulación, influyeron en la flexibilidad y resistencia de las PC, a mayor porcentaje de almidón y amilosa generalmente mejora la capacidad de formación de PC gracias a la presencia de más polímeros de almidón. Sin embargo, un exceso podría hacer que la PC sea demasiado rígida provocando que se quiebre con mayor facilidad (A. León, 2018). El porcentaje de amilosa aparente obtenido presenta valores similares a los reportados por Acosta *et al.* (2018) los mismos que demostraron que el almidón proveniente de la papa Capiro con el (21,15%) de amilosa y (78,85%) amilopectina les otorgó mejores propiedades mecánicas al bioplástico analizado.

4.2 Caracterización de la solución formadora de película

4.2.1 pH

Los resultados obtenidos de las soluciones formadoras de película (SFP) a base almidón de cáscara de papa Capiro sin y con extracto de taxo, presentaron un pH de 6,95 para las SFP del tratamiento T1 (2% de almidón y 0% de extracto de semilla de taxo) siendo el valor mayor en relación a los demás tratamientos a una temperatura de 40 °C. Sin embargo, el pH disminuyó a medida que aumentaba la concentración de almidón y con extracto de semilla de taxo ET y a una temperatura de 50 °C, tal como se presenta en la Tabla 7. Debido a que existen diferencias significativas ($p < 0,05$); entre la media de pH a una temperatura de 40 °C y 50 °C entre un tratamiento y otro, con un nivel de confianza del 95% ANEXO B. El pH de las SFP interfirió en el diseño de las PC, siendo más resistentes y homogéneas a pH medido a 40°C, debido a una mejor compatibilidad e interacción molecular dentro de la matriz de almidón.

Tabla 7

pH promedio de las soluciones formadoras de película sin y con extracto de taxo a 40 °C y 50 °C.

| Tratamiento | T 40 °C | T 50 °C |
|--------------------|------------------------|------------------------|
| T1 | 6,95±0,02 ^a | 6,75±0,02 ^a |
| T2 | 6,84±0,02 ^b | 6,55±0,01 ^b |
| T3 | 6,68±0,03 ^c | 6,42±0,02 ^c |
| T4 | 6,54±0,01 ^d | 6,38±0,01 ^d |

Los datos expresan valores promedio de pH ± la desviación estándar (n=3). Distintas letras (a, b, c, d) indican diferencias significativas entre tratamientos.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Aguilar (2005) quien reportó un aumento a la resistencia de ruptura de la PC a pH 6 a diferencia de las muestras a pH de 3,5 y 8,5 en el que la resistencia a la ruptura disminuyó. De igual manera, Otero (2019) indicó que al disminuir el pH de 6,9 a 6,2 en la SFP se formaban grumos, para evitar este efecto se ajustó el pH del extracto para obtener valores de pH 6,8 facilitando la mezcla de la SFP con el extracto vegetal y de esta manera verterlo en las cajas Petri para la formación de las películas comestibles más uniformes. Se puede evidenciar que a medida que el pH aumentó, se observaron películas más resistentes y menos elásticas, como en el caso de las PC del T1, por la interacción dominante de los grupos OH o enlaces de hidrógeno

formando una red más estable y organizada, limitando la acción e interacción con el plastificante, dando como resultado películas más resistentes.

4.3 Características físicas de las Películas Comestibles PC

4.3.1 Color y Opacidad

En la Tabla 8, se expresan los resultados de color y su variación obtenidos mediante el método colorimétrico en las PC sin y con extracto de taxo, utilizando el espacio de color CieLab, con las coordenadas Lab.

La coordenada L^* (luminosidad), presentó diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) para los 4 tratamientos estudiados, cercanos al 100 ANEXO C, las PC del T1 (2% de almidón con 0% de extracto de semilla de taxo) obtuvieron la L^* más alta de $92,78 \pm 0,08$ lo que indica que fueron más claras y brillantes al igual que en el estudio realizado por Hernández (2016) con PC de almidón de papa nativo y modificado presentando la L^* de $97,113 \pm 0,1$ y $97,117 \pm 0,37$ respectivamente, concordando con la apariencia visual, de PC casi incoloras debido a los valores cercanos a 100 (blanco). No obstante, al incrementar la concentración de almidón en las PC existió una disminución de luminosidad para los tratamientos con 0% y 3% de extracto de semilla de taxo, estos resultados se pueden comparar con los obtenidos en el análisis de PC a base de gelatina con diferente proporción de aceite rico en licopeno y β -caroteno al presentar una reducción en la luminosidad L^* al aumentar la concentración de aceite (López *et al.*, 2018).

Para la coordenada a^* (tonalidad verde-rojo), todos los tratamientos arrojaron valores positivos, lo que indica que existe mayor tendencia hacia los tonos rojos, además, no existió diferencia significativa ($p > 0,05$) entre tratamientos ANEXO D; para la coordenada b^* (tonalidad azul-amarillo) los tratamientos tienden al color amarillo más que el azul, las PC que presentaron valores más altos fueron del tratamiento T3 y T4 (3% de extracto de semilla de taxo), no presentando diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los tratamientos T1 Y T2 ANEXO E. Los resultados para ΔE^* fueron < 3 en todos los tratamientos lo que indica que la diferencia del color entre los tratamientos no fue visible al ojo humano sin presentar diferencia significativa ($p > 0,05$) (Mokrzycki y Tatol, 2014).

Las propiedades de barrera contra los efectos de la luz tienen relación con el color y la opacidad, para reducir el paso de esta hacia el alimento, en la formulación de PC se utilizan extractos de plantas para evitar o disminuir los procesos de oxidación y degradación en los compuestos nutricionales (Solano *et al.*, 2018).

El color de las PC, es un parámetro importante, ya que puede influir en la decisión de compra de un producto por parte del consumidor, un adecuado color de la película que no interfiera con el aspecto del alimento al que está protegiendo puede garantizar su aceptación (Hernández, 2016), el color va a depender del origen del almidón (proporción amilosa/amilopectina, tamaño y forma de los gránulos de almidón) y del espesor, las matrices con mayor contenido de amilosa son más gruesas y opacas (Márquez, 2021).

Tabla 8

Determinación del color de las películas comestibles sin y con extracto de taxo utilizando las coordenadas L, a*, b*.*

| Tratamientos | L* | a* | b* | ΔE^* |
|--------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|
| T1 | 92,78±0,08 ^a | 0,04±0,02 ^a | 1,57 ±0,08 ^a | |
| T2 | 92,10±0,16 ^b | 0,06±0,02 ^a | 1,70 ±0,11 ^a | 0,69 ^a |
| T3 | 90,99±0,17 ^c | 0,05±0,02 ^a | 2,48±0,11 ^b | 1,35 ^a |
| T4 | 90,29±0,14 ^d | 0,05±0,01 ^a | 2,72±0,09 ^b | 0,72 ^a |

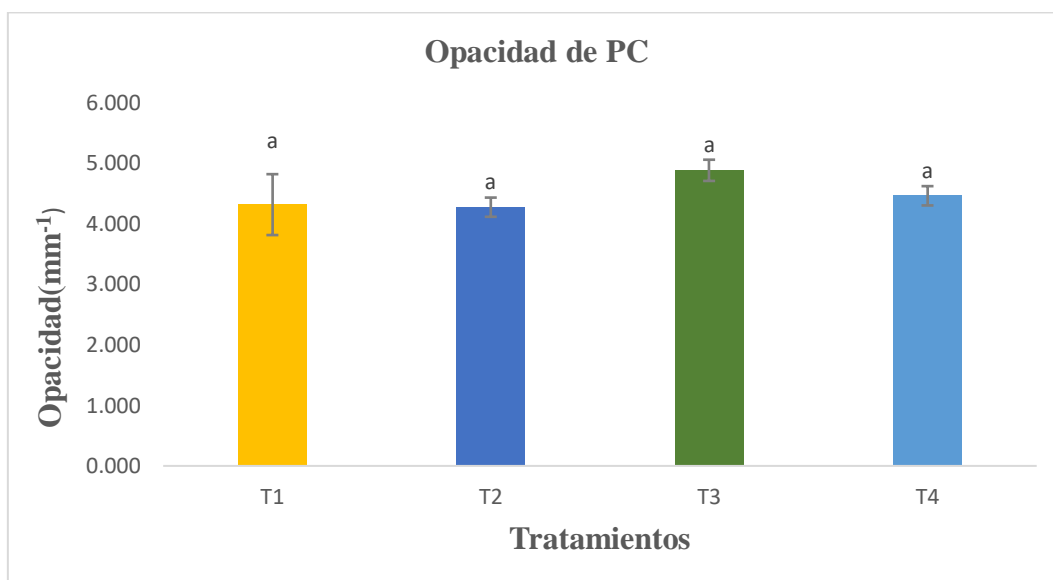
Letras distintas (a, b, c, d) indican diferencias significativas entre tratamientos.

La opacidad de las PC, se midió por medio de espectrofotometría, para verificar el grado en que el material absorbe la luz, obteniéndose valores cercanos a cero, por ser un material de capa delgada, la cual también dependió del espesor y de la concentración del extracto. Los extractos de plantas suelen hacer que los biopolímeros sean más opacos, por lo que las películas que contienen extractos son menos transparentes que las películas sin extractos (Otero, 2019). En la Figura 14, se presentan los resultados de los valores de opacidad de las PC correspondientes a los 4 tratamientos evaluados. Se observó un incremento en la opacidad en los tratamientos T3 y T4 (con 3% de extracto) en relación a las PC de los tratamientos T1 y T2 (0% de extracto), además, los valores más bajos de opacidad se encontraron en las PC con mayor contenido de almidón y sin extracto de semilla T2 ($4,273 \pm 0,159 \text{ mm}^{-1}$), mientras que el tratamiento T3 (2% de almidón con 3% de extracto) presentó el valor más alto de opacidad ($5,182 \pm 0,809 \text{ mm}^{-1}$), sin embargo, no se presentó diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los tratamientos ANEXO F.

De acuerdo a Criollo (2019), el aumento de la opacidad se debe al espacio reducido entre las cadenas poliméricas que disminuye la penetración de la luz a través de las PC.

Figura 14

Opacidad de las películas comestibles a base de almidón de papa sin y con extracto de taxo.



Nota: La figura representa la opacidad obtenida para los tratamientos T1 (2% de almidón y 0% extracto de taxo), T2 (4% de almidón y 0% extracto de taxo), T3 (2% de almidón y 3% extracto de taxo), T4 (4% de almidón y 3% extracto de taxo). Letras iguales en minúscula (a) indican que no existe diferencias significativas entre tratamientos.

4.3.2 Espesor

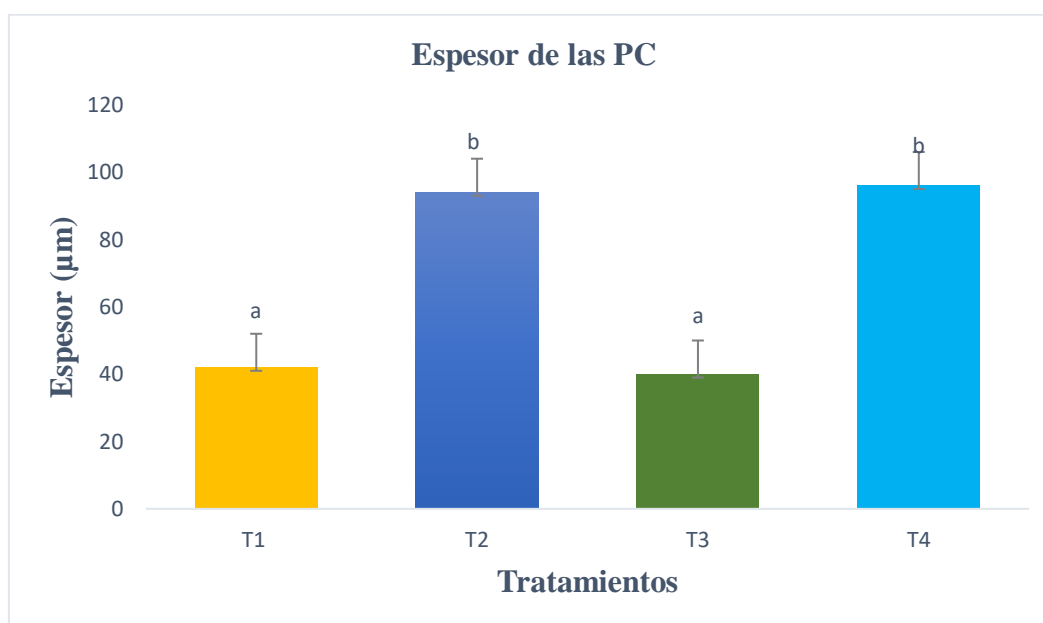
El espesor influyó en la formación de las PC y tuvo relación con la permeabilidad al vapor de agua (WVP), debido a que a mayor espesor se incrementó la resistencia a la transferencia de masa, provocando que la presión parcial del vapor del agua en la superficie inferior de la PC incremente, aunque otros autores consideran que los cambios de espesor se deben al hinchamiento que provoca el agua en el biopolímero (Solis, 2016).

La Figura 15, indica el análisis del espesor de las PC al 2% y 4% de concentración de almidón de cáscara de papa con 0% y 3% de extracto de semillas de taxo, cuyos valores promedio de las mediciones se encuentran entre 42 μm y 96 μm , presentando espesores menores para el tratamiento T1(42 μm) correspondiente a la formulación al 2% de almidón de cáscara de papa y al 0% de extracto de semilla de taxo y T3 (40 μm) para la formulación al 2% de almidón de cáscara de papa con el 3% de extracto de semillas de taxo, sin presentar diferencia significativa ($p>0,05$) entre ellos.

De igual manera, los tratamientos T2 y T4 no presentaron diferencia significativa ($p>0,05$) ANEXO G, pero obtuvieron espesores más altos que los tratamientos T1 y T3 debido a que la concentración de almidón en su formulación fue directamente proporcional al espesor, es decir, a mayor concentración de almidón, mayor espesor de las PC. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Vázquez *et al.* (2019) con valores de espesor entre 40 μm y 45 μm para películas con almidón nanoestructurado y espesores superiores a 50 μm con almidón sin nanoestructurar a concentraciones de 3%;4% y 5%, siendo superior el espesor de las PC con 5% de almidón. El espesor de las PC puede variar dependiendo de las condiciones de procesamiento como de la composición (Hernández *et al.*, 2023).

Figura 15

Espesor de las películas comestibles a base de almidón de papa sin y con extracto de taxo.



Nota: La figura representa el espesor para los tratamientos T1 (2% de almidón y 0% extracto de taxo), T2 (4% de almidón y 0% extracto de taxo), T3 (2% de almidón y 3% extracto de taxo), T4 (4% de almidón y 3% extracto de taxo). Letras iguales en minúscula (a) indican que no existe diferencias significativas entre tratamientos.

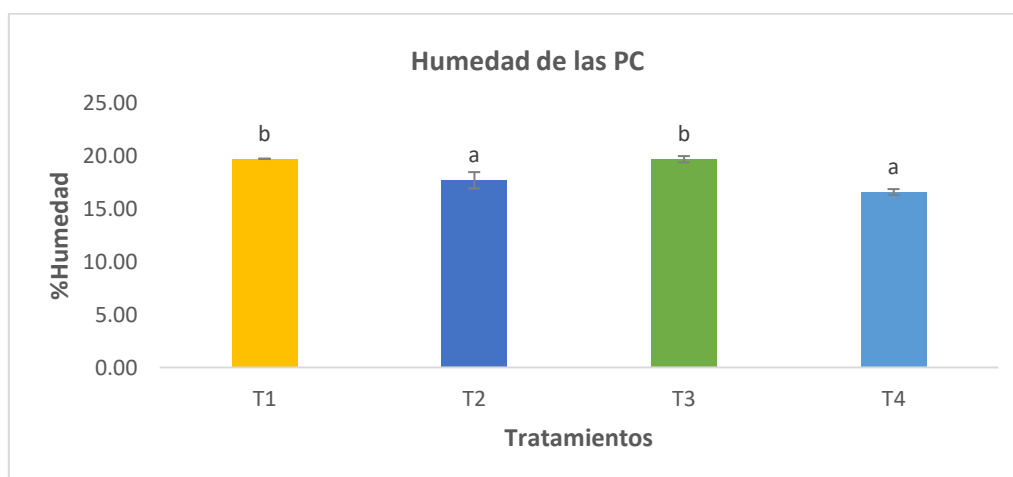
4.3.3 Contenido de humedad.

En la Figura 16, se presenta el promedio del porcentaje de humedad de las películas comestibles de los tratamientos, al 2% y 4% de concentración de almidón de cáscara de papa con 0% y 3% de extracto de semillas de taxo, acondicionadas a 50% de humedad

relativa HR. Entre los tratamientos T2 ($17,69 \pm 0,77$) y T4 ($16,58 \pm 0,27$), no existió diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$) ANEXO H, con un porcentaje de humedad menor en relación al T1 ($19,72 \pm 0,02$) y T3 ($19,68 \pm 0,29$). Es decir, las PC con mayor porcentaje de almidón (4%) en su formulación mostraron menor porcentaje de humedad que las PC con almidón al (2%). Estos resultados se pueden contrastar con los obtenidos por Charles *et al.* (2022) que reportaron un descenso de la humedad a medida que aumentaba la concentración de almidón de cáscara de papa obteniendo valores entre $22,27 \pm 0,44$ y $11,53 \pm 0,75$; los investigadores indicaron que el aumento de la concentración de almidón redujo significativamente ($p < 0,05$) el contenido de humedad de las PC, debido al aumento de la concentración de sólidos disueltos y al número de enlaces entre las moléculas de las PC, además, una concentración alta de almidón podría haber aumentado el área de superficie para las interacciones intra e intermoleculares entre las macromoléculas de almidón, aumentando así la inhibición de la retención de agua por parte de las PC. De acuerdo a Marquéz (2021) atribuye que el mayor contenido de humedad en las PC se debe a la porosidad de los gránulos de almidón que permite una mayor retención de agua, permitiendo una fuerte asociación de las moléculas de agua con el gránulo del almidón.

Figura 16

Porcentaje de humedad de las películas comestibles a base de almidón de papa sin y con extracto de taxo.



Nota: La figura representa la humedad para los tratamientos T1 (2% de almidón y 0% extracto de taxo), T2 (4% de almidón y 0% extracto de taxo), T3 (2% de almidón y 3% extracto de taxo), T4 (4% de almidón y 3% extracto de taxo). Letras distintas en minúscula (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos.

4.3.4. Solubilidad en agua

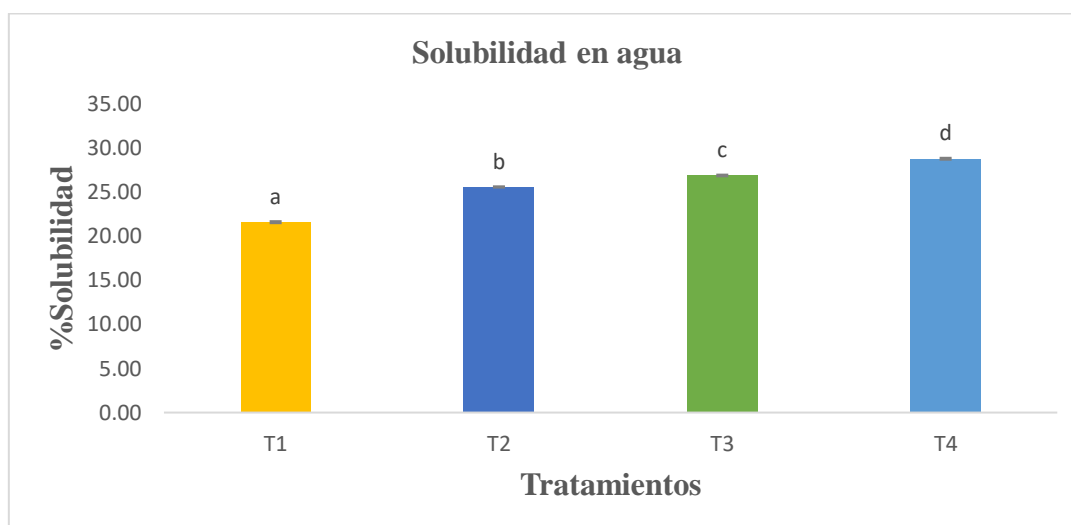
El porcentaje de solubilidad en agua de las PC a diferentes concentraciones de almidón y extracto de semillas de taxo, se representan en la Figura 17, Se observó un incremento de manera significativamente diferente ($p < 0,05$) entre tratamientos ANEXO I, las PC son más solubles a mayor concentración de almidón y de extracto, es decir las PC de los tratamientos T3 ($26,86 \pm 0,10$) y T4 ($28,76 \pm 0,11$) son más hidrofílicas que las PC de los tratamientos T1 ($21,57 \pm 0,11$) y T2 ($25,57 \pm 0,07$).

Según Ayquipa (2018) establece que la solubilidad está relacionada con la formulación de las PC, sin tomar en cuenta el espesor ni la humedad, sino la proporción de los componentes, plastificante, velocidad de agitación, grado de gelatinización, debido a que las uniones de hidrogeno más débiles en las zonas del almidón se rompen provocando que el gránulo se hinche e hidrate, además, menciona que la baja tasa de disolución indica una mayor cohesión en la matriz polimérica por la formación de muchos enlaces de hidrógeno entre las cadenas de los polímeros involucrados, ocasionando una débil cohesión en la estructura polimérica de la PC.

Elegir la PC más adecuada va a depender de la aplicación, un alto porcentaje de solubilidad va a comprometer la estabilidad de la PC si se desea aplicar en alimentos muy húmedos o si el ambiente donde se almacenará es de alta humedad relativa, por lo que sería más conveniente q sea insoluble. Sin embargo, un porcentaje alto de solubilidad será deseable si esta va a ser consumida junto con el alimento (Sothornvit *et al.*, 2002), así mismo, es necesario bajas solubilidades en las PC que serán aplicadas en alimentos durante el almacenamiento, por el contrario, un valor alto de solubilidad es ventajoso durante la cocción de estos alimentos (Viteri, 2020).

Figura 17

Porcentaje de solubilidad en agua de las películas comestibles a base de almidón de papa sin y con extracto de taxo.



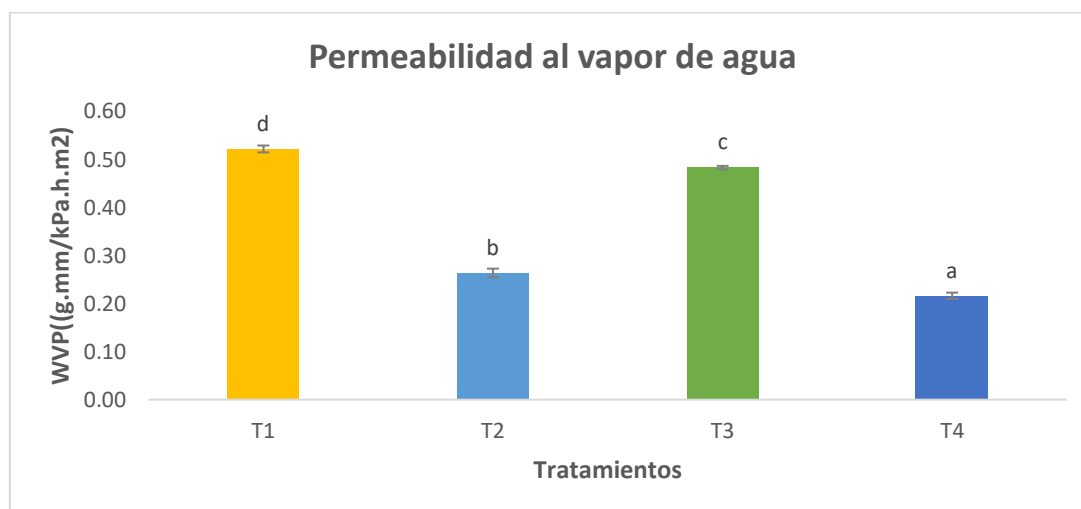
Nota: La figura representa la solubilidad en agua para los tratamientos T1 (2% de almidón y 0% extracto de taxo), T2 (4% de almidón y 0% extracto de taxo), T3 (2% de almidón y 3% extracto de taxo), T4 (4% de almidón y 3% extracto de taxo). Letras distintas en minúscula (a, b, c) indican diferencias significativas entre tratamientos.

4.3.5 Permeabilidad al vapor de agua

En la Figura 18, se representan los resultados de la permeabilidad al vapor de agua (WVP) de las PC a diferentes concentraciones de almidón de cáscara de papa y extracto de semillas de taxo. Para las PC de los tratamientos T1, T2, T3 y T4 fueron: 0,52; 0,26; 0,48; 0,22 g.mm/kPa.h.m², respectivamente, presentando diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos ANEXO J, señalando que T1 (2% almidón con 0% de extracto) presenta la permeabilidad más alta y T4 (4% de almidón con 3% de extracto) con la permeabilidad más baja, es decir, a mayor concentración de almidón en la formulación las PC poseen menor permeabilidad permitiendo que esta sea más estable y compacta gracias a la compleja red polimérica que se forma en la matriz reduciendo los espacios entre las moléculas formando una barrera al paso de gases y agua (Marquéz, 2021), volviéndola más impermeable a los agentes que puede provocar alteración en el alimento. Además, los tratamientos T3 y T4 que presentan el 3% de extracto de semillas de taxo presentan permeabilidades inferiores de 0,48 gmm/kPahm² y 0,22 gmm/kPahm² respectivamente, WVP menores que los tratamientos T1 (0,52 gmm/kPahm²) y T2 (0,26 gmm/kPahm²) que no contenían el extracto.

Figura 18

Permeabilidad al vapor de agua de las películas comestibles a base de almidón de papa sin y con extracto de taxo



Nota. La figura representa la permeabilidad de agua para los tratamientos T1 (2% de almidón y 0% extracto de taxo), T2 (4% de almidón y 0% extracto de taxo), T3 (2% de almidón y 3% extracto de taxo), T4 (4% de almidón y 3% extracto de taxo). Distintas letras (a,b,c,d) indica que existe diferencia significativa entre tratamientos.

De acuerdo a Hernández (2016), el espesor de las PC interviene en el transporte de agua a través de las mismas, se puede notar un comportamiento inversamente proporcional entre el grosor y la permeabilidad, es decir, a mayor grosor, menor permeabilidad de la PC, atribuyendo este efecto a las propiedades fisicoquímicas de los componentes de la formulación. Trejo *et al.* (2001) empleó PC a base de quitosán cuya WVP al 1% con espesor de 0,0203 mm fue de 4,9367 gmm/kPahm² mientras que al 2% con un espesor de 0,033 mm fue de 4,7640 gmm/kPahm². De igual manera, el uso de extractos de plantas interviene en la permeabilidad de las PC, Cruz-Gálvez *et al.* (2018) emplearon almidón, glicerol (plastificante) y extracto de *Hibiscus sabdariffa* (jamaica), este último provocó una disminución de la WVP y las propiedades mecánicas, otorgando que este resultado podría ser causado por los cambios en las interacciones entre polímeros. Sin embargo, los resultados pueden variar de acuerdo a las características de la matriz utilizada (Otero, 2019). La permeabilidad al vapor de agua (WVP) es una propiedad de barrera que indica la capacidad de las PC para controlar la transferencia de agua a través de su estructura. Siendo su principal función prevenir o reducir la transferencia de humedad entre los alimentos y el aire circundante o entre dos componentes de un producto alimenticio (Marquéz, 2021).

4.4 Características mecánicas de las películas comestibles.

4.4.1 Tensión máxima de rotura

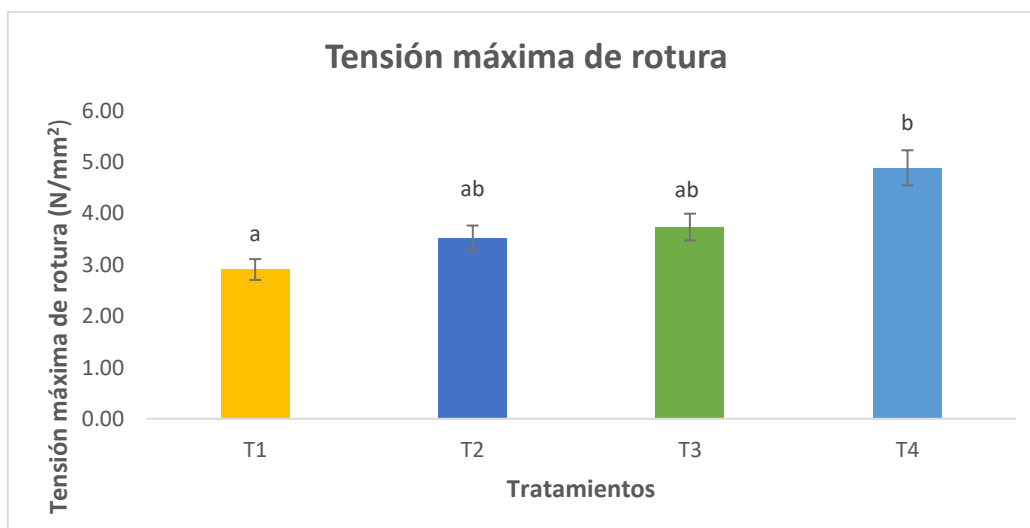
Se calculó la tensión máxima de rotura (TM) al 2% y 4% de almidón de cáscara de papa al 0% y 3% de extracto de semilla de taxo. Se analizaron franjas de 25x75 mm con espesores entre 0,03 y 0,110 mm. En la Figura 19 se presentan los resultados para la TM de las PC, observando valores entre 2,91 y 4,89 N/mm², con un valor menor para el tratamiento T1 (2% de almidón y 0% extracto de semilla) y un valor mayor T4 (4% de almidón y 3% de extracto de semilla), presentando diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$), sin embargo, para los tratamientos T2 y T3 no existió diferencia significativa ($p > 0,05$) ANEXO K.

Estos resultados se pueden comparar con los obtenidos por otros investigadores utilizando diferentes matrices, la TM para las PC con cáscara de plátano muestran valores entre 4,43 N/mm² y 12,28 N/mm², sin diferencia significativa entre los tratamientos (Anchundia *et al.*, 2016), de igual manera, Mali *et al.* (2005) presentaron TM entre 2,85 y 7,84 N/mm² para PC elaboradas a varias concentraciones de almidón de camote y plastificante (glicerol), determinando que la tensión de rotura en las PC fue afectada exclusivamente por el efecto de la concentración de glicerol, debido a que, al agregar este plastificante en la red de almidón, disminuyó las interacciones directas y la proximidad entre las cadenas, facilitando los movimientos de las cadenas de almidón sobre la PC, mostrando películas más frágiles al ser preparadas con una menor concentración de glicerol.

Para el estudio de PC a base de extractos pécticos con aceite de limón, los investigadores observaron diferencia significativa con respecto a la concentración de pectina y glicerol, sin embargo, el agregar aceite esencial de limón a la formulación, no afectó significativamente la TM de las PC (Sánchez *et al.*, 2015). Por lo tanto, la diferencia de TM puede ser el resultado de los aditivos utilizados para formar la PC, así como la naturaleza de la matriz y su concentración. El aumento de la TM para el T4, se debe a la reacción química entre el almidón de la cáscara de papa con el extracto de semillas de taxo y el plastificante (glicerol), ocasionando el aumento de la estructura de la red en las PC formuladas, las propiedades mecánicas manifiestan la capacidad de las PC para proteger al producto y la resistencia del material, las cuales tienen relación con la estructura química de las PC.

Figura 19

Tensión máxima de rotura de las películas comestibles a base de almidón de papa sin y con extracto de taxo.



Nota: La figura representa la tensión máxima de rotura para los tratamientos T1 (2% de almidón y 0% extracto de taxo), T2 (4% de almidón y 0% extracto de taxo), T3 (2% de almidón y 3% extracto de taxo), T4 (4% de almidón y 3% extracto de taxo). Letras distintas en minúscula (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos.

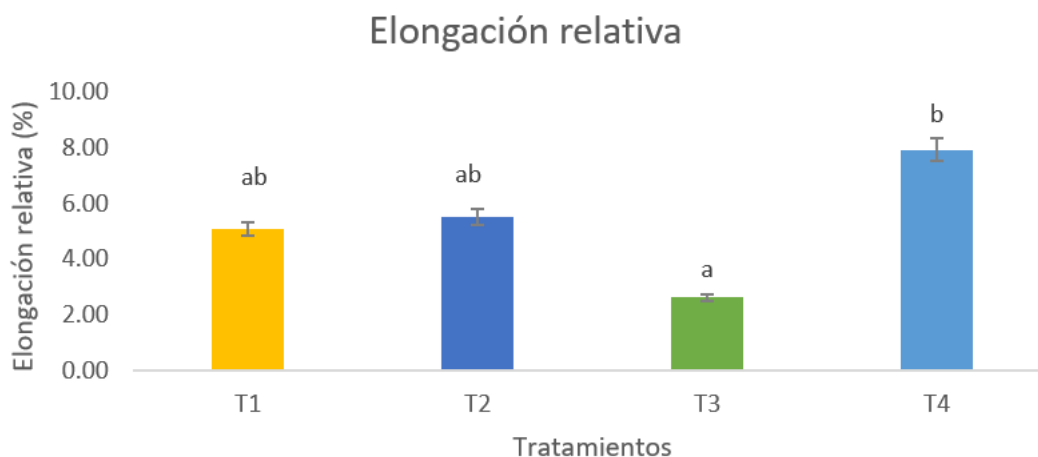
4.4.2 Elongación relativa

La Figura 20 representa los resultados para la elongación relativa de los 4 tratamientos. El tratamiento T4 presentó la elongación más alta de todos los tratamientos con un valor de $7,92 \pm 1,80\%$ seguido de T2 con un valor de $5,50 \pm 1,94\%$; los dos tratamientos contienen el 4% de almidón de cáscara de papa en su formulación, con 3% y 0% de extracto de semilla de taxo respectivamente, es decir, a mayor concentración de almidón, se obtuvo mayor porcentaje de elongación independientemente del porcentaje de extracto, presentando diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos T3 y T4 ANEXO L. Estos resultados concuerdan los presentados por Matta & Bertola (2019) que obtuvieron PC más deformables a medida que incrementaba el porcentaje de pectina de 1,5% a 3% y del platificante (Isomalt) de 0,25; 0,50; 0,75; 1,0 y 1,5 % llegando hasta valores de $26,99 \pm 3,34\%$ para el tratamiento al 3% de pectina con 1,5% de Isomalt. De igual manera, al analizar PC a base de almidón de maíz se obtuvieron elongaciones entre 6,4 y 5,3 % al 2% de almidón de maíz con 0,5 y 0,75% de glicerina respectivamente.

Si se compara los resultados se puede determinar PC a base de pectina presentan mayor porcentaje elongación en comparación con las PC a base de almidón de cáscara de papa y de maíz, además el porcentaje de plastificante y otros aditivos también interviene en el resultado (Maza *et al.*, 2022).

Figura 20

Porcentaje de elongación relativa de las películas comestibles a base de almidón de papa sin y con extracto de taxo.



Nota: La figura representa la elongación relativa para los tratamientos T1 (2% de almidón y 0% extracto de taxo), T2 (4% de almidón y 0% extracto de taxo), T3 (2% de almidón y 3% extracto de taxo), T4 (4% de almidón y 3% extracto de taxo). Letras distintas en minúscula (a,b) indican diferencias significativas entre tratamientos.

Es probable que exista una mejor relación de interacción entre el porcentaje mayor de almidón con el extracto, haciendo que el extracto de semillas de taxo tenga cierto efecto plastificante a mayor concentración de almidón, permitiendo que algunos de sus componentes hidrofílicos de bajo peso molecular se sitúen entre las cadenas poliméricas acortando los enlaces inter poliméricos e incrementando la elongación relativa de las PC.

4.6 Pardeamiento enzimático

Para la evaluación del pardeamiento enzimático, se realizaron análisis de color, pH, acidez titulable, firmeza y apariencia para muestras de papa mínimamente procesada de IV gamma sin y con película comestible que resultó poseer características físicas y mecánicas más adecuadas (tratamiento 4), durante los días 0;3;6;9 y 12, con 3 repeticiones para cada caso.

4.6.1 Color

En la Tabla 9 se expresan los resultados de color de acuerdo a la escala CIELAB para muestras de papa mínimamente procesadas de IV gamma sin y con PC.

Tabla 9

Color de muestras de papa mínimamente procesadas sin y con películas comestibles a base de almidón de papa sin y con extracto de taxo utilizando las coordenadas L, a*, b*.*

| Tratamientos | CIE L*a*b* | Día | | | | |
|---------------|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Sin PC | L* | 56,90± 0,63 ^a | 50,54± 0,29 ^a | 47,02± 0,38 ^a | 39,45± 0,50 ^a | 35,61± 0,41 ^a |
| | a* | 0,70± 0,07 ^a | 1,07± 0,12 ^a | 1,96± 0,09 ^a | 2,23± 0,05 ^a | 2,59± 0,03 ^a |
| | b* | 15,08± 0,38 ^a | 14,33± 0,06 ^a | 14,09± 0,42 ^a | 13,26± 0,13 ^a | 10,47± 0,03 ^a |
| Con PC | L* | 57,20± 0,38 ^a | 53,82± 0,51 ^b | 51,67± 0,63 ^b | 49,32± 0,57 ^b | 47,56± 0,31 ^b |
| | a* | 0,69± 0,04 ^a | 0,77± 0,09 ^b | 0,80± 0,07 ^b | 0,94± 0,02 ^b | 1,08± 0,04 ^b |
| | b* | 15,11± 0,31 ^a | 15,07± 0,46 ^b | 15,02± 0,04 ^b | 14,92± 0,08 ^b | 14,37± 0,09 ^b |

Nota. Letras distintas (a, b) indican diferencias significativas entre tratamientos

La coordenada L* (luminosidad) no presentó diferencia significativa entre tratamientos para el día 0, mientras que, para los días 3;6;9 y 12 existió diferencia significativa ANEXO M, además, con el paso del tiempo de almacenamiento la luminosidad de las muestras sin PC fue disminuyendo, desde 56,90 en el día 0, hasta 35,61 en el día 12, presentando menor luminosidad en comparación con las muestras con PC, es decir, hubo aumento del pardeamiento (muestras más oscuras) por el incremento de la reacción de Maillard (Salhuana & Siche, 2021).

Para la coordenada de a*, se observaron valores positivos lo que indica cierta inclinación a tonos rojizos y una fuerte correlación con el oscurecimiento (Kurek *et al.*, 2021) con una tendencia al incremento con relación a los días de almacenamiento (color marrón), mostrando diferencias significativas entre los dos tratamientos a partir del día 3 ANEXO N. La coordenada b* fue disminuyendo con el pasar del tiempo de 15,08 para el día 0

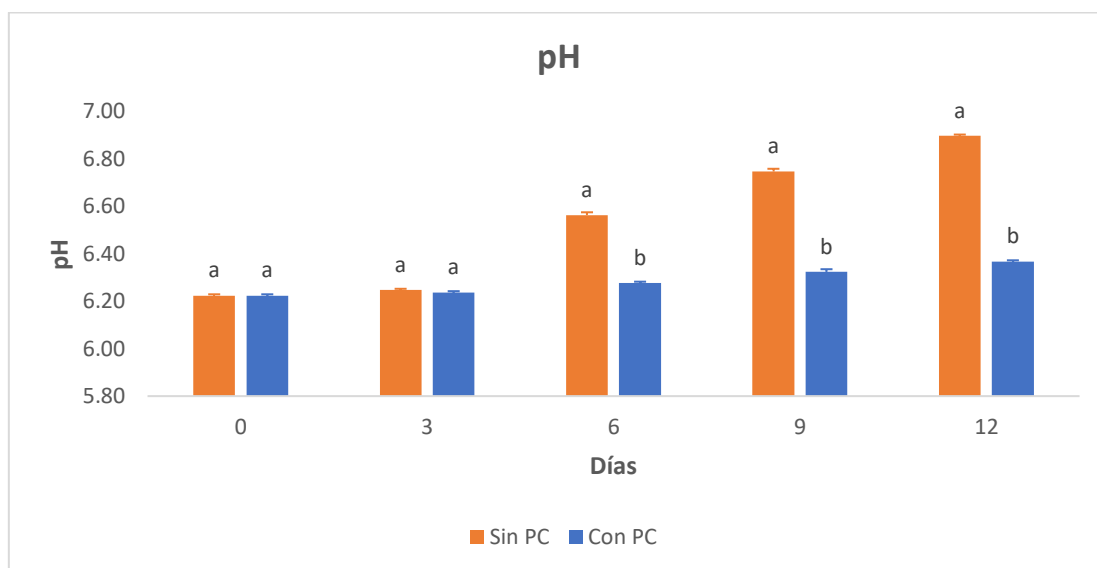
hasta 10,47 para el día 12 en muestras sin PC y de 15,11 para el día 0 hasta 14,37 para el día 12 en muestras con PC, presentando diferencia significativa entre los dos tratamientos a partir del día 3 ANEXO O. A mayor de valor b^* , más evidente fue el color amarillo de la muestra. Estos resultados se pueden contrastar con los obtenidos en la investigación de (Moschetti *et al.*, 2018), que utilizaron las coordenadas L^* y b^* como indicadores de calidad de la papa cuyos valores disminuyeron a medida que el color se hizo más profundo, el cambio de color fue causado principalmente por la reacción de pardeamiento del tubérculo (Xiao *et al.*, 2020). Por lo tanto, las muestras de papa con PC presentaron resultados más favorables de color en relación con las muestras sin PC. Las PC a base de polisacáridos como el almidón puede retrasar el oscurecimiento de productos recién cortados, evitando la oxidación durante el almacenamiento, manteniendo las propiedades de color sin afectar las características naturales (Aragundi *et al.*, 2023).

4.6.2 pH

La Figura 21 indica el pH de muestras de papa mínimamente procesadas (IV gamma) sin y con PC, a partir del día 0 hasta el día 12 de almacenamiento. Se pudo observar un incremento de pH durante los días de almacenamiento desde pH de 6,22 sin y con PC hasta pH de 6,90 y 6,37 sin y con PC respectivamente, mostrando diferencia significativa entre tratamientos a partir del día 6 de almacenamiento ANEXO P. El pH interviene en el pardeamiento de las papas, afectando tanto los procesos enzimáticos como no enzimáticos. El pH favorece al pardeamiento, por lo que las papas se tornarán más marrones a medida que aumenta el pH, especialmente en las muestras sin PC. En contraste, las muestras con PC presentan pH más bajos reducen la actividad de la enzima polifenoloxidasas (PPO) retrasando la pigmentación oscura en las muestras. El pH más óptimo para la actividad de la PPO suele estar en un rango de 6,5 a 7,5, además, el pH también está relacionado con el pardeamiento no enzimático (reacción de Maillard), el cual se da entre la reacción de azúcares reductores y aminoácidos que aumenta en condiciones alcalinas, y aunque este proceso ocurre de manera más lento que el pardeamiento enzimático, va a contribuir en la coloración marrón de las papas durante el almacenamiento (González *et al.*, 2020).

Figura 21

pH de las muestras de papa mínimamente procesadas (IV gamma) sin y con PC y sin y con extracto de taxo



Nota. En la figura se representan los resultados de pH de papas mínimamente procesadas sin y con película comestible, almacenadas durante 12 días a una temperatura de 4 °C. Distintas letras (a,b,) indica que existe diferencia significativa entre tratamientos.

La utilización de recubrimientos o películas comestibles se ha convertido en una alternativa que puede minimizar el pardeamiento de los alimentos, se ha demostrado que al modificar las PC con la adición de componentes ácidos o alcalinos y el uso de antioxidantes naturales como extractos de semillas o vegetales ajustan el pH, controlando el pardeamiento enzimático, manteniendo la apariencia, calidad sensorial y por ende extendiendo su vida útil del producto, contribuyendo a la sostenibilidad al reducir el desperdicio de alimentos y promover el uso de materiales biodegradables y seguros para el consumo humano.

4.6.3 Acidez titulable

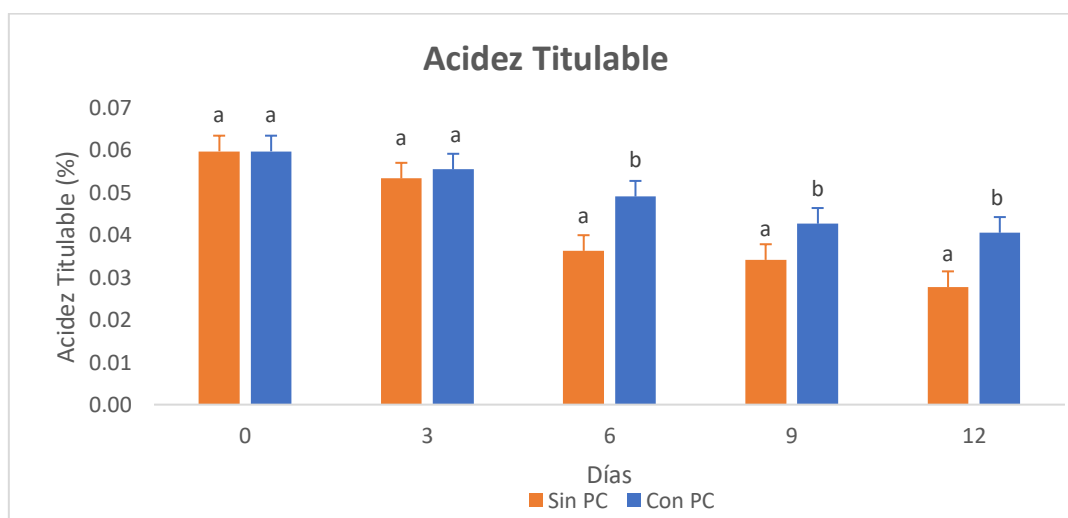
La Figura 22 indica como la acidez titulable disminuye con el paso de los días, desde 0.06% en el día 0 para el tratamiento sin y con PC hasta 0.03% y 0.04 % para el día 12 para tratamientos sin y con PC respectivamente, presentando diferencia significativa a partir del día 6 de almacenamiento ANEXO Q.

Cuando las papas son peladas y cortadas la tasa de respiración aumenta y la acidez titulable disminuye, acelerando el proceso de pardeamiento, volviendo un producto

altamente perecible (Irfan *et al.*, 2020), por consiguiente, el uso de nuevas tecnologías como los recubrimientos y PC comestibles reducen la tasa de respiración, ayudando a mantener la acidez de la papa y de otros productos vegetales, prolongando su vida útil y calidad, aunque el impacto directo de la acidez titulable varía dependiendo de los compuestos específicos o ingredientes funcionales como extractos antioxidantes utilizados en los recubrimientos y PC (Miteluț *et al.*, 2021), proporcionando una barrera adecuada para la reducción a la exposición del oxígeno, manteniendo al producto fresco y con características sensoriales y nutritivas aceptables, durante un cierto período (Charles *et al.*, 2022).

Figura 22

Acidez titulable de las muestras de papa mínimamente procesadas (IV gamma) sin y con PC.



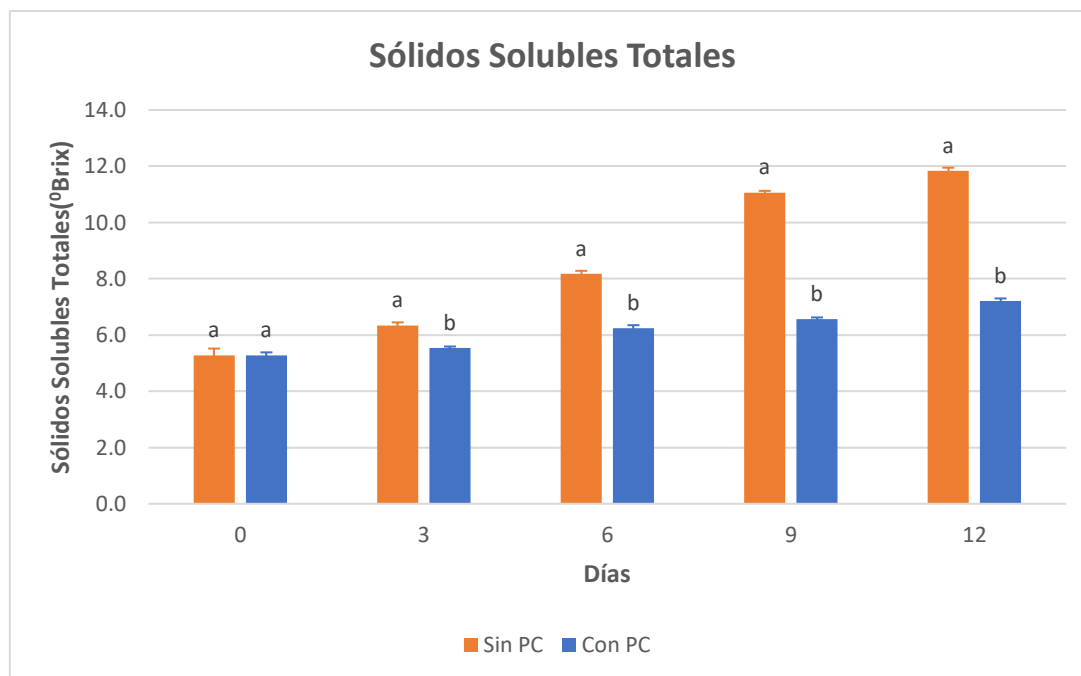
Nota. En la figura se representan los resultados de acidez titulable de papas mínimamente procesadas sin y con película comestible, almacenadas durante 12 días a una temperatura de 4 °C. Distintas letras (a,b) indica que existe diferencia significativa entre tratamientos.

4.6.4 Sólidos solubles totales.

La Figura 23 describe los resultados para los sólidos solubles totales (SST) de las muestras de papa sin y con PC, expresados en °Brix. Se observó un incremento de este parámetro con respecto al tiempo, desde 5,3 a 11,8 °Brix para muestras sin PC y de 5,3 a 7,2 °Brix para muestras con PC para el día 0 y 12 de almacenamiento respectivamente, presentando diferencia significativa entre los tratamientos a partir del día 3 ANEXO R.

Figura 23

Sólidos solubles totales de las muestras de papa mínimamente procesadas (IV gamma) sin y con PC, a partir del día 0 hasta el día 12 de almacenamiento.



Nota. En la figura se representan los resultados de sólidos solubles totales de papas mínimamente procesadas sin y con película comestible, almacenadas durante 12 días a una temperatura de 4 °C. Distintas letras (a,b) indica que existe diferencia significativa entre tratamientos.

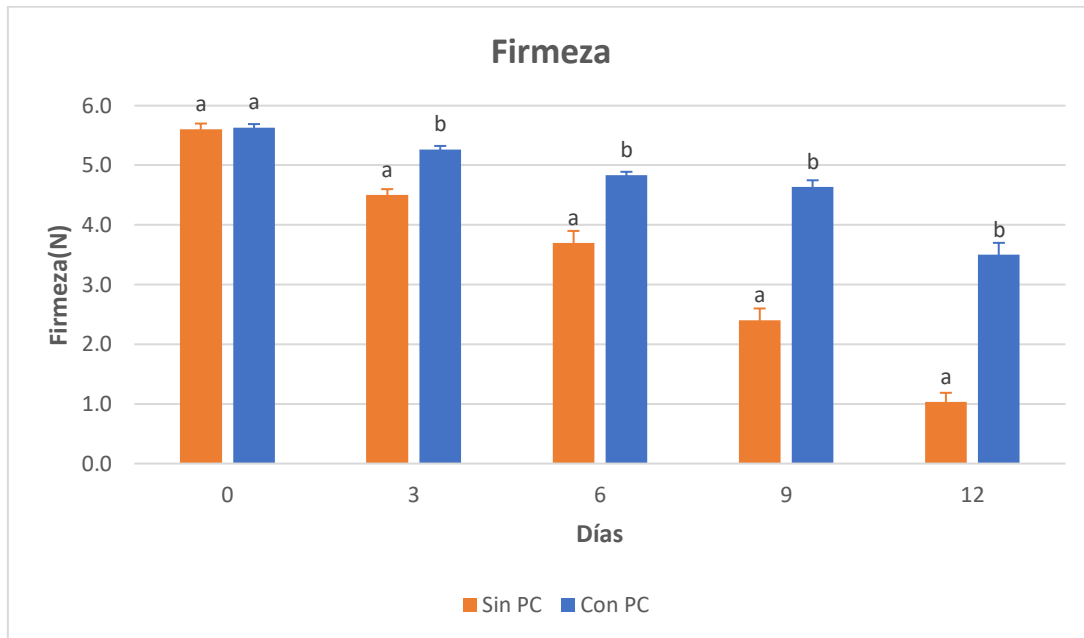
Las muestras con PC obtuvieron valores más bajos que las muestras sin PC, estos resultados son quizás, que las PC crearon cierta barrera de protección contra el intercambio gaseoso causando una menor actividad metabólica, retrasando la maduración y pardeamiento del tubérculo (Sánchez *et al.*, 2018), ya que, el aumento de °Brix es un indicativo de la acumulación de azúcares durante la maduración, además, la hidrólisis del almidón ablanda el tejido de la papa durante el almacenamiento y el almidón se convierte en glucosa mediante la acción de enzimas fosforilasa o amilasa (Irfan *et al.*, 2020).

4.6.5 Firmeza

La Figura 24 indica la disminución de la firmeza de las muestras sin y con PC con respecto al tiempo de almacenamiento, siendo más notorio el cambio de firmeza para el tratamiento sin PC que fue de 5,60 N en el día 0 hasta 1,03 N en el día 12, con diferencia significativa entre tratamientos a partir del día 3 ANEXO S.

Figura 94

Firmeza de las muestras de papa mínimamente procesadas (IV gamma) sin y con PC, a partir del día 0 hasta el día 12 de almacenamiento.



Nota. En la figura se representan los resultados de firmeza de papas mínimamente procesadas sin y con película comestible, almacenadas durante 12 días a una temperatura de 4 °C. Distintas letras (a,b,) indica que existe diferencia significativa entre tratamientos.

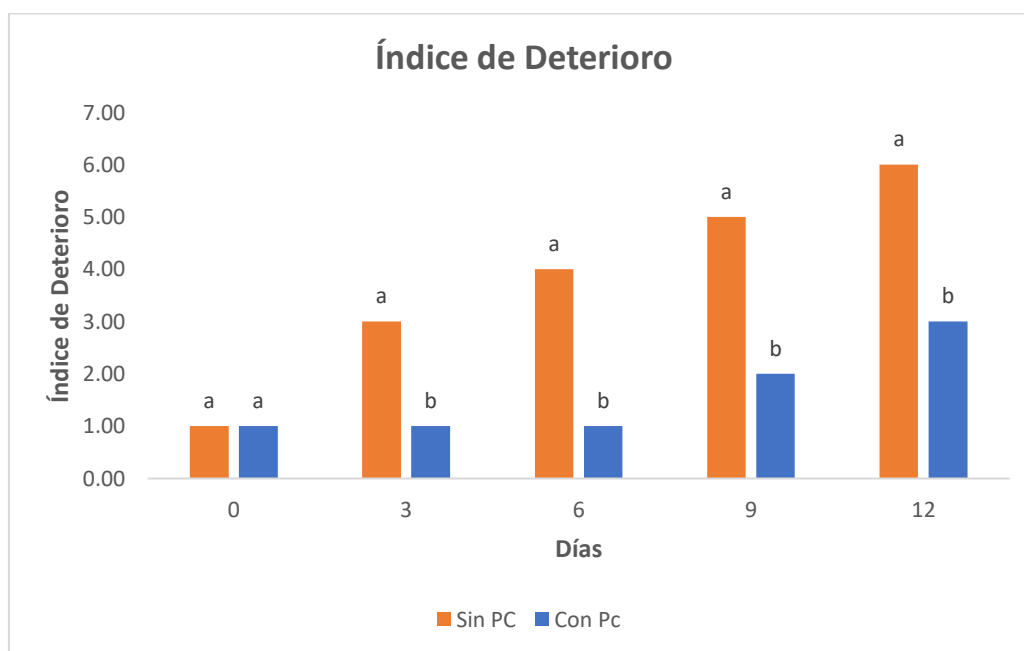
La reducción de firmeza, está asociado con la maduración de los tubérculos, cuanto mayor cantidad de agua contenga el alimento, este es más firme, por lo que las células sufren un rompimiento más frágil durante el ensayo de punción, por el contrario, cuando se maduran, se deshidratan y se convierten en materiales más blandos (R. Pérez, 2018), lo que hace que los productos sean más vulnerables al ataque microbiano (Irfan *et al.*, 2020).

4.6.6 Índice de deterioro

La Figura 25 muestra los resultados del índice de deterioro ID de las muestras analizadas, el cual se determinó por medio de una escala de 6 puntos para determinar el grado de deterioro de manera visual de las muestras sin y con PC.

Figura 105

Índice de deterioro de las muestras de papa mínimamente procesadas (IV gamma) sin y con PC, a partir del día 0 hasta el día 12 de almacenamiento.



Nota. En la figura se representan los resultados de índice de deterioro de papas mínimamente procesadas sin y con película comestible, almacenadas durante 12 días a una temperatura de 4 °C. Distintas letras (a,b,) indica que existe diferencia significativa entre tratamientos.

Las muestras presentaron diferencia significativa entre los tratamientos a partir del día 3 de almacenamiento, siendo el ID más alto para las muestras sin PC teniendo un puntaje de 6 (muy grave) para el día 12, mientras que, las muestras con PC obtuvieron un puntaje de 3 (ligero) para el mismo día de almacenamiento.

En la Figura 26 se puede observar como la papa mínimamente procesada se va deteriorando, a lo largo del tiempo, lo que implica cambios visuales, químicos y texturales, afectando a la calidad del producto final.

Estos cambios son más notorios en las muestras sin PC, se puede determinar que estas muestras, al estar expuestas al O₂ del aire por carecer de una barrera de protección presentan mayor pardeamiento que pueden provocar coloraciones marrones. Al momento de cortar las papas, sus células se rompen y se produce el pardeamiento enzimático por acción de las polifenoloxidasas (PPO) cuyas enzimas catalizan la oxidación de fenoles a quinonas las cuales se polimerizan (coloración marrón) (Martinez y Whitaker, 1995).

Figura 116

Pardeamiento enzimático de las muestras de papa, sin y con películas comestibles.



A medida que transcurre el tiempo de almacenamiento, el color marrón se intensifica y la superficie de la papa empieza a secarse y a ponerse rugosa, además, a partir del día 9 en adelante se observó la aparición de moho y ablandamiento más pronunciado en la textura, a diferencia de las muestras con PC, cuyos cambios son ligeros y empiezan aparecer a partir del día 9, gracias a que la PC cumplen con una buena función de barrera, debido a que, el efecto de los compuestos antioxidantes presentes en el extracto de semillas de taxo fue efectivo porque se nota que hay una reducción en el pardeamiento enzimático, esto posiblemente se deba a que hubo una migración lenta de los compuestos bioactivos del taxo sobre las muestras de papas mínimamente procesadas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El almidón de la cáscara de papa presenta el 41,19% y de amilosa aparente de 26,36%, cuyos pH para las SFP de los cuatro tratamientos arrojaron valores entre 6,54 - 6,95 a 40 °C formando PC elásticas y resistentes, los resultados demostraron que el tratamiento cuatro (4% de almidón más 3% de extracto de semillas de taxo) presentó una adecuada compatibilidad entre sus componentes mejorando ciertas propiedades fisicoquímicas y mecánicas, con espesores de 96 µm, que al estar relacionados con la WPV incrementaron la resistencia a la transferencia de masa, con humedades menores a los otros tratamientos presentaron una barrera más estable y compacta al paso de gases y del agua, en cuanto al color y opacidad, estas PC fueron menos luminosas, con cierta tendencia al color amarillo y más opacas, pero la diferencia de color entre los tratamientos no fue visible al ojo humano, por lo que no representó diferencia significativa, de igual manera, la solubilidad fue mayor (más hidrofílicas) lo cual puede ser una ventaja o desventaja, dependiendo la aplicación.
- Las PC del tratamiento cuatro presentaron una tensión máxima de 28,76% y una elongación relativa de 7,92% presentando valores más altos en comparación con las PC sin extracto. El incremento de las propiedades mecánicas se debe a la interacción entre la matriz del almidón con los compuestos fenólicos presentes en las semillas de taxo, manifestando fuerza y mayor flexibilidad de las PC, favoreciendo la capacidad para proteger al alimento.
- El efecto de las PC con extracto de semillas de taxo, presentaron resultados positivos sobre el pardeamiento enzimático en muestras de papas mínimamente procesadas de IV gamma, debido a que actuaron como barreras de protección contra el oxígeno, además de la presencia de los compuestos antioxidantes presentes en el extracto que intervinieron en la estabilidad de los parámetros fisicoquímicos, para inhibir la acción de la enzima polifenol oxidasa causante

de las coloraciones marrones en las muestras analizadas. La disminución de color, acidez titulable, firmeza y el aumento del pH, sólidos totales y el índice de deterioro, incrementan la actividad enzimática, maduración, tasa de respiración, intercambio gaseoso y actividad metabólica, tornando las muestras cada vez más oscuras y menos firmes, disminuyendo la apariencia visual de las muestras de papa.

5.2 Recomendaciones

- Se sugiere seguir investigando el uso de las PC en otros productos frescos que puedan presentar problemas de pardeamiento para garantizar su calidad.
- Para la evaluación de la efectividad de las PC, se debería examinar las condiciones de almacenamiento durante períodos más prolongados.
- Se recomienda ampliar el estudio probando diferentes porcentajes del extracto de semillas de taxo en la formulación de las PC y/o la adición o combinación con otros compuestos antioxidantes, para incrementar la resistencia y flexibilidad según las necesidades de la aplicación.
- Como análisis complementario, realizar estudios microbiológicos para evaluar el impacto de las películas comestibles sobre alimentos frescos.

REFERENCIAS

- Acosta, J., Gomajoa, H., Benavides, Y., Charfuelan, A., y Valenzuela, F. (2018). Employment of the potato (*Solanum tuberosum*) type fourth category for the obtaining of bioempacks. *Bionatura*, 1(1).
<https://doi.org/10.21931/RB/CS/2018.01.01.2>
- Aguilar, M. Á. (2005). *Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate*.
file:///C:/Users/Usuario/Downloads/PTA_M_20050624_001.pdf
- Anchundia, K., Santacruz, S., y Coloma, J. (2016). Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*). *Revista Chilena de Nutrición*, 43(4), 394–399. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000400009>
- Angulo, S. (2022, August 6). Ecuador abre la puerta al pan de papa.
<https://www.expreso.ec/actualidad/economia/ecuador-abre-puerta-pan-papa-133143.html>
- Aragundi, R., Muñoz, G., y Otero, V. (2023). *Efecto de un recubrimiento comestible a base de gelatina de origen bovino con extracto de cáscara y de semilla de mango (*Mangifera indica*) sobre la vida útil del mango sin procesar y mínimamente procesado*.
- Ayquipa, E. (2018). *Caracterización física de películas comestibles obtenidas de mucílago de cáscara de tuna (*Opuntia spp*) y almidón de cáscara de papa (*Solanum tuberosum*)*.
https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/617/T_0340.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos* (Pearson).
- Ballesteros, L., Pérez, C., y Andrade, R. (2020). Effect of glycerol and sorbitol concentrations on mechanical, optical, and barrier properties of sweet potato starch film. *NFS Journal*, 20, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2020.06.002>

- Basiak, E., Lenart, A., y Debeaufort, F. (2017). Effect of starch type on the physico-chemical properties of edible films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 98, 348–356. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.01.122>
- Camacho, M., Vega, J., y Campos, A. (2021, December 2). *Use of nanomaterials in biopolymers for food packaging applications*. Http://Www.Scielo.Org.Pe/SciELO.Php?Script=sci_arttextypid=S1810-634X2011000400007.
- Chaparro, D., Maldonado, M., Franco, M., y Urango, L. (2014). Características nutricionales y antioxidantes de la fruta curuba larga (*Passiflora mollissima* Bailey). *Perspectivas En Nutrición Humana*, 16(2). <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v16n2a07>
- Charles, A. L., Motsa, N., y Abdillah, A. A. (2022a). A Comprehensive Characterization of Biodegradable Edible Films Based on Potato Peel Starch Plasticized with Glycerol. *Polymers*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/polym14173462>
- Charles, A. L., Motsa, N., y Abdillah, A. A. (2022b). A Comprehensive Characterization of Biodegradable Edible Films Based on Potato Peel Starch Plasticized with Glycerol. *Polymers*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/polym14173462>
- CODEX ALIMENTARIUS. (2015). *Código de ética para el comercio internacional de alimentos*.
- Constitución de la República del Ecuador. (2015). *Soberanía Alimentaria*.
- Criollo, J. (2019). *Propiedades físicas y mecánicas de películas comestibles elaboradas a base de almidón de banano*. http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14105/1/T-2894_CRIOLLO%20FEIJOO%20JULIANA%20LISBETH.pdf
- Cruz-Gálvez, A. M., Castro-Rosas, J., Rodríguez-Marín, M. L., Cadena-Ramírez, A., Tellez-Jurado, A., Tovar-Jiménez, X., Chavez-Urbiola, E. A., Abreu-Corona, A., y Gómez-Aldapa, C. A. (2018). Antimicrobial activity and physicochemical

- characterization of a potato starch-based film containing acetonetic and methanolic extracts of *Hibiscus sabdariffa* for use in sausage. *LWT*, 93, 300–305.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.064>
- Cuesta, R. X., Monteros, C., Racines, M., Rivadeneira, J., Técnica, R., Garcés, S., Yáñez, C., Fao, F., Mastrocola, N., Pino, G., Mera, X., Rojano, P., y Haro, F. (n.d.). *Catálogo de variedades de papa del Ecuador*.
- Dai, L., Zhang, J., y Cheng, F. (2019). Effects of starches from different botanical sources and modification methods on physicochemical properties of starch-based edible films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 132, 897–905.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.03.197>
- Dalal, N., Bisht, V., y Dhakar Uma. (2020). Potato Starch: Novel Ingredient for Food Industry. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(1), 1718–1724. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.901.190>
- Dias, C., Fonseca, A. M. A., Amaro, A. L., Vilas-Boas, A. A., Oliveira, A., Santos, S. A. O., Silvestre, A. J. D., Rocha, S. M., Isidoro, N., y Pintado, M. (2020). Natural-Based Antioxidant Extracts as Potential Mitigators of Fruit Browning. *Antioxidants*, 9(8), 715. <https://doi.org/10.3390/antiox9080715>
- Díaz-Ramírez, M. (2018). Películas comestibles elaboradas con pectina de cáscara de piña (*Ananas comosus* L.). *Agro Productividad*, 11(11).
<https://doi.org/10.32854/agrop.v11i11.1280>
- FAO. (2004). *Directrices voluntarias para apoyar la realización progresiva del derecho a la alimentación adecuada en el contexto de la seguridad alimentaria nacional*.
- García, A., Girones, A., León, P., Moreno, D. A., Meléndez, A., y Ruales, J. (2017). Banana passion fruit (*Passiflora mollissima* (Kunth) L.H. Bailey): Microencapsulation, phytochemical composition and antioxidant capacity. *Molecules*, 22(1). <https://doi.org/10.3390/molecules22010085>

- García, A., Maté, J., y Otero, V. (2017). *Comparación de las propiedades físicas de películas comestibles basadas en proteína aislada de suero lácteo o gelatina de pescado con extractos de hinojo marino incorporados.*
- Gascón, L., Wechsler, A., y Escuder, Á. (2020). *Desarrollo de un material basado en residuos de papa para su utilización en impresión 3d.*
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/156911/Gascon%20-%20Desarrollo%20de%20un%20material%20basado%20en%20residuos%20de%20patata%20para%20su%20utilizaci%C3%B3n%20en%20impresi%C3%B3n%203D.pdf?sequence=1>
- González, M. N., Massa, G. A., Andersson, M., Turesson, H., Olsson, N., Fält, A. S., Storani, L., Décima Oneto, C. A., Hofvander, P., y Feingold, S. E. (2020). Reduced Enzymatic Browning in Potato Tubers by Specific Editing of a Polyphenol Oxidase Gene via Ribonucleoprotein Complexes Delivery of the CRISPR/Cas9 System. *Frontiers in Plant Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01649>
- Hamdan, N., Lee, C. H., Wong, S. L., Fauzi, C. E. N. C. A., Zamri, N. M. A., y Lee, T. H. (2022). Prevention of Enzymatic Browning by Natural Extracts and Genome-Editing: A Review on Recent Progress. *Molecules*, 27(3), 1101. <https://doi.org/10.3390/molecules27031101>
- Hernández, E., Madera, T., Quintana, P., Ortiz, E., Ramón, J., y Vargas, M. de L. (2023). Propiedades Físicoquímicas y Bioactivas de Películas Comestibles basadas en alginato y miel melipona. *Biotecnia*, 26(1). <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v26i1.2028>
- Hernández Gómez, E. A., Madera Santana, T., Quintana Owen, P., Ortiz Vázquez, E., Ramón Sierra, J., y Vargas y Vargas, M. de L. (2023). Propiedades físicoquímicas y bioactivas de películas comestibles basadas en alginato y miel melipona. *Biotecnia*, 26(1). <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v26i1.2028>
- Hernández, K. (2016a). *Formulación y Caracterización de Películas Comestibles de Almidón de Papa Nativo y Modificado.*
- Hernández, K. (2016b). *Formulación y Caracterización de Películas Comestibles de Almidón de Papa Nativo y Modificado.*

- IFCO SYSTEMS. (2021, December 7). *Acabemos con el desperdicio y la pérdida de alimentos*. <https://Www.Ifco.Com/Es/Acabemos-Con-El-Desperdicio-y-La-Perdida-de-Alimentos/>.
- INIFAP, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, y Producción para el Bienestar. (2022). *Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos 10. Elaboración de Extractos Vegetales*. <https://www.gob.mx/produccionparaelbienestar>
- Inocente, F., Eccoña, A., y Silva, R. (2021). Minimally processed foods: generalities, processing, consumption and physical, chemical and biological changes. *Agroindustrial Science*, *11*(1), 117–126. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.01.14>
- Irfan, M., Inam-Ur-Raheem, M., Aadil, R. M., Nadeem, R., Shabbir, U., y Javed, A. (2020). Impact of different cut types on the quality of fresh-cut potatoes during storage. *Brazilian Journal of Food Technology*, *23*. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.00519>
- Jiang, H., Zhang, W., Pu, Y., Chen, L., Cao, J., y Jiang, W. (2023). Development and characterization of a novel active and intelligent film based on pectin and betacyanins from peel waste of pitaya (*Hylocereus undatus*). *Food Chemistry*, *404*, 134444. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134444>
- Kurek, M., Repajić, M., Marić, M., Ščetar, M., Trojić, P., Levaj, B., y Galić, K. (2021). The influence of edible coatings and natural antioxidants on fresh-cut potato quality, stability and oil uptake after deep fat frying. *Journal of Food Science and Technology*, *58*(8), 3073–3085. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04811-w>
- León, A. (2018). *Desarrollo de películas comestibles a base de almidón acetilado y gelatina y su aplicación en un fruto modelo*. https://mcta.uas.edu.mx/pdf/repositorio/2015-2017/04_Leon_Leyva_Ana_Patricia.pdf
- León, G. (2016). *Obtención de una base deshidratada a partir de pulpa de taxo (*Passiflora Mollissima*) conservando carotenos y compuestos fenólicos*.

- León, G., León, D., Monroy, M., De la Espriella, S., y Herrera, A. (2020). *Modificación química de almidones Chemical modification of starches through esterification reactions and their potential use in the cosmetic industry*.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.4263410>
- Li, G., Wang, X., Zhu, H., Li, G., Du, J., Song, X., y Erihemu. (2023). Use of different food additives to control browning in fresh-cut potatoes. *Food Science y Nutrition*, 11(12), 7967–7973. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3714>
- Li, S., Ma, Y., Ji, T., Sameen, D. E., Ahmed, S., Qin, W., Dai, J., Li, S., y Liu, Y. (2020). Cassava starch/carboxymethylcellulose edible films embedded with lactic acid bacteria to extend the shelf life of banana. *Carbohydrate Polymers*, 248, 116805. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116805>
- Loizzo, M., Lucci, P., Núñez, O., Tundis, R., Balzano, M., Frega, N., Conte, L., Moret, S., Filatova, D., Moyano, E., y Pacetti, D. (2019). Native Colombian Fruits and Their by-Products: Phenolic Profile, Antioxidant Activity and Hypoglycaemic Potential. *Foods*, 8(3), 89. <https://doi.org/10.3390/foods8030089>
- López, C., Aguirre, C., Ramirez, J., Raya, J., Jimenez, R., y Hernández, A. (2018). *Evaluación del color y propiedades antioxidantes de películas comestibles de gelatina incorporadas con aceite rico en licopeno y β -caroteno*. 3.
<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/8/68.pdf>
- MAG. (2021, June). *Ecuador se proyecta a ser exportador de papa*.
<https://Www.Agricultura.Gob.Ec/Ecuador-Se-Proyecta-a-Ser-Exportador-de-Papa/>.
- Mali, S., Grossmann, M. V. E., García, M. A., Martino, M. N., y Zaritzky, N. E. (2005). Mechanical and thermal properties of yam starch films. *Food Hydrocolloids*, 19(1), 157–164. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2004.05.002>
- Márquez, D. (2021). *Elaboración de películas biodegradables utilizando escamas de pescado, concentrado de proteína de soya y almidón de papa*.
- Marquéz, D. (2021). *Elaboración de películas biodegradables utilizando escamas de pescado, concentrado de proteína de soya y almidón de papa*.

<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/50807/MarquezGomezDiana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Matta, E., y Bertola, N. (2019). *Desarrollo y Caracterización de Películas Comestibles de Pectina Plastificadas con Isomalt*.
- Maza, J., Sánchez, H., Flores, L., y Bonilla, M. (2022). *Obtención de una Biopelícula a Partir de Almidón de Maíz Chulpi (Zea Mays Amylosaccharata) para Embalaje de Alimentos*. 7(2), 1270–1297. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i2.3646>
- Meza, N., Ramírez, H., y Daboín, B. (2018). Evaluation of quality characteristics of promising clones and potato varieties (*Solanum tuberosum* L.). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 35, 152–167.
- Miteluț, A. C., Popa, E. E., Drăghici, M. C., Popescu, P. A., Popa, V. I., Bujor, O. C., Ion, V. A., y Popa, M. E. (2021). Latest developments in edible coatings on minimally processed fruits and vegetables: A review. In *Foods* (Vol. 10, Issue 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/foods10112821>
- Mokrzycki, W., y Tatol, M. (2014). *Color difference Delta E-A survey Colour difference ΔE -A survey*. <https://www.researchgate.net/publication/236023905>
- Montalvo, C., López, A., y Palou, E. (2012). *Películas comestibles de proteína: características, propiedades y aplicaciones*. https://www.academia.edu/13296018/Pel%C3%8Dculas_comestibles
- Moscetti, R., Sturm, B., Crichton, S. O. J., Amjad, W., y Massantini, R. (2018). Postharvest monitoring of organic potato (cv. Anuschka) during hot-air drying using visible–NIR hyperspectral imaging. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(7), 2507–2517. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8737>
- Moura, M., Esteves, A., Ciríaco, M., Silva, J., y Saraiva, C. (2023). Antimicrobial and Antioxidant Edible Films and Coatings in the Shelf-Life Improvement of Chicken Meat. In *Foods* (Vol. 12, Issue 12). MDPI. <https://doi.org/10.3390/foods12122308>
- Nayak, P., Sahoo, S. K., Behera, A., Nanda, P. K., Nayak, P. L., y Guru, B. C. (2011). Synthesis and Characterization of Soy Protein Isolate/MMT Nanocomposite Film

- for the Control Release of the Drug Ofloxacin. *World Journal of Nano Science and Engineering*, 01(02), 27–36. <https://doi.org/10.4236/wjnse.2011.12005>
- Ojeda, M. (2008). “*Comparación de Algunas Propiedades Físicas y Composición Química del Almidón de Piñón (Araucaria araucana (Mol) K. Koch), Papa (Solanum tuberosum L. ssp. tuberosum Hawkes) y Maíz (Zea mays L.)*.” <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fao.39c/doc/fao.39c.pdf>
- Ortega, C., y Fernández, X. (2020). Quitosano: una alternativa sustentable para el empaque de alimentos. *Revista Digital Universitaria*, 21(5). <https://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2020.21.5.4>
- Otero, V. (2019). *Desarrollo y caracterización de recubrimientos comestibles antimicrobianos para la conservación de productos derivados de la pesca*.
- Othman, S. H., Edwal, S. A. M., Risyon, N. P., Basha, R. K., y Talib, R. A. (2017). Water sorption and water permeability properties of edible film made from potato peel waste. *Food Science and Technology (Brazil)*, 37, 63–70. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.30216>
- Pérez, H. (2006). *Nutracéuticos: componente emergente para el beneficio de la salud*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120665003>
- Pérez, R. (2018). *Evaluación de la calidad de la patata mediante tecnología NIRS*.
- Quintero, J., Muñoz, A., y Falguera, V. (2010). *Postharvest uv-c radiation treatment of castilla blackberries diminishes phytopathogenic fungi proliferation*. <https://www.researchgate.net/publication/275969518>
- Rajapaksha, S. W., y Shimizu, N. (2021). Development and characterization of functional starch-based films incorporating free or microencapsulated spent black tea extract. *Molecules*, 26(13). <https://doi.org/10.3390/molecules26133898>
- Ramos, Ó. L., Fernandes, J. C., Silva, S. I., Pintado, M. E., y Malcata, F. X. (2012). Edible Films and Coatings from Whey Proteins: A Review on Formulation, and on Mechanical and Bioactive Properties. In *Critical Reviews in Food Science and*

Nutrition (Vol. 52, Issue 6, pp. 533–552).

<https://doi.org/10.1080/10408398.2010.500528>

Rocha, M., Souza, M., y Prentice, C. (2018). Biodegradable Films: An Alternative Food Packaging. In *Food Packaging and Preservation* (pp. 307–342). Elsevier.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811516-9.00009-9>

Rojas, D., Calixto, M., y Apaza, F. (2021). Utilization of *Passiflora tripartita* fruit residues. In *Scientia Agropecuaria* (Vol. 12, Issue 3, pp. 445–453). Universidad Nacional de Trujillo.

<https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2021.049>

Rubilar, J. F., Candia, D., Cobos, A., Díaz, O., y Pedreschi, F. (2016). Effect of nanoclay and ethyl- $N\alpha$ -dodecanoyl-l-arginate hydrochloride (LAE) on physico-mechanical properties of chitosan films. *LWT*, 72, 206–214.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.057>

Salas, J., Reyna, B., y Otero, V. (2018). *Efectos de la adición de extractos de cáscara y semilla de papaya (Carica papaya) sobre las propiedades tecnológicas de películas comestibles basada en gelatinas de origen bovino.*

Salhuana, J., y Siche, R. (2021). "Determinación del cambio de color y transferencia de masa en fritura de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando visión computacional".

Sampieri, R., y Collado, C. (2003). *Métodos de la Investigación* (Mc Graw-Hill Interamericana, Ed.).

Sánchez, D., Contreras, J., Nevárez, G., y Aguilar, C. (2015). Caracterización de películas comestibles a base de extractos pécticos y aceite esencial de limón Mexicano. *CYTA - Journal of Food*, 13(1), 17–25.

<https://doi.org/10.1080/19476337.2014.904929>

Sánchez, M. A., Aguilar, E., Camacho, I. L., Vega, M. O., Calderón, A., Fitch, P. R., y León, A. P. (2018). *Efecto de recubrimientos comestibles elaborados con almidones extrudidos sobre cambios de calidad y respiración en papaya (Carica papaya L) mínimamente procesada.* (Vol. 3).

- Solano, L., Alamilla, L., y Jiménez, C. (2018a). Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 21, 30. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.153>
- Solano, L., Alamilla, L., y Jiménez, C. (2018b). Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 21, 30. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.153>
- Solis, S. (2016). “*Elaboración y Caracterización de Películas Comestibles Elaboradas con Hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC)*.” <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65172/Elaboraci%F3n+de+pel%EDculas+comestibles+HPMC.pdf;jsessionid=B5F3C2E872545B3CAABD92296DBE413B?sequence=1>
- Sothornvit, R., Reid, D. S., Krochta, J. M., y Krochta, J. M. (2002). Plasticizer Effect on the Glass Transition Temperature of Beta-lactoglobulin Films. *Transactions of the ASAE*, 45(5), 1479–1484.
- Tinello, F., y Lante, A. (2018). Recent advances in controlling polyphenol oxidase activity of fruit and vegetable products. *Innovative Food Science y Emerging Technologies*, 50, 73–83. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.10.008>
- Trejo, V., Aragón, N., y Miranda, P. (2001). Estimación de la permeabilidad al vapor de agua en películas a base de quitosán. In *Revista de la Sociedad Química de México* (Vol. 45, Issue 1).
- UPEC. (2021). *RESOLUCIÓN No. 210-CSUP-2021* . <https://Normativa.Upec.Edu.Ec/Bitstream/123456789/326/1/REGLAMENTO%20DE%20INVESTIGACION%20DE%20DESARROLLO%20E%20INNOVACION%20DE%20LA%20UPEC.Pdf>.
- Valenzuela, C., y Arias, J. (2012). *Potenciales aplicaciones de películas de quitosano en alimentos de origen animal: una revisión*.
- Valle, A. (2022). *La Investigación Descriptiva con Enfoque Cualitativo en Educación* (Primera). <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/182854>

- Varela, P., y Fiszman, S. M. (2013). Exploring consumers' knowledge and perceptions of hydrocolloids used as food additives and ingredients. *Food Hydrocolloids*, 30(1), 477–484. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.07.001>
- Vázquez-Luna, A., Santiago, M., Rivadeneyra-Domínguez, E., y Díaz-Sobac, R. (2019). Películas comestibles a base de almidón nanoestructurado como material de barrera a la humedad. *CienciaUAT*, 13(2), 152. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i2.1105>
- Villarroel, P., Gómez, C., Vera, C., y Torres, J. (2018). Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. *Revista Chilena de Nutrición*, 45(3), 271–278. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182018000400271>
- Viteri, J. (2020). *Utilización de cáscara de plátano (Musa spp.), en el desarrollo de películas biodegradables.*
- Xiao, Q., Bai, X., y He, Y. (2020). Rapid screen of the color and water content of fresh-cut potato tuber slices using hyperspectral imaging coupled with multivariate analysis. *Foods*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/foods9010094>
- Zamudio, G. (2014). *Aplicaciones de las biopelículas comestibles en la industria alimenticia.*

CAPÍTULO VII

ANEXOS

ANEXO A

Políticas para gestión integral de plásticos en el Ecuador

TITULO II DE LA PRODUCCION DE PRODUCTOS PLASTICOS

Art. 4.- Se debe fomentar a nivel nacional la investigación, transferencia de tecnología y desarrollo de bioplásticos y plásticos degradables, así como la conformación de laboratorios certificados para verificar que los materiales (polímeros) y aditivos impulsores de la degradación, no afecten al ambiente, por lo que, las entidades de educación superior, institutos de investigación en ciencia y tecnología, y organismos públicos y privados, pueden invertir en este tipo de estudios y proyectos para producción de bioplásticos y plásticos degradables en el Ecuador.

Art. 5.- Las entidades sujetas al presente Acuerdo, deben promover y efectivizar en sus procesos productivos de fabricación, acondicionamiento y/o tratamiento de plásticos, la reducción de la contaminación ambiental, incluyendo gases contaminantes, material particulado y descargas líquidas, mediante la utilización de sistemas de retención de finos y sistemas de captación de polvo, purificación de gases contaminantes, tratamiento de descargas líquidas, entre otros, en base a lo estipulado en el libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

Art. 6.- Los procesos de producción de plásticos, deben reducir la afectación a recursos naturales por desperdicio de materias primas, energía, y agua, implementando un control en la recuperación de desperdicios, eficiencia energética, reutilizando el agua, eliminación de fugas y una estructuración permanente de programas de reciclaje.

Art. 7.- Se debe promover de manera efectiva la reducción en la fuente, que permita minimizar las cantidades de residuos plásticos a través de diferentes acciones como cambios en el diseño de los productos, mejoramiento de los procesos tecnológicos, o sustitución de materias primas.

Art. 8.- Todo el sector industrial y productivo de materiales plásticos, debe realizar el análisis de ciclo de vida de sus productos, evaluando los aspectos e impactos ambientales potenciales asociados, y estableciendo posteriormente metas para la mejora continua, a través de:

- Un inventario de uso de recursos, energía y de generación de emisiones en cada una de las entradas y salidas relevantes del sistema objeto de estudio.
- La determinación de los impactos ambientales potenciales asociados con aquellas entradas y salidas.
- La interpretación de los resultados del inventario en relación con los objetivos del estudio, para establecer las oportunidades de mejora.

ANEXO B

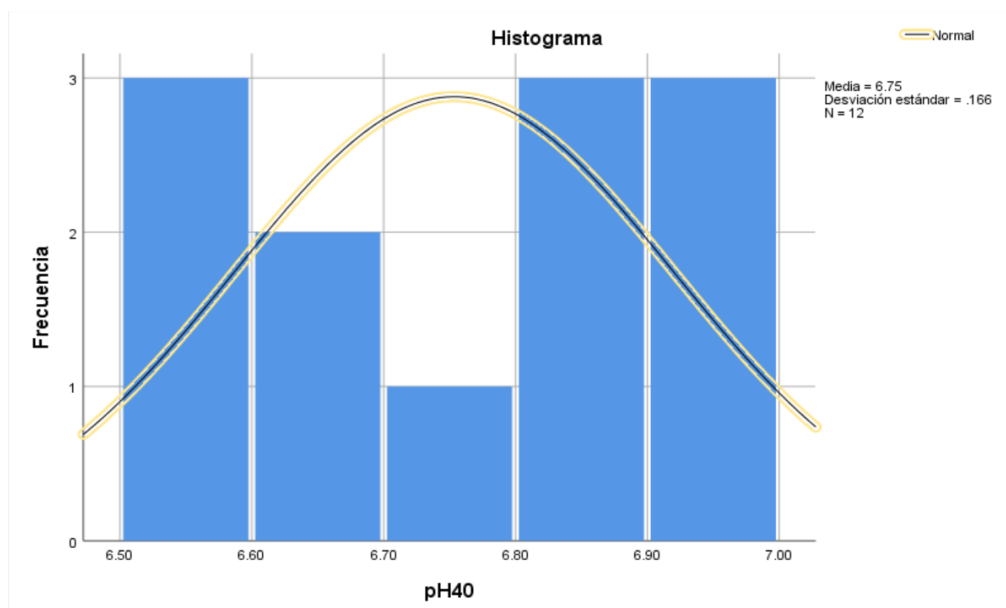
Análisis estadístico para pH 40 °C.

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| pH40 | .156 | 12 | .200 [*] | .910 | 12 | .215 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors



Prueba de homogeneidad de varianzas

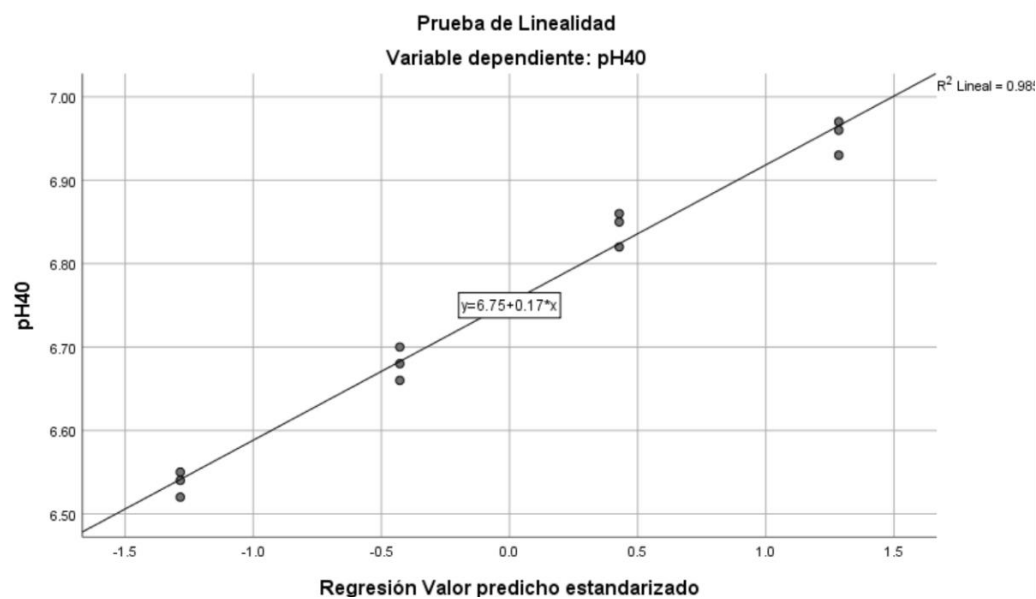
| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|------|---|-----------------------|-----|-------|------|
| pH40 | Se basa en la media | .169 | 3 | 8 | .915 |
| | Se basa en la mediana | .048 | 3 | 8 | .985 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | .048 | 3 | 7.171 | .985 |
| | Se basa en la media recortada | .156 | 3 | 8 | .923 |

Resumen del modelo^b

| Modelo | R | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación | Durbin-Watson |
|--------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|---------------|
| 1 | .992 ^a | .985 | .983 | .02154 | 1.586 |

a. Predictores: (Constante), Tratamientos

b. Variable dependiente: pH40



ANOVA pH (40°C)

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|---------|-------|
| Entre grupos | 0,301 | 3 | 0,100 | 267,793 | 0,000 |
| Dentro de grupos | 0,003 | 8 | 0,000 | | |
| Total | 0,304 | 11 | | | |

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: pH40

HSD Tukey

| (I) Tratamiento | (J) Tratamiento | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|-----------------|-----------------|----------------------------|-------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| T1 | T2 | .11000* | .01581 | .001 | .0594 | .1606 |
| | T3 | .27333* | .01581 | .000 | .2227 | .3240 |
| | T4 | .41667* | .01581 | .000 | .3660 | .4673 |
| T2 | T1 | -.11000* | .01581 | .001 | -.1606 | -.0594 |
| | T3 | .16333* | .01581 | .000 | .1127 | .2140 |
| | T4 | .30667* | .01581 | .000 | .2560 | .3573 |
| T3 | T1 | -.27333* | .01581 | .000 | -.3240 | -.2227 |
| | T2 | -.16333* | .01581 | .000 | -.2140 | -.1127 |
| | T4 | .14333* | .01581 | .000 | .0927 | .1940 |
| T4 | T1 | -.41667* | .01581 | .000 | -.4673 | -.3660 |
| | T2 | -.30667* | .01581 | .000 | -.3573 | -.2560 |
| | T3 | -.14333* | .01581 | .000 | -.1940 | -.0927 |

ANEXO C

Análisis estadístico para el color (coordenada L)

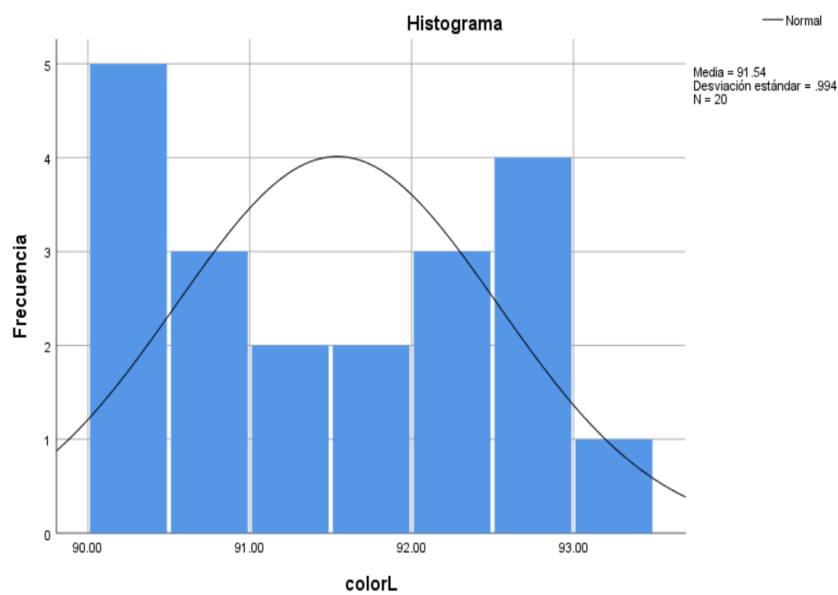
Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| colorL | .146 | 20 | .200* | .898 | 20 | .057 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

colorL



Prueba de homogeneidad de varianzas

| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|--------|---|-----------------------|-----|--------|------|
| colorL | Se basa en la media | .793 | 3 | 16 | .515 |
| | Se basa en la mediana | .345 | 3 | 16 | .793 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | .345 | 3 | 12.421 | .793 |
| | Se basa en la media recortada | .732 | 3 | 16 | .548 |

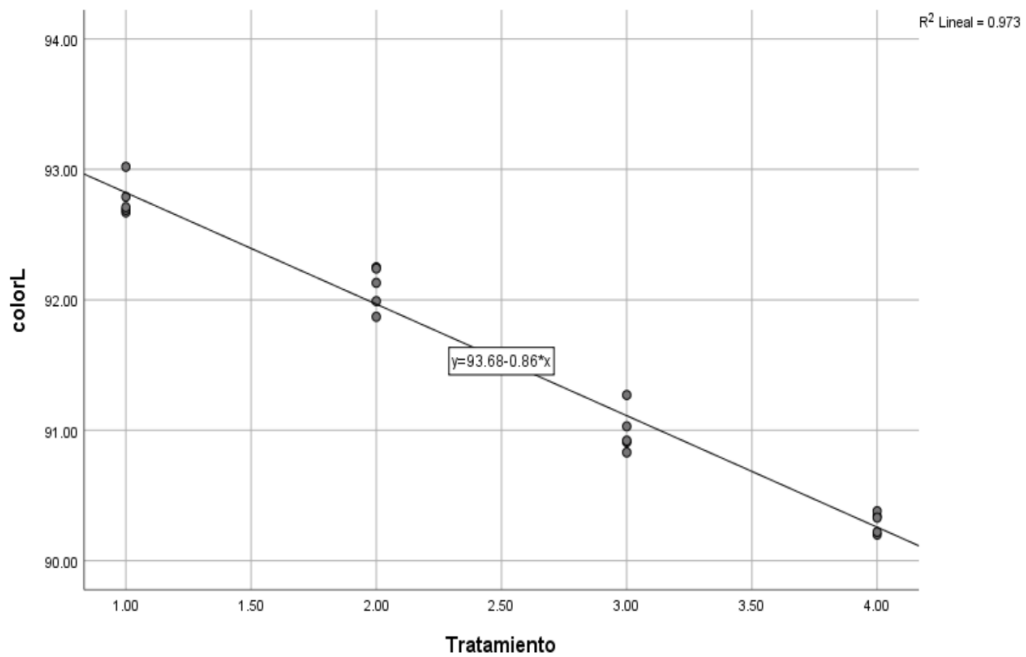
Prueba de Independencia^b

| Modelo | R | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación | Durbin-Watson |
|--------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|---------------|
| 1 | .986 ^a | .973 | .972 | .16754 | 1.560 |

a. Predictores: (Constante), Tratamiento

b. Variable dependiente: colorL

Prueba de Linealidad



ANOVA Color

L

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|---------|------|
| Entre grupos | 18.448 | 3 | 6.149 | 295.787 | .000 |
| Dentro de grupos | .333 | 16 | .021 | | |
| Total | 18.781 | 19 | | | |

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: L

HSD Tukey

| (I) Tratamientos | (J) Tratamientos | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|---------------------|---------------------|-------------------------------|----------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| T1 | T2 | .68000* | .09119 | .000 | .4191 | .9409 |
| | T3 | 1.78400* | .09119 | .000 | 1.5231 | 2.0449 |
| | T4 | 2.48200* | .09119 | .000 | 2.2211 | 2.7429 |
| T2 | T1 | -.68000* | .09119 | .000 | -.9409 | -.4191 |
| | T3 | 1.10400* | .09119 | .000 | .8431 | 1.3649 |
| | T4 | 1.80200* | .09119 | .000 | 1.5411 | 2.0629 |
| T3 | T1 | -1.78400* | .09119 | .000 | -2.0449 | -1.5231 |
| | T2 | -1.10400* | .09119 | .000 | -1.3649 | -.8431 |
| | T4 | .69800* | .09119 | .000 | .4371 | .9589 |
| T4 | T1 | -2.48200* | .09119 | .000 | -2.7429 | -2.2211 |
| | T2 | -1.80200* | .09119 | .000 | -2.0629 | -1.5411 |
| | T3 | -.69800* | .09119 | .000 | -.9589 | -.4371 |

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

L

HSD Tukey^a

| Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = .05 | | | |
|--------------|---|-----------------------------|---------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| T4 | 5 | 90.2940 | | | |
| T3 | 5 | | 90.9920 | | |
| T2 | 5 | | | 92.0960 | |
| T1 | 5 | | | | 92.7760 |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.000.

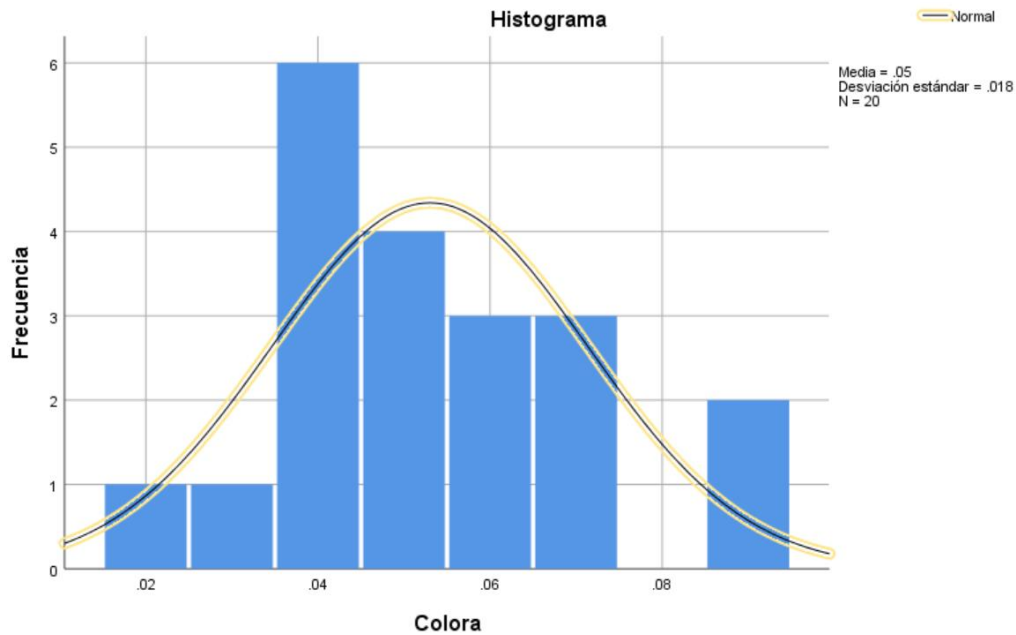
ANEXO D

Análisis estadístico para el color (coordenada a)

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Colora | .165 | 20 | .158 | .937 | 20 | .207 |

a. Corrección de significación de Lilliefors



Prueba de homogeneidad de varianzas

| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|--------|---|-----------------------|-----|--------|------|
| Colora | Se basa en la media | .324 | 3 | 16 | .808 |
| | Se basa en la mediana | .230 | 3 | 16 | .874 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | .230 | 3 | 13.296 | .874 |
| | Se basa en la media recortada | .309 | 3 | 16 | .819 |

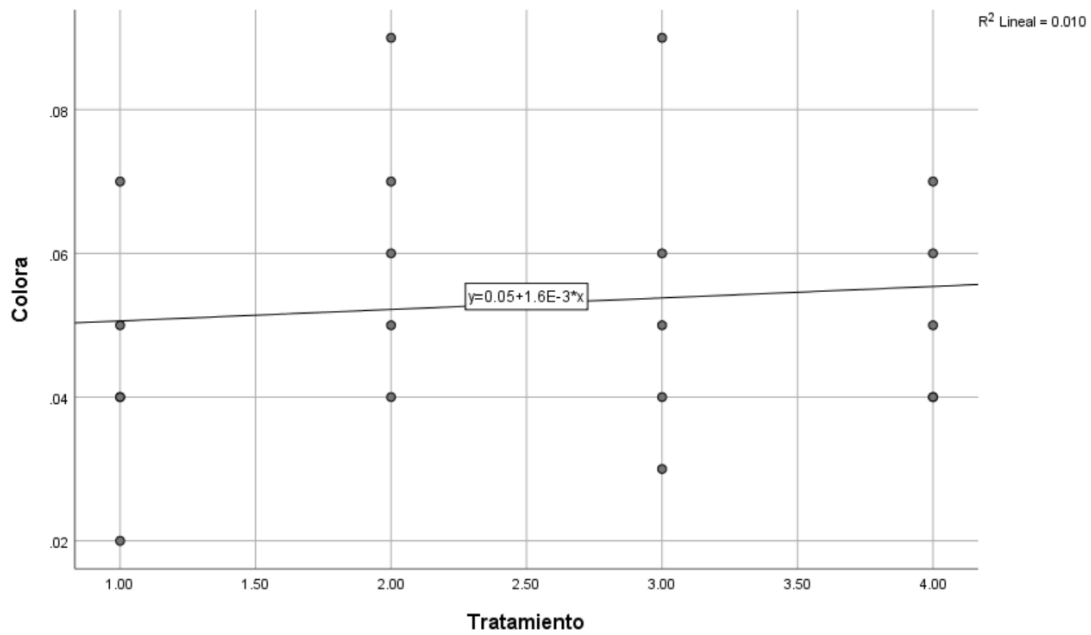
Prueba de Independencia^b

| Modelo | R | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación | Durbin-Watson |
|--------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|---------------|
| 1 | .220 ^a | .048 | -.005 | .01359 | 1.168 |

a. Predictores: (Constante), Tratamiento

b. Variable dependiente: Colora

Prueba de linealidad



Resumen de contrastes de hipótesis

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|--|---|------|-----------------------------|
| 1 | La distribución de Colora es la misma entre categorías de Tratamiento. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | .536 | Conserve la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .050.

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

| | |
|------------------------------------|----------------------|
| N total | 20 |
| Estadístico de prueba | 2.180 ^{a,b} |
| Grado de libertad | 3 |
| Sig. asintótica (prueba bilateral) | .536 |

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

b. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global no muestra diferencias significativas en las muestras.

ANEXO E

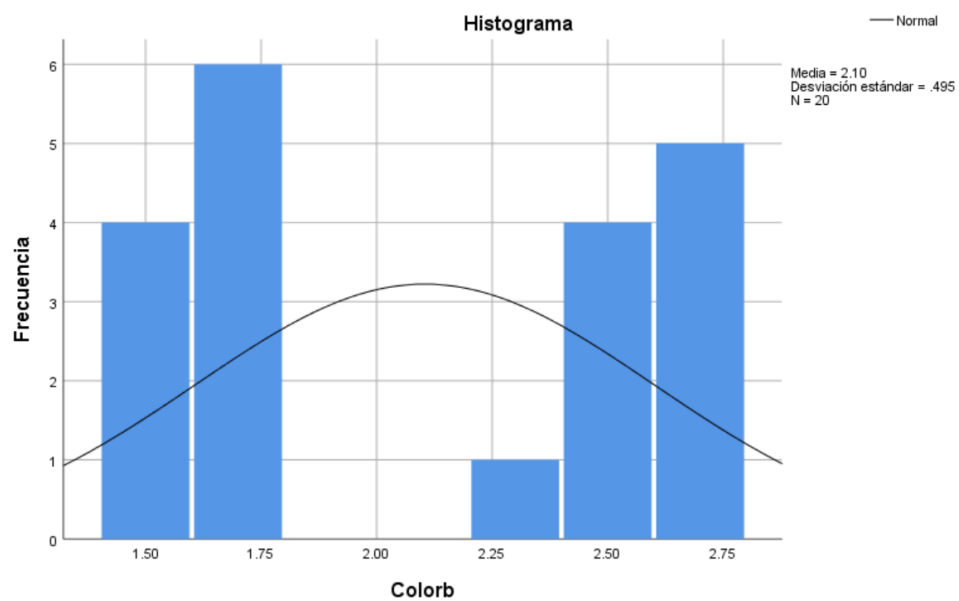
Análisis estadístico para el color (coordenada b).

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Colorb | .244 | 20 | .003 | .820 | 20 | .002 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Colorb



Prueba de homogeneidad de varianzas

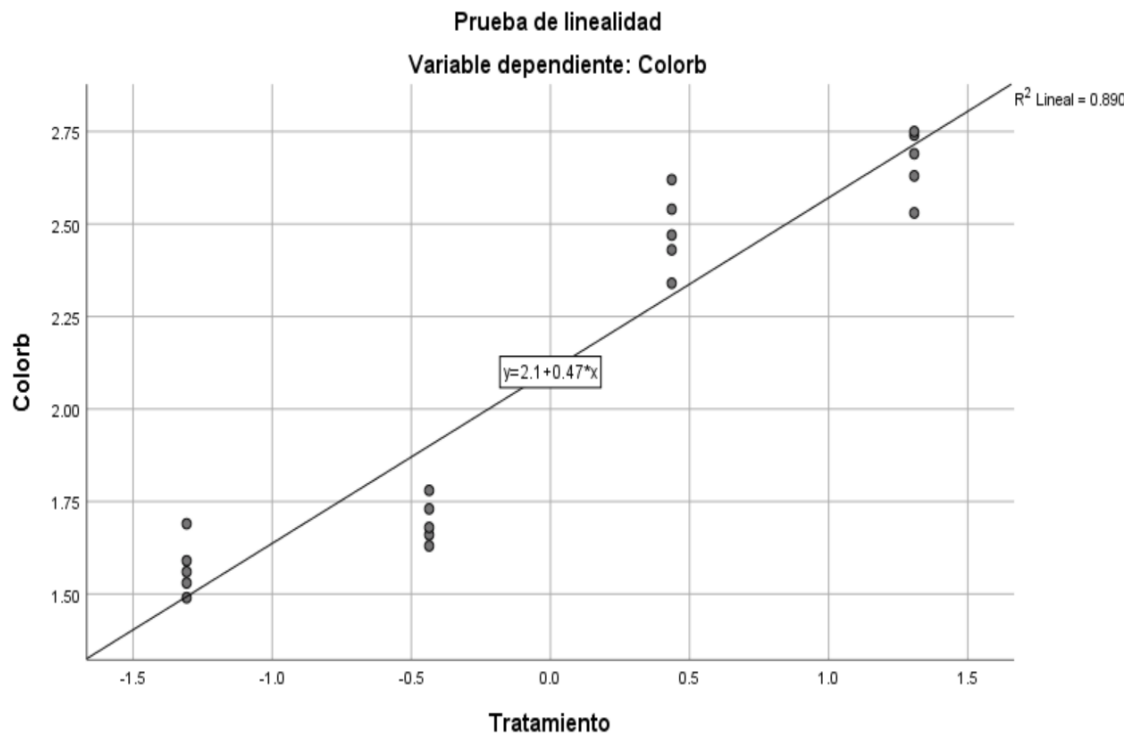
| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|--------|---|-----------------------|-----|--------|------|
| Colorb | Se basa en la media | .547 | 3 | 16 | .658 |
| | Se basa en la mediana | .405 | 3 | 16 | .752 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | .405 | 3 | 14.420 | .752 |
| | Se basa en la media recortada | .536 | 3 | 16 | .664 |

Prueba de Independencia^b

| Modelo | R | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación | Durbin-Watson |
|--------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|---------------|
| 1 | .943 ^a | .890 | .883 | .16911 | 1.060 |

a. Predictores: (Constante), Tratamiento

b. Variable dependiente: Colorb



Resumen de contrastes de hipótesis

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|--|---|------|----------------------------|
| 1 | La distribución de Colorb es la misma entre categorías de Tratamiento. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | .001 | Rechace la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .050.

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

Colorb entre Tratamiento

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

| | |
|------------------------------------|---------------------|
| N total | 20 |
| Estadístico de prueba | 16.577 ^a |
| Grado de libertad | 3 |
| Sig. asintótica (prueba bilateral) | .001 |

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Comparaciones por parejas de Tratamiento

| Sample 1-Sample 2 | Estadístico de prueba | Desv. Error | Desv. Estadístico de prueba | Sig. | Sig. ajustada ^a |
|-------------------|-----------------------|-------------|-----------------------------|------|----------------------------|
| T1-T2 | -3.800 | 3.742 | -1.016 | .310 | 1.000 |
| T1-T3 | -9.800 | 3.742 | -2.619 | .009 | .053 |
| T1-T4 | -14.000 | 3.742 | -3.742 | .000 | .001 |
| T2-T3 | -6.000 | 3.742 | -1.604 | .109 | .653 |
| T2-T4 | -10.200 | 3.742 | -2.726 | .006 | .038 |
| T3-T4 | -4.200 | 3.742 | -1.122 | .262 | 1.000 |

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .05.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

ANEXO F

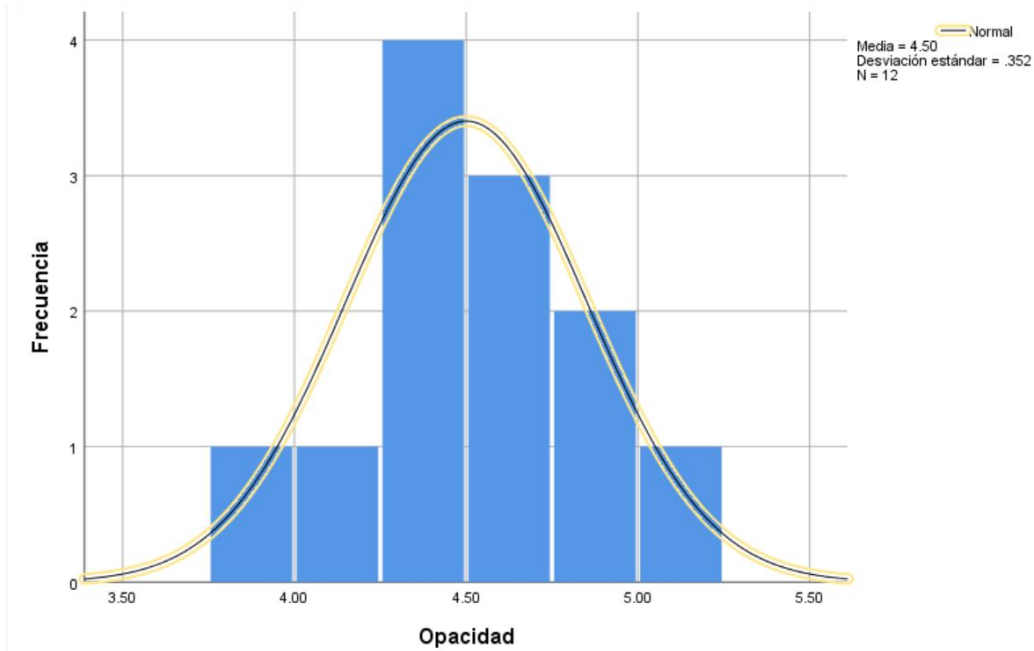
Análisis estadístico para la Opacidad.

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|----------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Opacidad | .158 | 12 | .200 [*] | .972 | 12 | .930 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors



Prueba de homogeneidad de varianzas

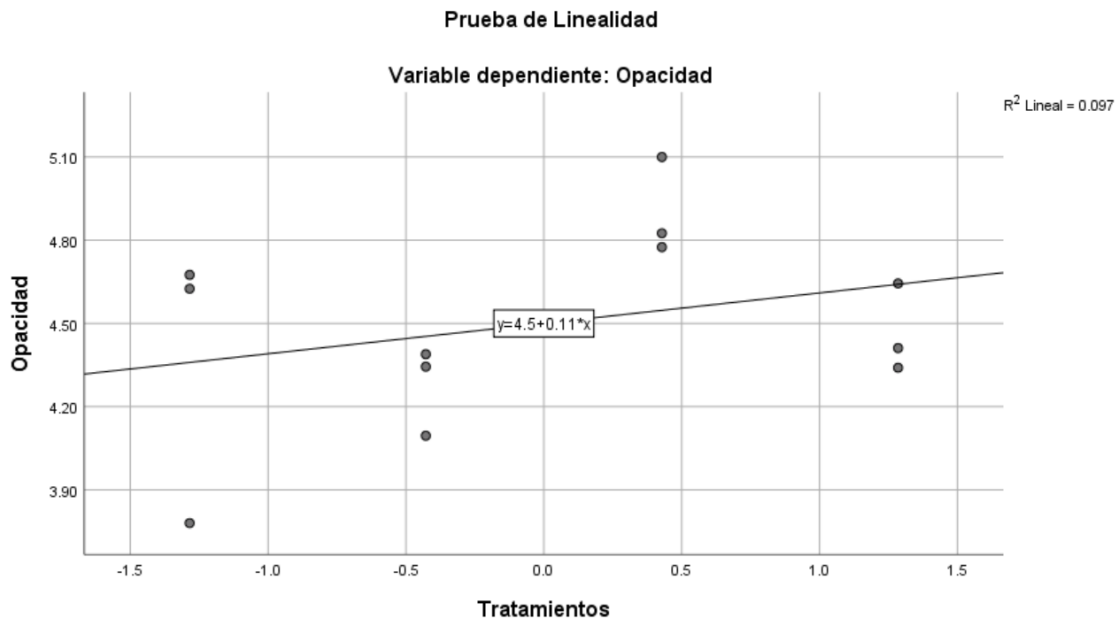
| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|----------|---|-----------------------|-----|-------|------|
| Opacidad | Se basa en la media | 5.197 | 3 | 8 | .028 |
| | Se basa en la mediana | .414 | 3 | 8 | .747 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | .414 | 3 | 3.004 | .756 |
| | Se basa en la media recortada | 4.259 | 3 | 8 | .045 |

Resumen del modelo^b

| Modelo | R | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación | Durbin-Watson |
|--------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|---------------|
| 1 | .312 ^a | .097 | .007 | .35051 | 1.823 |

a. Predictores: (Constante), Tratamientos

b. Variable dependiente: Opacidad



Resumen de contrastes de hipótesis

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|---|---|------|-----------------------------|
| 1 | La distribución de Opacidad es la misma entre categorías de Tratamientos. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | .077 | Conserve la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .050.

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

Opacidad entre Tratamientos

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

| | |
|------------------------------------|----------------------|
| N total | 12 |
| Estadístico de prueba | 6.846 ^{a,b} |
| Grado de libertad | 3 |
| Sig. asintótica (prueba bilateral) | .077 |

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

b. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global no muestra diferencias significativas en las muestras.

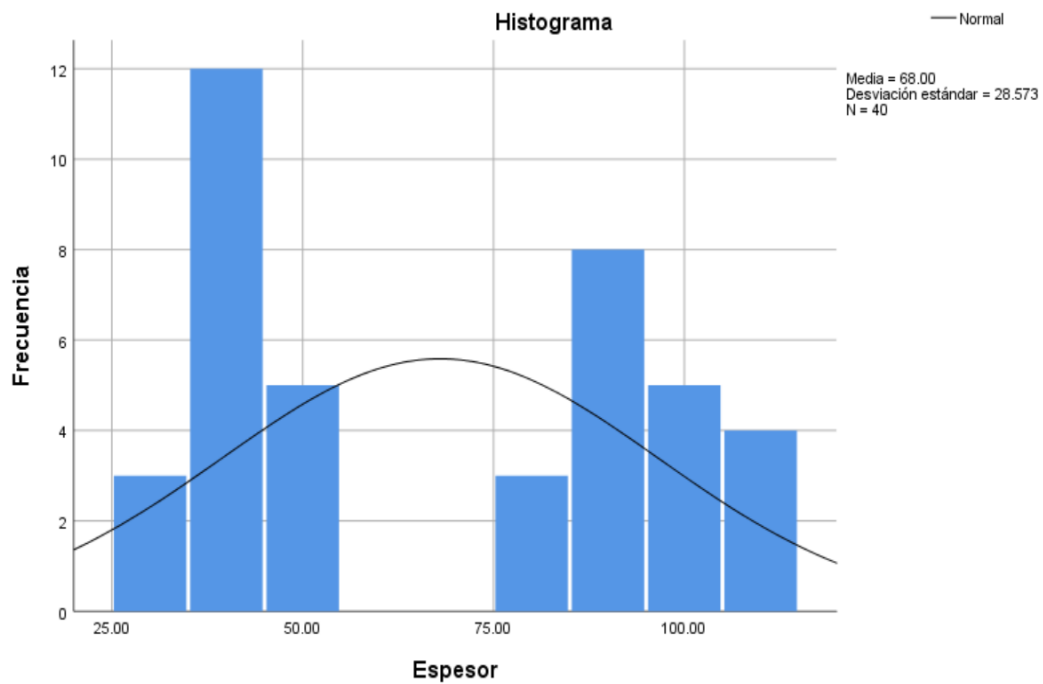
ANEXO G

Análisis estadístico para el espesor.

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Espeor | .236 | 40 | .000 | .841 | 40 | .000 |

a. Corrección de significación de Lilliefors



Prueba de homogeneidad de varianzas

| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|--------|---|-----------------------|-----|--------|------|
| Espeor | Se basa en la media | 4.274 | 3 | 36 | .011 |
| | Se basa en la mediana | 2.462 | 3 | 36 | .078 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 2.462 | 3 | 27.943 | .083 |
| | Se basa en la media recortada | 4.265 | 3 | 36 | .011 |

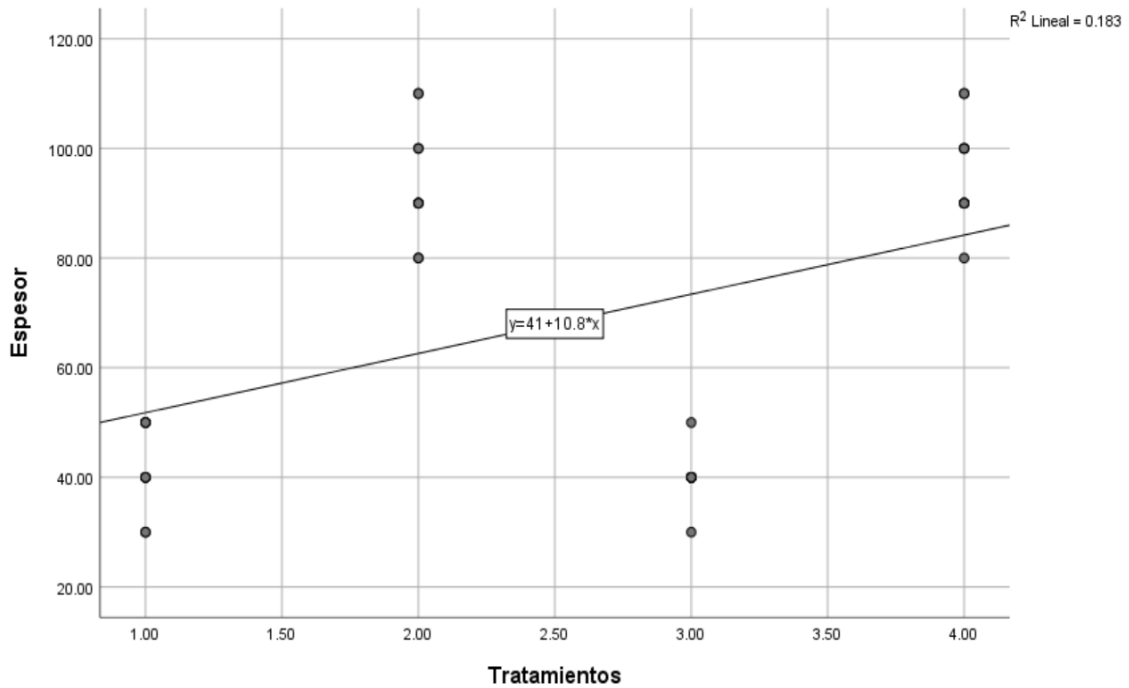
Prueba de Independencia^b

| Modelo | R | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación | Durbin-Watson |
|--------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|---------------|
| 1 | .428 ^a | .183 | .162 | 26.16144 | .384 |

a. Predictores: (Constante), Tratamientos

b. Variable dependiente: Espesor

Prueba de Linealidad



Resumen de contrastes de hipótesis

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|--|---|------|----------------------------|
| 1 | La distribución de Espesor es la misma entre categorías de Tratamientos. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | .000 | Rechace la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .050.

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

Espesor entre Tratamientos

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

| | |
|------------------------------------|---------------------|
| N total | 40 |
| Estadístico de prueba | 30.671 ^a |
| Grado de libertad | 3 |
| Sig. asintótica (prueba bilateral) | .000 |

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Comparaciones por parejas de Tratamientos

| Sample 1-Sample 2 | Estadístico de prueba | Desv. Error | Desv. Estadístico de prueba | Sig. | Sig. ajustada ^a |
|-------------------|-----------------------|-------------|-----------------------------|------|----------------------------|
| T3-T1 | 1.800 | 5.122 | .351 | .725 | 1.000 |
| T3-T2 | 20.300 | 5.122 | 3.963 | .000 | .000 |
| T3-T4 | -21.500 | 5.122 | -4.197 | .000 | .000 |
| T1-T2 | -18.500 | 5.122 | -3.612 | .000 | .002 |
| T1-T4 | -19.700 | 5.122 | -3.846 | .000 | .001 |
| T2-T4 | -1.200 | 5.122 | -.234 | .815 | 1.000 |

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .05.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

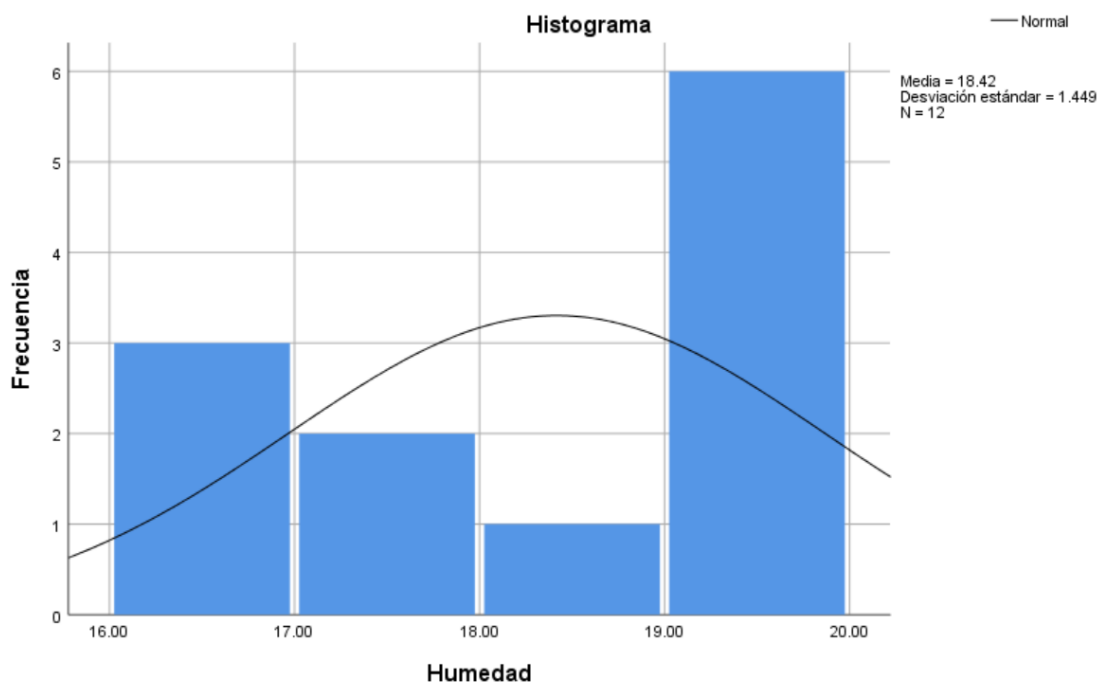
ANEXO H

Análisis estadístico para la Humedad.

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|---------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Humedad | .238 | 12 | .059 | .821 | 12 | .016 |

a. Corrección de significación de Lilliefors



Prueba de homogeneidad de varianzas

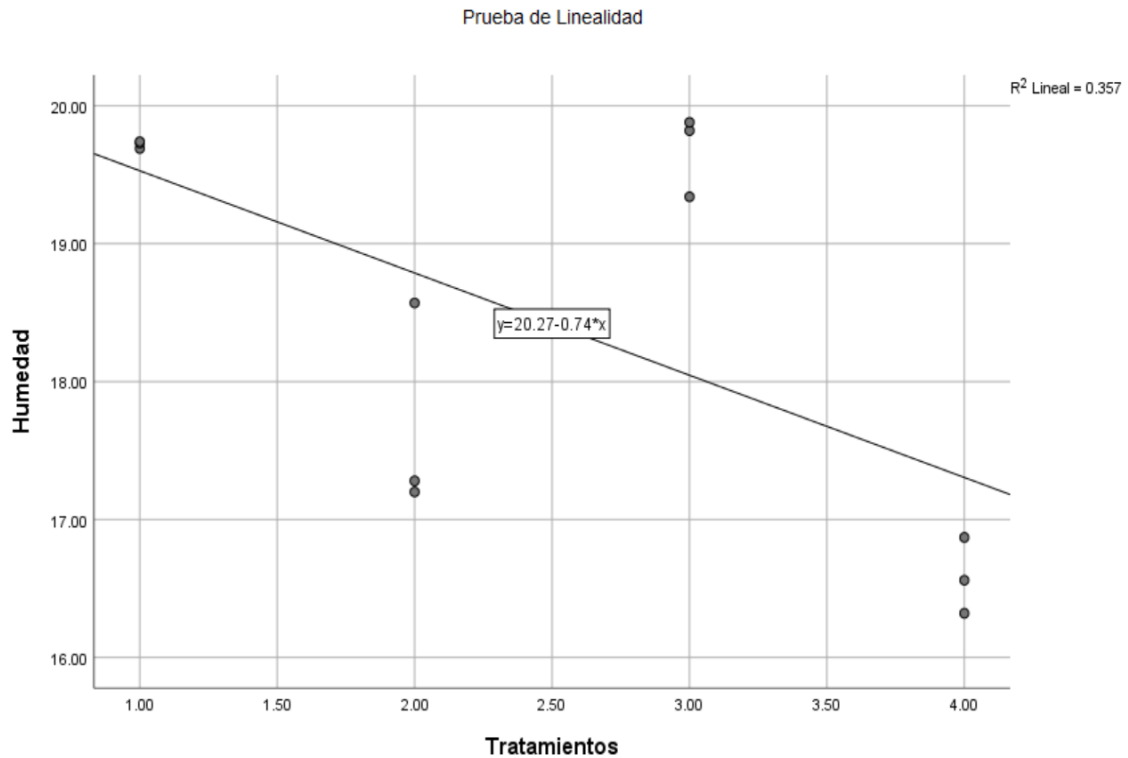
| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|---------|---|-----------------------|-----|-------|------|
| Humedad | Se basa en la media | 6.993 | 3 | 8 | .013 |
| | Se basa en la mediana | .646 | 3 | 8 | .607 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | .646 | 3 | 2.742 | .639 |
| | Se basa en la media recortada | 5.857 | 3 | 8 | .020 |

Prueba de Independencia^b

| Modelo | R | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación | Durbin-Watson |
|--------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|---------------|
| 1 | .597 ^a | .357 | .293 | 1.21853 | 1.046 |

a. Predictores: (Constante), Tratamientos

b. Variable dependiente: Humedad



Resumen de contrastes de hipótesis

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|--|---|------|----------------------------|
| 1 | La distribución de Humedad es la misma entre categorías de Tratamientos. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | .024 | Rechace la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .050.

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

Humedad entre Tratamientos

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

| | |
|------------------------------------|--------------------|
| N total | 12 |
| Estadístico de prueba | 9.462 ^a |
| Grado de libertad | 3 |
| Sig. asintótica (prueba bilateral) | .024 |

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Comparaciones por parejas de Tratamientos

| Sample 1-Sample 2 | Estadístico de prueba | Desv. Error | Desv. Estadístico de prueba | Sig. | Sig. ajustada ^a |
|-------------------|-----------------------|-------------|-----------------------------|------|----------------------------|
| T4-T2 | 3.000 | 2.944 | 1.019 | .308 | 1.000 |
| T4-T1 | 7.000 | 2.944 | 2.378 | .017 | .045 |
| T4-T3 | 8.000 | 2.944 | 2.717 | .007 | .039 |
| T2-T1 | 4.000 | 2.944 | 1.359 | .174 | .006 |
| T2-T3 | -5.000 | 2.944 | -1.698 | .089 | .037 |
| T1-T3 | -1.000 | 2.944 | -.340 | .734 | 1.000 |

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .05.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

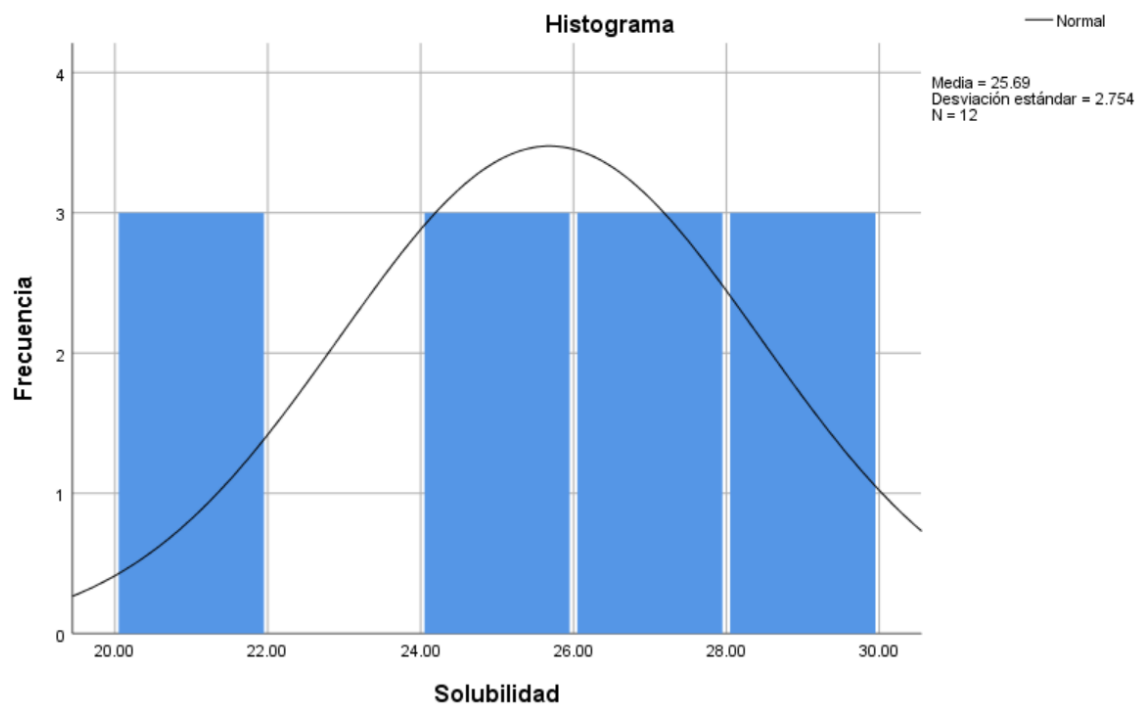
ANEXO I

Análisis estadístico para la Solubilidad.

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Solubilidad | .223 | 12 | .103 | .859 | 12 | .048 |

a. Corrección de significación de Lilliefors



Prueba de homogeneidad de varianzas

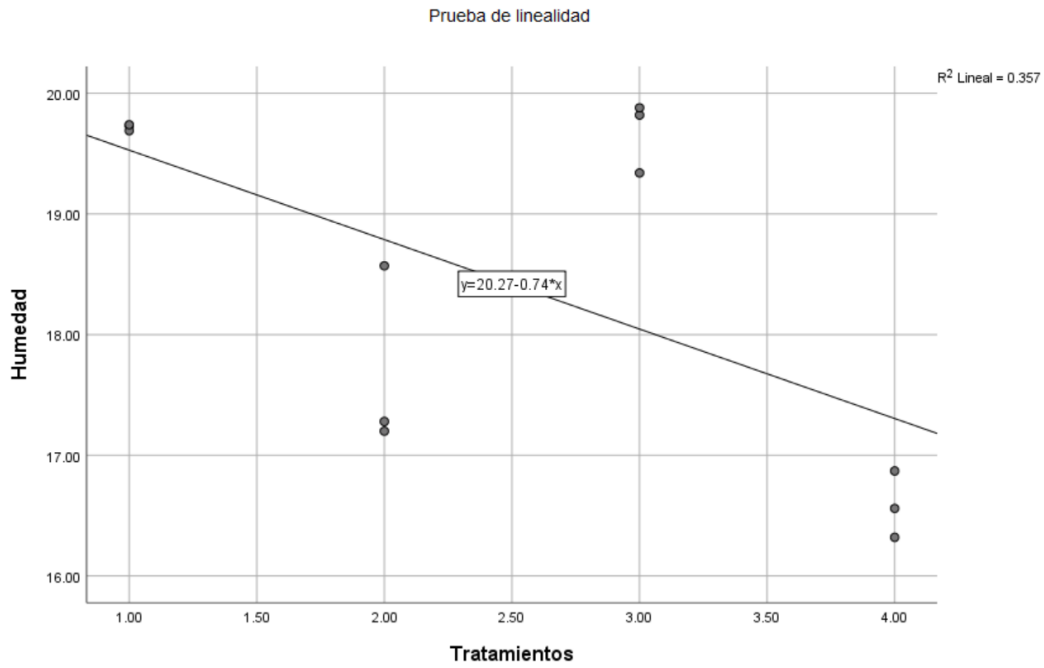
| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-------------|---|-----------------------|-----|-------|------|
| Solubilidad | Se basa en la media | .178 | 3 | 8 | .908 |
| | Se basa en la mediana | .113 | 3 | 8 | .950 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | .113 | 3 | 6.698 | .950 |
| | Se basa en la media recortada | .172 | 3 | 8 | .913 |

Prueba de Independencia^b

| Modelo | R | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación | Durbin-Watson |
|--------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|---------------|
| 1 | .970 ^a | .940 | .934 | .70546 | .808 |

a. Predictores: (Constante), Tratamientos

b. Variable dependiente: Solubilidad



Resumen de contrastes de hipótesis

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|--|---|------|----------------------------|
| 1 | La distribución de Solubilidad es la misma entre categorías de Tratamientos. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | .015 | Rechaza la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .050.

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

Solubilidad entre Tratamientos

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

| | |
|------------------------------------|---------------------|
| N total | 12 |
| Estadístico de prueba | 10.421 ^a |
| Grado de libertad | 3 |
| Sig. asintótica (prueba bilateral) | .015 |

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Comparaciones por parejas de Tratamientos

| Sample 1-Sample 2 | Estadístico de prueba | Desv. Error | Desv. Estadístico de prueba | Sig. | Sig. ajustada ^a |
|-------------------|-----------------------|-------------|-----------------------------|------|----------------------------|
| T1-T2 | -3.000 | 2.939 | -1.021 | .031 | .048 |
| T1-T3 | -6.000 | 2.939 | -2.042 | .041 | .025 |
| T1-T4 | -9.000 | 2.939 | -3.063 | .002 | .013 |
| T2-T3 | -3.000 | 2.939 | -1.021 | .031 | .047 |
| T2-T4 | -6.000 | 2.939 | -2.042 | .041 | .025 |
| T3-T4 | -3.000 | 2.939 | -1.021 | .033 | .043 |

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .05.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

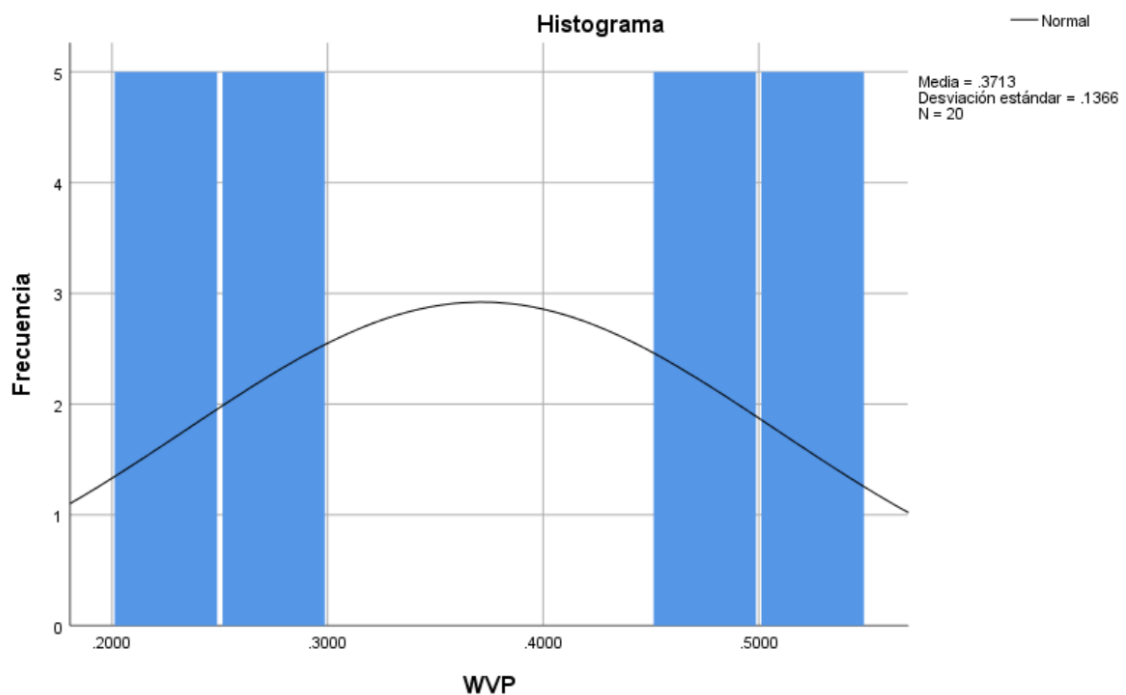
ANEXO J

Análisis estadístico para la WVP.

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-----|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| WVP | .281 | 20 | .000 | .776 | 20 | .000 |

a. Corrección de significación de Lilliefors



Prueba de homogeneidad de varianzas

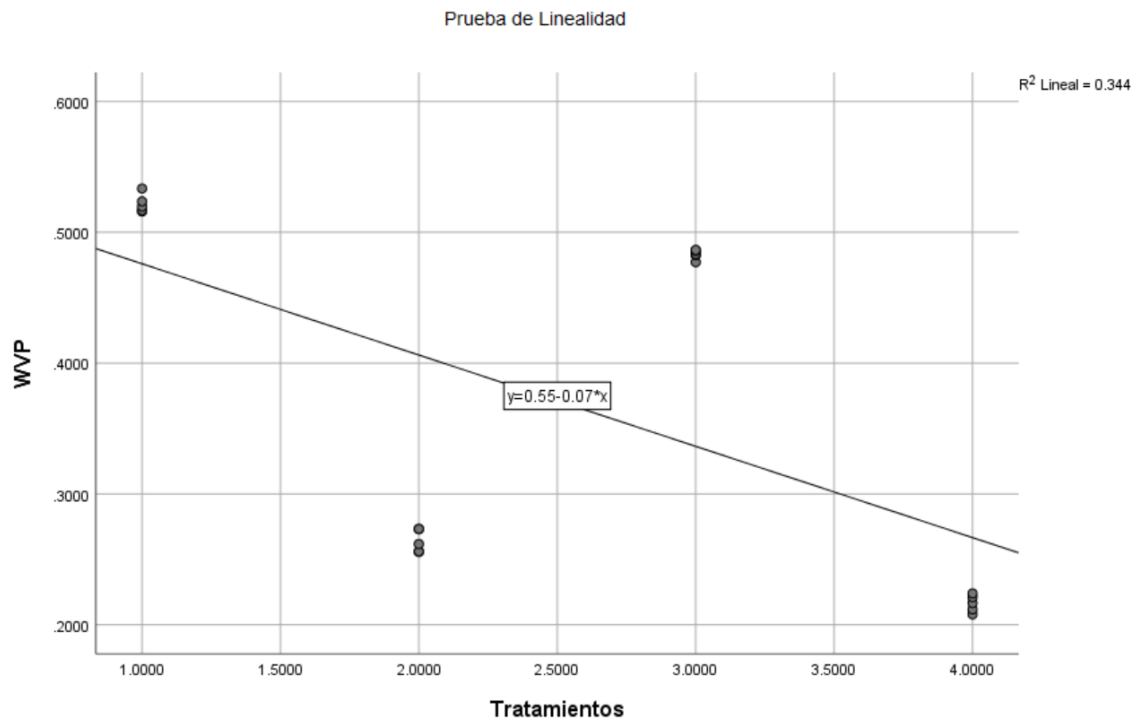
| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-----|---|-----------------------|-----|--------|------|
| WVP | Se basa en la media | 1.978 | 3 | 16 | .158 |
| | Se basa en la mediana | .980 | 3 | 16 | .427 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | .980 | 3 | 12.555 | .433 |
| | Se basa en la media recortada | 1.919 | 3 | 16 | .167 |

Prueba de Independencia^b

| Modelo | R | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación | Durbin-Watson |
|--------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|---------------|
| 1 | .586 ^a | .344 | .307 | .1136777 | .697 |

a. Predictores: (Constante), Tratamientos

b. Variable dependiente: WVP



Resumen de contrastes de hipótesis

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|--|---|------|----------------------------|
| 1 | La distribución de WVP es la misma entre categorías de Tratamientos. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | .000 | Rechace la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .050.

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

WVP entre Tratamientos

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

| | |
|------------------------------------|---------------------|
| N total | 20 |
| Estadístico de prueba | 17.857 ^a |
| Grado de libertad | 3 |
| Sig. asintótica (prueba bilateral) | .000 |

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Comparaciones por parejas de Tratamientos

| Sample 1-Sample 2 | Estadístico de prueba | Desv. Error | Desv. Estadístico de prueba | Sig. | Sig. ajustada ^a |
|-------------------|-----------------------|-------------|-----------------------------|------|----------------------------|
| T4-T2 | 5.000 | 3.742 | 1.336 | .002 | .034 |
| T4-T3 | 10.000 | 3.742 | 2.673 | .008 | .045 |
| T4-T1 | 15.000 | 3.742 | 4.009 | .000 | .000 |
| T2-T3 | -5.000 | 3.742 | -1.336 | .002 | .039 |
| T2-T1 | 10.000 | 3.742 | 2.673 | .008 | .045 |
| T3-T1 | 5.000 | 3.742 | 1.336 | .002 | .032 |

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .05.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

ANEXO K

Análisis estadístico para la Tensión.

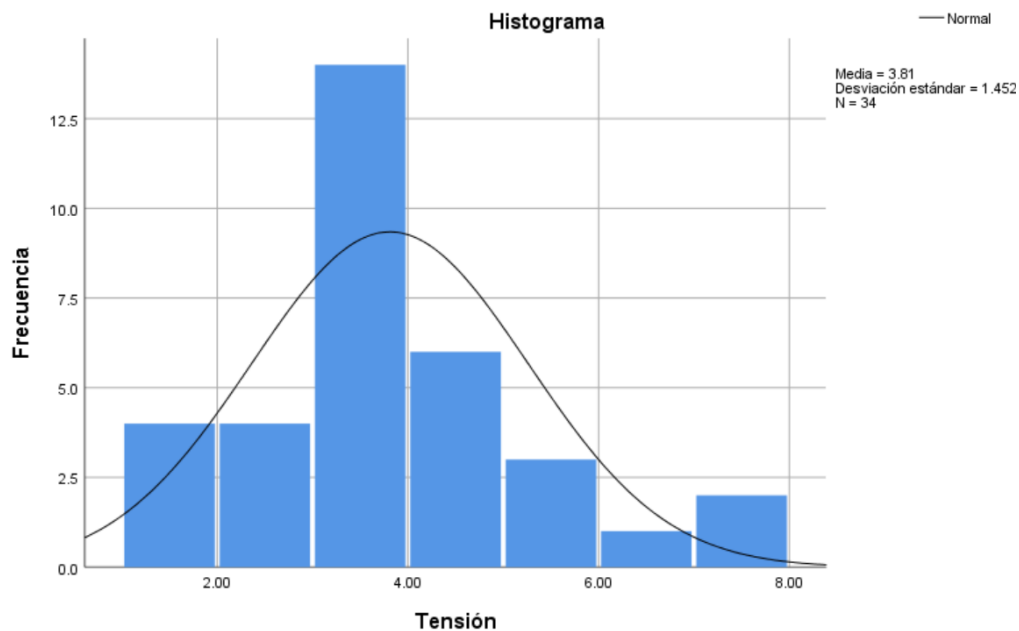
Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|---------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Tensión | .123 | 34 | .200 [*] | .958 | 34 | .207 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tensión



Prueba de homogeneidad de varianzas

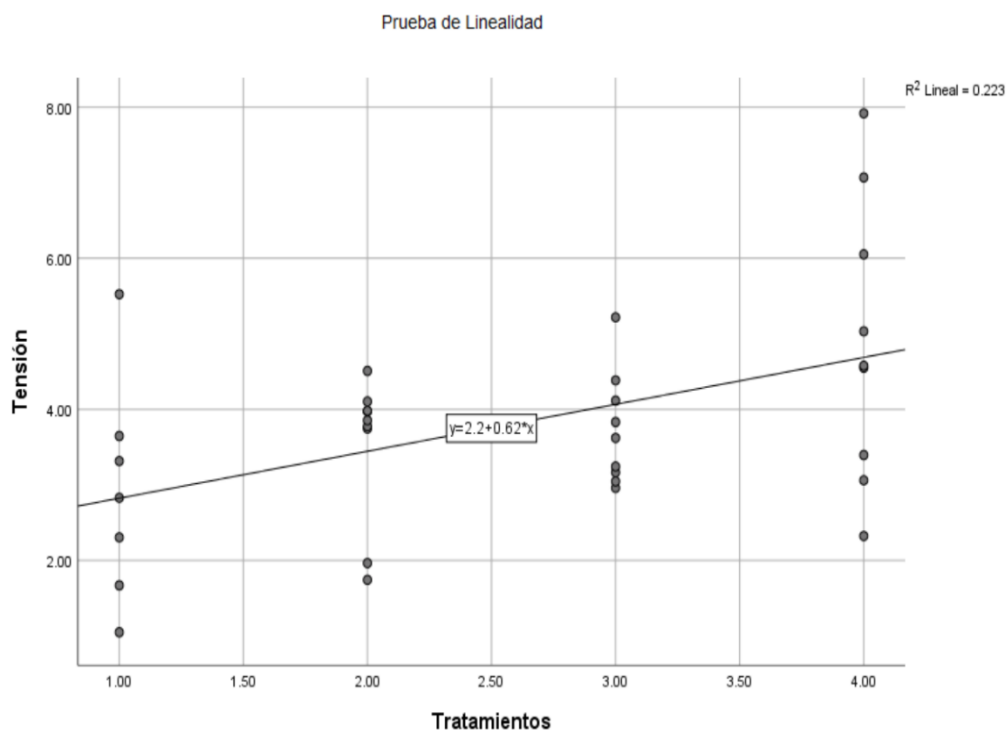
| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|---------|---|-----------------------|-----|--------|------|
| Tensión | Se basa en la media | 2.269 | 3 | 30 | .101 |
| | Se basa en la mediana | 1.962 | 3 | 30 | .141 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 1.962 | 3 | 23.132 | .148 |
| | Se basa en la media recortada | 2.246 | 3 | 30 | .103 |

Prueba de Independencia^b

| Modelo | R | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación | Durbin-Watson |
|--------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|---------------|
| 1 | .473 ^a | .223 | .199 | 1.29914 | 1.408 |

a. Predictores: (Constante), Tratamientos

b. Variable dependiente: Tensión



Resumen de contrastes de hipótesis

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|--|---|------|----------------------------|
| 1 | La distribución de Tensión es la misma entre categorías de Tratamientos. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | .031 | Rechace la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .050.

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

Tensión entre Tratamientos

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

| | |
|------------------------------------|----------------------|
| N total | 34 |
| Estadístico de prueba | 6.738 ^{a,b} |
| Grado de libertad | 3 |
| Sig. asintótica (prueba bilateral) | .031 |

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

b. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global no muestra diferencias significativas en las muestras.

Comparaciones por parejas de Tratamientos

| Sample 1-Sample 2 | Estadístico de prueba | Desv. Error | Desv. Estadístico de prueba | Sig. | Sig. ajustada ^a |
|-------------------|-----------------------|-------------|-----------------------------|------|----------------------------|
| T1-T2 | -4.000 | 1.452 | -1.038 | .011 | .048 |
| T1-T3 | -6.000 | 1.452 | -1.042 | .081 | .047 |
| T1-T4 | -7.000 | 1.452 | -2.068 | .002 | .017 |
| T2-T3 | -5.000 | 1.452 | -3.023 | .313 | 1.000 |
| T2-T4 | -3.000 | 1.452 | -1.072 | .003 | .025 |
| T3-T4 | -7.000 | 1.452 | -1.041 | .006 | .023 |

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .05.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

ANEXO L

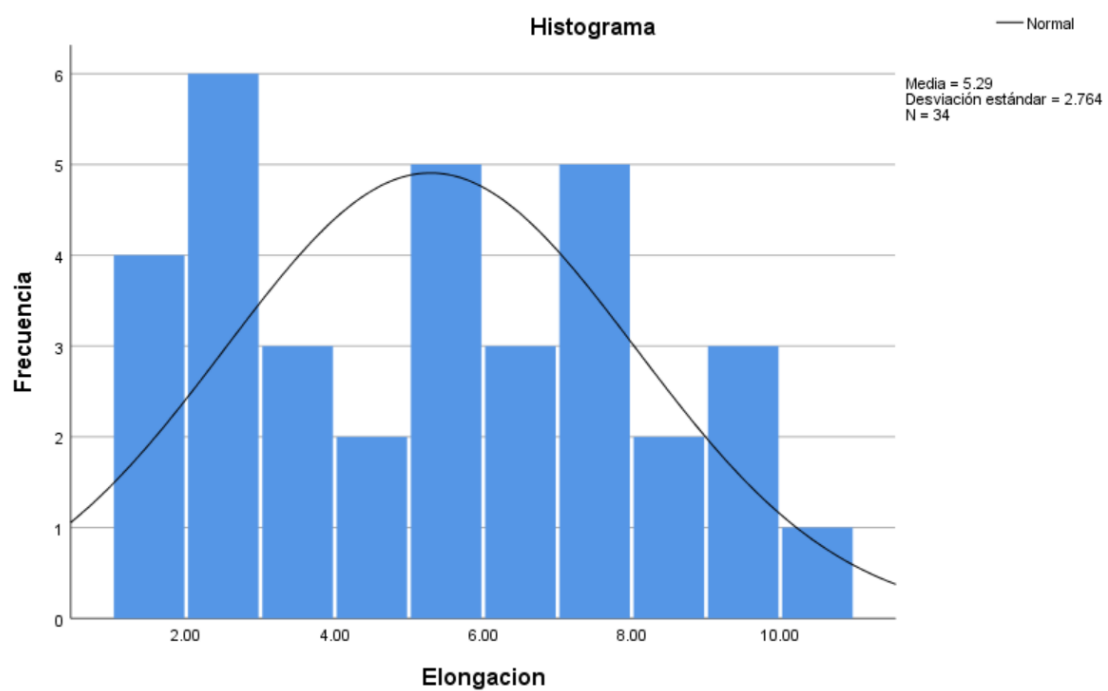
Análisis estadístico para la Elongación.

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Elongacion | .126 | 34 | .193 | .941 | 34 | .064 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Elongacion



Prueba de homogeneidad de varianzas

| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|------------|---|-----------------------|-----|--------|------|
| Elongacion | Se basa en la media | 3.812 | 3 | 30 | .020 |
| | Se basa en la mediana | 1.418 | 3 | 30 | .257 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 1.418 | 3 | 17.349 | .271 |
| | Se basa en la media recortada | 3.697 | 3 | 30 | .022 |

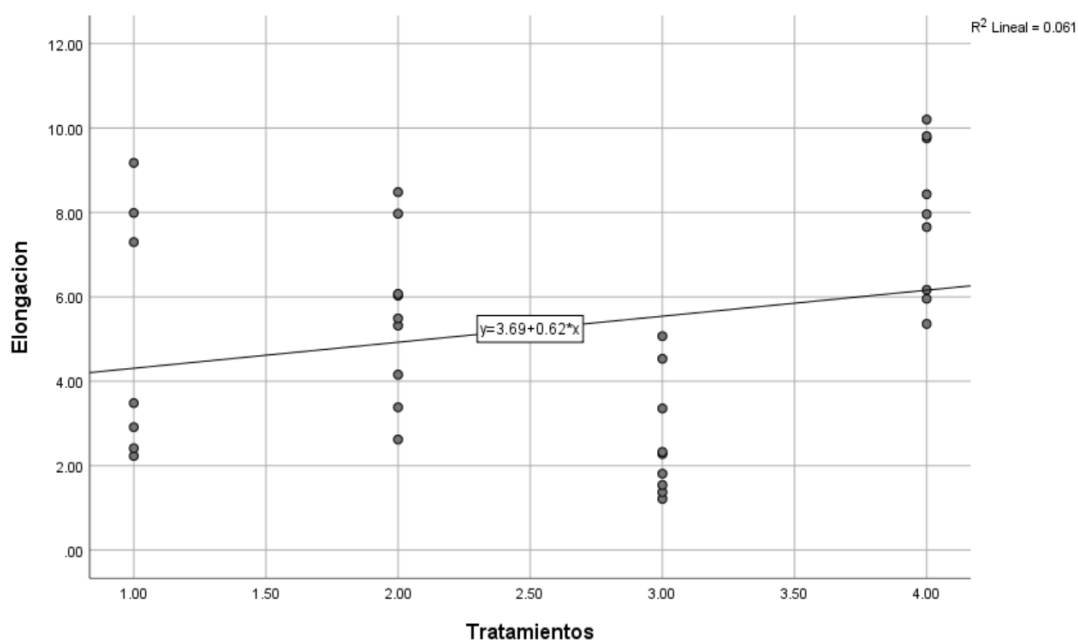
Prueba de Independencia^b

| Modelo | R | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación | Durbin-Watson |
|--------|-------------------|------------|---------------------|---------------------------------|---------------|
| 1 | .246 ^a | .061 | .031 | 2.72054 | .614 |

a. Predictores: (Constante), Tratamientos

b. Variable dependiente: Elongacion

Prueba de Linealidad



Resumen de contrastes de hipótesis

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|---|---|------|----------------------------|
| 1 | La distribución de Elongacion es la misma entre categorías de Tratamientos. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | .001 | Rechace la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de .050.

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes

Elongacion entre Tratamientos

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

| | |
|------------------------------------|---------------------|
| N total | 34 |
| Estadístico de prueba | 17.435 ^a |
| Grado de libertad | 3 |
| Sig. asintótica (prueba bilateral) | .001 |

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Comparaciones por parejas de Tratamientos

| Sample 1-Sample 2 | Estadístico de prueba | Desv. Error | Desv. Estadístico de prueba | Sig. | Sig. ajustada ^a |
|-------------------|-----------------------|-------------|-----------------------------|------|----------------------------|
| T3-T1 | 9.778 | 5.018 | 1.948 | .051 | .308 |
| T3-T2 | 11.778 | 4.694 | 2.509 | .012 | .073 |
| T3-T4 | -19.444 | 4.694 | -4.142 | .000 | .000 |
| T1-T2 | -2.000 | 5.018 | -.399 | .690 | 1.000 |
| T1-T4 | -9.667 | 5.018 | -1.926 | .054 | .324 |
| T2-T4 | -7.667 | 4.694 | -1.633 | .102 | .615 |

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de .05.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

ANEXO M

Anova de medidas repetidas con factor intra-sujeto para color (Luminosidad).

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Día 0 | .182 | 6 | .200 [*] | .920 | 6 | .508 |
| Día 3 | .261 | 6 | .200 [*] | .818 | 6 | .085 |
| Día 6 | .283 | 6 | .145 | .829 | 6 | .105 |
| Día 9 | .297 | 6 | .106 | .760 | 6 | .065 |
| Día 12 | .304 | 6 | .087 | .718 | 6 | .059 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de esfericidad de Mauchly^a

Medida: COLORL

| Efecto intra-sujetos | W de Mauchly | Aprox. Chi-cuadrado | gl | Sig. | Greenhouse-Geisser | Épsilon ^b | |
|----------------------|--------------|---------------------|----|------|--------------------|----------------------|-----------------|
| | | | | | | Huynh-Feldt | Límite inferior |
| DÍAS | .002 | 15.546 | 9 | .140 | .499 | 1.000 | .250 |

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a. Diseño : Intersección + Tratamientos
Diseño intra-sujetos: DÍAS

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación. Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

Pruebas de efectos intra-sujetos

Medida: COLORL

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. | Eta parcial al cuadrado | Parámetro sin centralidad | Potencia observada ^a | |
|---------------------|-------------------------------|---------|------------------|---------|---------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------|
| | | | | | | | | | |
| DÍAS | Esfericidad asumida | 907.321 | 4 | 226.830 | 928.944 | .000 | .996 | 3715.775 | 1.000 |
| | Greenhouse-Geisser | 907.321 | 1.995 | 454.865 | 928.944 | .000 | .996 | 1852.968 | 1.000 |
| | Huynh-Feldt | 907.321 | 4.000 | 226.830 | 928.944 | .000 | .996 | 3715.775 | 1.000 |
| | Límite inferior | 907.321 | 1.000 | 907.321 | 928.944 | .000 | .996 | 928.944 | 1.000 |
| DÍAS * Tratamientos | Esfericidad asumida | 138.080 | 4 | 34.520 | 141.370 | .000 | .972 | 565.481 | 1.000 |
| | Greenhouse-Geisser | 138.080 | 1.995 | 69.223 | 141.370 | .000 | .972 | 281.992 | 1.000 |
| | Huynh-Feldt | 138.080 | 4.000 | 34.520 | 141.370 | .000 | .972 | 565.481 | 1.000 |
| | Límite inferior | 138.080 | 1.000 | 138.080 | 141.370 | .000 | .972 | 141.370 | 1.000 |
| Error(DÍAS) | Esfericidad asumida | 3.907 | 16 | .244 | | | | | |
| | Greenhouse-Geisser | 3.907 | 7.979 | .490 | | | | | |
| | Huynh-Feldt | 3.907 | 16.000 | .244 | | | | | |
| | Límite inferior | 3.907 | 4.000 | .977 | | | | | |

a. Se ha calculado utilizando alpha = .05

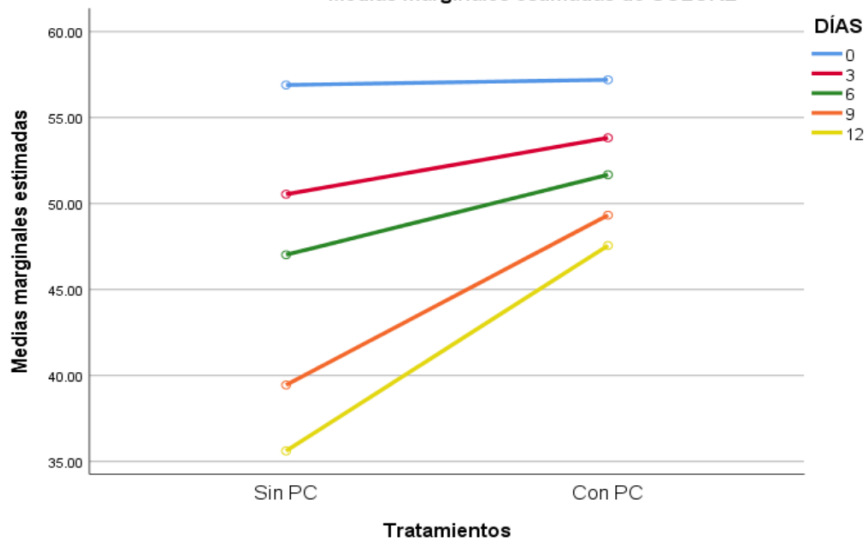
Estadísticos descriptivos

| | Tratamientos | Media | Desv. Desviación | N |
|--------|--------------|---------|---------------------|---|
| Día 0 | Sin PC | 56.8967 | .62740 | 3 |
| | Con PC | 57.1967 | .38188 | 3 |
| | Total | 57.0467 | .49273 | 6 |
| Día 3 | Sin PC | 50.5400 | .29445 | 3 |
| | Con PC | 53.8200 | .51449 | 3 |
| | Total | 52.1800 | 1.83523 | 6 |
| Día 6 | Sin PC | 47.0200 | .38197 | 3 |
| | Con PC | 51.6733 | .62525 | 3 |
| | Total | 49.3467 | 2.59052 | 6 |
| Día 9 | Sin PC | 39.4467 | .49662 | 3 |
| | Con PC | 49.3233 | .56536 | 3 |
| | Total | 44.3850 | 5.43057 | 6 |
| Día 12 | Sin PC | 35.6133 | .41356 | 3 |
| | Con PC | 47.5567 | .30892 | 3 |
| | Total | 41.5850 | 6.54977 | 6 |

Comparaciones por parejas

| | | F | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
|--------|--------------------------------|-------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|-----------|
| | | | | | | | Inferior | Superior |
| Día 0 | Se asumen varianzas iguales | .564 | 4 | .518 | -.30000 | .42405 | -1.47736 | .87736 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.303 | .526 | -.30000 | .42405 | -1.58211 | .98211 |
| Día 3 | Se asumen varianzas iguales | 1.222 | 4 | .001 | -3.28000 | .34225 | -4.23023 | -2.32977 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.183 | .002 | -3.28000 | .34225 | -4.33456 | -2.22544 |
| Día 6 | Se asumen varianzas iguales | .637 | 4 | .000 | -4.65333 | .42302 | -5.82782 | -3.47885 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.310 | .001 | -4.65333 | .42302 | -5.93091 | -3.37576 |
| Día 9 | Se asumen varianzas iguales | .008 | 4 | .000 | -9.87667 | .43446 | -11.08292 | -8.67041 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.935 | .000 | -9.87667 | .43446 | -11.09087 | -8.66246 |
| Día 12 | Se asumen varianzas iguales | .636 | 4 | .000 | -11.94333 | .29803 | -12.77080 | -11.11587 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.702 | .000 | -11.94333 | .29803 | -12.79774 | -11.08893 |

Medias marginales estimadas de COLORL



ANEXO N

Anova de medidas repetidas con factor intra-sujeto para color (a)

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Día 0 | .150 | 6 | .200 [*] | .956 | 6 | .788 |
| Día 3 | .158 | 6 | .200 [*] | .959 | 6 | .814 |
| Día 6 | .286 | 6 | .136 | .774 | 6 | .064 |
| Día 9 | .314 | 6 | .065 | .717 | 6 | .052 |
| Día 12 | .311 | 6 | .072 | .715 | 6 | .059 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de esfericidad de Mauchly^a

Medida: Colora

| Efecto intra-sujetos | W de Mauchly | Aprox. Chi-cuadrado | gl | Sig. | Épsilon ^b | | |
|----------------------|--------------|---------------------|----|------|----------------------|-------------|-----------------|
| | | | | | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Límite inferior |
| Días | .052 | 7.154 | 9 | .708 | .607 | 1.000 | .250 |

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a. Diseño : Intersección + Tratamientos
Diseño intra-sujetos: Días

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación. Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

Pruebas de efectos intra-sujetos

Medida: Colora

| Origen | | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. | Eta parcial al cuadrado | Parámetro sin centralidad | Potencia observada ^a |
|---------------------|---------------------|-------------------------------|--------|------------------|---------|------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Días | Esfericidad asumida | 5.282 | 4 | 1.321 | 377.127 | .000 | .990 | 1508.506 | 1.000 |
| | Greenhouse-Geisser | 5.282 | 2.427 | 2.176 | 377.127 | .000 | .990 | 915.273 | 1.000 |
| | Huynh-Feldt | 5.282 | 4.000 | 1.321 | 377.127 | .000 | .990 | 1508.506 | 1.000 |
| | Límite inferior | 5.282 | 1.000 | 5.282 | 377.127 | .000 | .990 | 377.127 | 1.000 |
| Días * Tratamientos | Esfericidad asumida | 2.602 | 4 | .650 | 185.738 | .000 | .979 | 742.951 | 1.000 |
| | Greenhouse-Geisser | 2.602 | 2.427 | 1.072 | 185.738 | .000 | .979 | 450.779 | 1.000 |
| | Huynh-Feldt | 2.602 | 4.000 | .650 | 185.738 | .000 | .979 | 742.951 | 1.000 |
| | Límite inferior | 2.602 | 1.000 | 2.602 | 185.738 | .000 | .979 | 185.738 | 1.000 |
| Error(Días) | Esfericidad asumida | .056 | 16 | .004 | | | | | |
| | Greenhouse-Geisser | .056 | 9.708 | .006 | | | | | |
| | Huynh-Feldt | .056 | 16.000 | .004 | | | | | |
| | Límite inferior | .056 | 4.000 | .014 | | | | | |

a. Se ha calculado utilizando alpha = .05

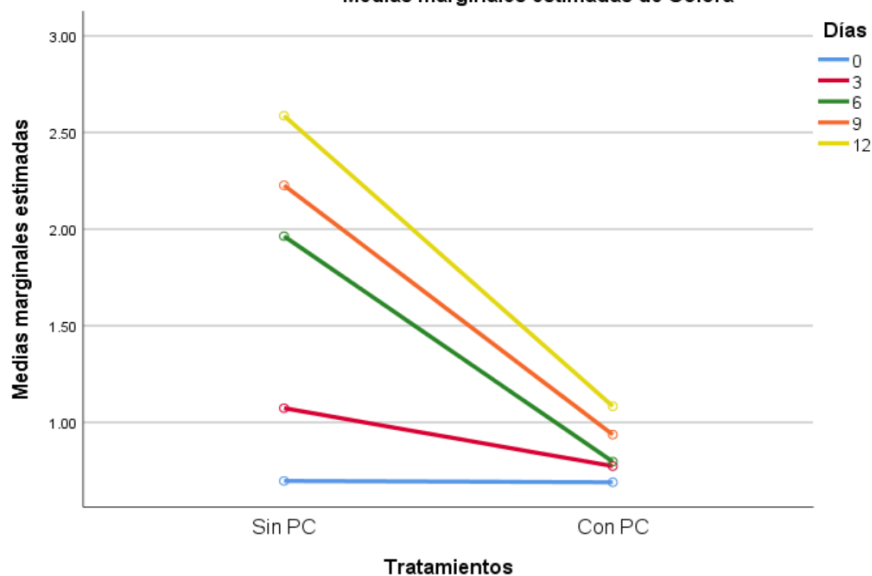
Estadísticos descriptivos

| | Tratamientos | Media | Desv. Desviación | N |
|--------|--------------|--------|------------------|---|
| Día 0 | Sin PC | .6967 | .06658 | 3 |
| | Con PC | .6900 | .03606 | 3 |
| | Total | .6933 | .04803 | 6 |
| Día 3 | Sin PC | 1.0733 | .12220 | 3 |
| | Con PC | .7733 | .08505 | 3 |
| | Total | .9233 | .18938 | 6 |
| Día 6 | Sin PC | 1.9633 | .08622 | 3 |
| | Con PC | .7967 | .07024 | 3 |
| | Total | 1.3800 | .64287 | 6 |
| Día 9 | Sin PC | 2.2267 | .04509 | 3 |
| | Con PC | .9367 | .01528 | 3 |
| | Total | 1.5817 | .70720 | 6 |
| Día 12 | Sin PC | 2.5867 | .03055 | 3 |
| | Con PC | 1.0833 | .03512 | 3 |
| | Total | 1.8350 | .82394 | 6 |

Comparaciones por parejas

| | | F | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
|--------|--------------------------------|-------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
| | | | | | | | Inferior | Superior |
| Día 0 | Se asumen varianzas iguales | 1.370 | 4 | .886 | .00667 | .04372 | -.11471 | .12804 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.080 | .888 | .00667 | .04372 | -.13043 | .14377 |
| Día 3 | Se asumen varianzas iguales | .547 | 4 | .025 | .30000 | .08596 | .06134 | .53866 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.569 | .030 | .30000 | .08596 | .04954 | .55046 |
| Día 6 | Se asumen varianzas iguales | .179 | 4 | .000 | 1.16667 | .06420 | .98841 | 1.34493 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.843 | .000 | 1.16667 | .06420 | .98550 | 1.34784 |
| Día 9 | Se asumen varianzas iguales | 1.906 | 4 | .000 | 1.29000 | .02749 | 1.21368 | 1.36632 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 2.453 | .000 | 1.29000 | .02749 | 1.19038 | 1.38962 |
| Día 12 | Se asumen varianzas iguales | .028 | 4 | .000 | 1.50333 | .02687 | 1.42872 | 1.57795 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.925 | .000 | 1.50333 | .02687 | 1.42815 | 1.57852 |

Medias marginales estimadas de Colora



ANEXO O

Anova de medidas repetidas con factor intra-sujeto para color (b).

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Día 0 | .200 | 6 | .200 [*] | .905 | 6 | .407 |
| Día 3 | .270 | 6 | .194 | .829 | 6 | .106 |
| Día 6 | .270 | 6 | .197 | .865 | 6 | .209 |
| Día 9 | .302 | 6 | .092 | .772 | 6 | .062 |
| Día 12 | .315 | 6 | .064 | .705 | 6 | .057 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de esfericidad de Mauchly^a

Medida: Colorb

| Efecto intra-sujetos | W de Mauchly | Aprox. Chi-cuadrado | gl | Sig. | Épsilon ^b | | |
|----------------------|--------------|---------------------|----|------|----------------------|-------------|-----------------|
| | | | | | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Límite inferior |
| Días | .004 | 13.268 | 9 | .239 | .648 | 1.000 | .250 |

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a. Diseño : Intersección + Tratamientos
Diseño intra-sujetos: Días

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación. Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

Pruebas de efectos intra-sujetos

Medida: Colorb

| Origen | | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. | Eta parcial al cuadrado | Parámetro sin centralidad | Potencia observada ^a |
|---------------------|---------------------|-------------------------------|--------|------------------|--------|------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| | | | | | | | | | |
| Días | Esfericidad asumida | 26.105 | 4 | 6.526 | 91.517 | .000 | .958 | 366.068 | 1.000 |
| | Greenhouse-Geisser | 26.105 | 2.592 | 10.073 | 91.517 | .000 | .958 | 237.184 | 1.000 |
| | Huynh-Feldt | 26.105 | 4.000 | 6.526 | 91.517 | .000 | .958 | 366.068 | 1.000 |
| | Límite inferior | 26.105 | 1.000 | 26.105 | 91.517 | .001 | .958 | 91.517 | 1.000 |
| Días * Tratamientos | Esfericidad asumida | 13.205 | 4 | 3.301 | 46.294 | .000 | .920 | 185.176 | 1.000 |
| | Greenhouse-Geisser | 13.205 | 2.592 | 5.095 | 46.294 | .000 | .920 | 119.980 | 1.000 |
| | Huynh-Feldt | 13.205 | 4.000 | 3.301 | 46.294 | .000 | .920 | 185.176 | 1.000 |
| | Límite inferior | 13.205 | 1.000 | 13.205 | 46.294 | .002 | .920 | 46.294 | .998 |
| Error(Días) | Esfericidad asumida | 1.141 | 16 | .071 | | | | | |
| | Greenhouse-Geisser | 1.141 | 10.367 | .110 | | | | | |
| | Huynh-Feldt | 1.141 | 16.000 | .071 | | | | | |
| | Límite inferior | 1.141 | 4.000 | .285 | | | | | |

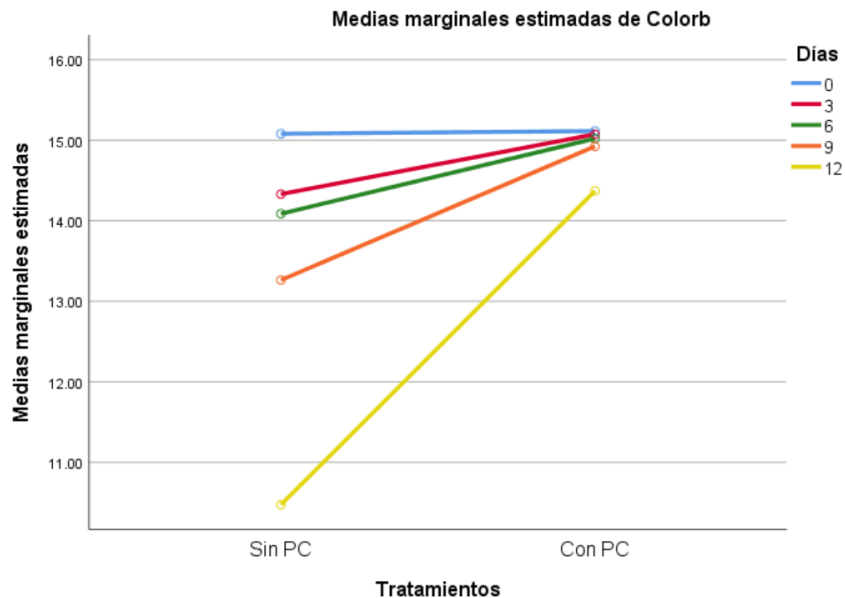
a. Se ha calculado utilizando alpha = .05

Estadísticos descriptivos

| | Tratamientos | Media | Desv. Desviación | N |
|--------|--------------|---------|------------------|---|
| Día 0 | Sin PC | 15.0800 | .37510 | 3 |
| | Con PC | 15.1133 | .31134 | 3 |
| | Total | 15.0967 | .30885 | 6 |
| Día 3 | Sin PC | 14.3300 | .05568 | 3 |
| | Con PC | 15.0733 | .45633 | 3 |
| | Total | 14.7017 | .50030 | 6 |
| Día 6 | Sin PC | 14.0867 | .42477 | 3 |
| | Con PC | 15.0200 | .03606 | 3 |
| | Total | 14.5533 | .57795 | 6 |
| Día 9 | Sin PC | 13.2633 | .13204 | 3 |
| | Con PC | 14.9233 | .07572 | 3 |
| | Total | 14.0933 | .91430 | 6 |
| Día 12 | Sin PC | 10.4733 | .03215 | 3 |
| | Con PC | 14.3700 | .09000 | 3 |
| | Total | 12.4217 | 2.13515 | 6 |

Comparaciones por parejas

| | | F | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
|--------|--------------------------------|-------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
| | | | | | | | Inferior | Superior |
| Día 0 | Se asumen varianzas iguales | .054 | 4 | .911 | -.03333 | .28144 | -.81475 | .74808 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.869 | .912 | -.03333 | .28144 | -.82531 | .75865 |
| Día 3 | Se asumen varianzas iguales | 6.545 | 4 | .049 | -.74333 | .26541 | -1.48024 | -.00643 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 2.060 | .104 | -.74333 | .26541 | -1.85426 | .36759 |
| Día 6 | Se asumen varianzas iguales | 5.560 | 4 | .019 | -.93333 | .24613 | -1.61669 | -.24998 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 2.029 | .062 | -.93333 | .24613 | -1.97804 | .11137 |
| Día 9 | Se asumen varianzas iguales | .959 | 4 | .000 | -1.66000 | .08788 | -1.90398 | -1.41602 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.187 | .000 | -1.66000 | .08788 | -1.93060 | -1.38940 |
| Día 12 | Se asumen varianzas iguales | 1.337 | 4 | .000 | -3.89667 | .05518 | -4.04986 | -3.74347 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 2.502 | .000 | -3.89667 | .05518 | -4.09378 | -3.69955 |



ANEXO P

Anova de medidas repetidas con factor intra-sujeto para pH.

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Día0 | .319 | 6 | .056 | .683 | 6 | .054 |
| Día3 | .299 | 6 | .101 | .764 | 6 | .068 |
| Día6 | .312 | 6 | .070 | .763 | 6 | .056 |
| Día9 | .314 | 6 | .065 | .706 | 6 | .065 |
| Día12 | .314 | 6 | .065 | .706 | 6 | .065 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de esfericidad de Mauchly^a

Medida: pH

| Efecto intra-sujetos | W de Mauchly | Aprox. Chi-cuadrado | gl | Sig. | Greenhouse-Geisser | Épsilon ^b | |
|----------------------|--------------|---------------------|----|------|--------------------|----------------------|-----------------|
| | | | | | | Huynh-Feldt | Límite inferior |
| Días | .070 | 6.426 | 9 | .771 | .620 | 1.000 | .250 |

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a. Diseño : Intersección + Tratamientos
Diseño intra-sujetos: Días

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación. Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

Pruebas de efectos intra-sujetos

Medida: pH

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. | Eta parcial al cuadrado | Parámetro sin centralidad | Potencia observada ^a | |
|---------------------|-------------------------------|------|------------------|----------|----------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------|
| | | | | | | | | | |
| Días | Esfericidad asumida | .772 | 4 | .193 | 5937.077 | .000 | .999 | 23748.308 | 1.000 |
| | Greenhouse-Geisser | .772 | 2.479 | .311 | 5937.077 | .000 | .999 | 14719.306 | 1.000 |
| | Huynh-Feldt | .772 | 4.000 | .193 | 5937.077 | .000 | .999 | 23748.308 | 1.000 |
| | Límite inferior | .772 | 1.000 | .772 | 5937.077 | .000 | .999 | 5937.077 | 1.000 |
| Días * Tratamientos | Esfericidad asumida | .344 | 4 | .086 | 2642.308 | .000 | .998 | 10569.231 | 1.000 |
| | Greenhouse-Geisser | .344 | 2.479 | .139 | 2642.308 | .000 | .998 | 6550.856 | 1.000 |
| | Huynh-Feldt | .344 | 4.000 | .086 | 2642.308 | .000 | .998 | 10569.231 | 1.000 |
| | Límite inferior | .344 | 1.000 | .344 | 2642.308 | .000 | .998 | 2642.308 | 1.000 |
| Error(Días) | Esfericidad asumida | .001 | 16 | 3.250E-5 | | | | | |
| | Greenhouse-Geisser | .001 | 9.917 | 5.244E-5 | | | | | |
| | Huynh-Feldt | .001 | 16.000 | 3.250E-5 | | | | | |
| | Límite inferior | .001 | 4.000 | .000 | | | | | |

a. Se ha calculado utilizando alpha = .05

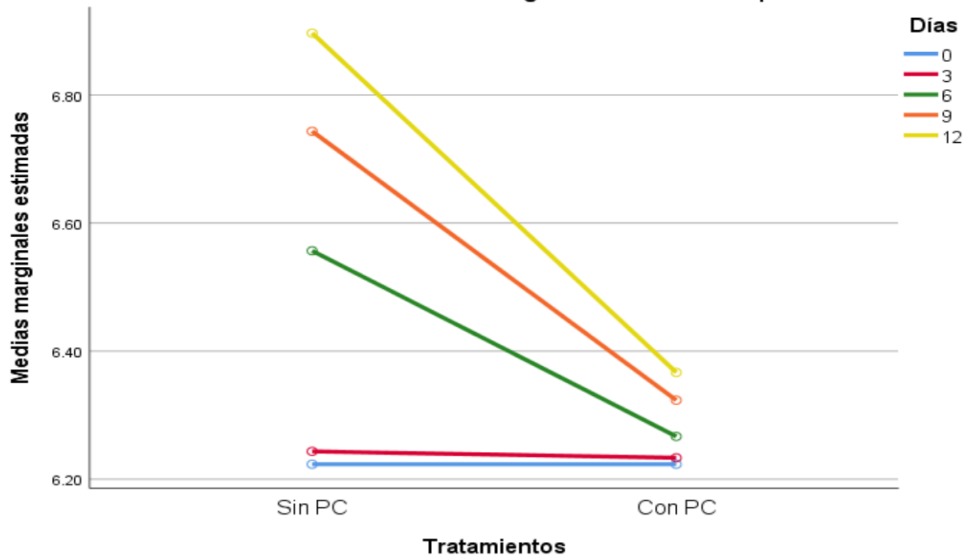
Estadísticos descriptivos

| | Tratamientos | Media | Desv. Desviación | N |
|-------|--------------|--------|---------------------|---|
| Día0 | Sin PC | 6.2233 | .00577 | 3 |
| | Con PC | 6.2233 | .00577 | 3 |
| | Total | 6.2233 | .00516 | 6 |
| Día3 | Sin PC | 6.2433 | .00577 | 3 |
| | Con PC | 6.2333 | .00577 | 3 |
| | Total | 6.2383 | .00753 | 6 |
| Día6 | Sin PC | 6.5567 | .00577 | 3 |
| | Con PC | 6.2667 | .00577 | 3 |
| | Total | 6.4117 | .15892 | 6 |
| Día9 | Sin PC | 6.7433 | .00577 | 3 |
| | Con PC | 6.3233 | .00577 | 3 |
| | Total | 6.5333 | .23010 | 6 |
| Día12 | Sin PC | 6.8967 | .00577 | 3 |
| | Con PC | 6.3667 | .00577 | 3 |
| | Total | 6.6317 | .29034 | 6 |

Comparaciones por parejas

| | | F | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
|-------|--------------------------------|-------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
| | | | | | | | Inferior | Superior |
| Día0 | Se asumen varianzas iguales | .000 | 4 | 1.000 | .00000 | .00471 | -.01309 | .01309 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 4.000 | 1.000 | .00000 | .00471 | -.01309 | .01309 |
| Día3 | Se asumen varianzas iguales | .000 | 4 | .101 | .01000 | .00471 | -.00309 | .02309 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 4.000 | .101 | .01000 | .00471 | -.00309 | .02309 |
| Día6 | Se asumen varianzas iguales | 3.200 | 4 | .000 | .28667 | .00745 | .26597 | .30736 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 2.941 | .000 | .28667 | .00745 | .26268 | .31066 |
| Día9 | Se asumen varianzas iguales | .000 | 4 | .000 | .42333 | .00943 | .39716 | .44951 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 4.000 | .000 | .42333 | .00943 | .39716 | .44951 |
| Día12 | Se asumen varianzas iguales | .000 | 4 | .000 | .53000 | .00471 | .51691 | .54309 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 4.000 | .000 | .53000 | .00471 | .51691 | .54309 |

Medias marginales estimadas de pH



ANEXO Q

Anova de medidas repetidas con factor intra-sujetos para Sólidos Totales.

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Día0 | .185 | 6 | .200 [*] | .974 | 6 | .918 |
| Día3 | .273 | 6 | .184 | .787 | 6 | .075 |
| Día6 | .301 | 6 | .095 | .763 | 6 | .067 |
| Día9 | .316 | 6 | .062 | .699 | 6 | .056 |
| Día12 | .309 | 6 | .077 | .713 | 6 | .054 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de esfericidad de Mauchly^a

Medida: SólidosTotales

| Efecto intra-sujetos | W de Mauchly | Aprox. Chi-cuadrado | gl | Sig. | Greenhouse-Geisser | Épsilon ^b | |
|----------------------|--------------|---------------------|----|------|--------------------|----------------------|-----------------|
| | | | | | | Huynh-Feldt | Límite inferior |
| Días | .000 | 22.270 | 9 | .022 | .324 | .535 | .250 |

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a. Diseño : Intersección + Tratamientos
Diseño intra-sujetos: Días

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación. Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

Pruebas de efectos intra-sujetos

Medida: SólidosTotales

| Origen | | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. | Eta parcial al cuadrado | Parámetro sin centralidad | Potencia observada ^a |
|---------------------|---------------------|-------------------------------|-------|------------------|----------|------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| | | | | | | | | | |
| Días | Esfericidad asumida | 79.291 | 4 | 19.823 | 1450.451 | .000 | .997 | 5801.805 | 1.000 |
| | Greenhouse-Geisser | 79.291 | 1.297 | 61.131 | 1450.451 | .000 | .997 | 1881.334 | 1.000 |
| | Huynh-Feldt | 79.291 | 2.139 | 37.064 | 1450.451 | .000 | .997 | 3102.964 | 1.000 |
| | Límite inferior | 79.291 | 1.000 | 79.291 | 1450.451 | .000 | .997 | 1450.451 | 1.000 |
| Días * Tratamientos | Esfericidad asumida | 26.898 | 4 | 6.725 | 492.037 | .000 | .992 | 1968.146 | 1.000 |
| | Greenhouse-Geisser | 26.898 | 1.297 | 20.738 | 492.037 | .000 | .992 | 638.205 | 1.000 |
| | Huynh-Feldt | 26.898 | 2.139 | 12.573 | 492.037 | .000 | .992 | 1052.618 | 1.000 |
| | Límite inferior | 26.898 | 1.000 | 26.898 | 492.037 | .000 | .992 | 492.037 | 1.000 |
| Error(Días) | Esfericidad asumida | .219 | 16 | .014 | | | | | |
| | Greenhouse-Geisser | .219 | 5.188 | .042 | | | | | |
| | Huynh-Feldt | .219 | 8.557 | .026 | | | | | |
| | Límite inferior | .219 | 4.000 | .055 | | | | | |

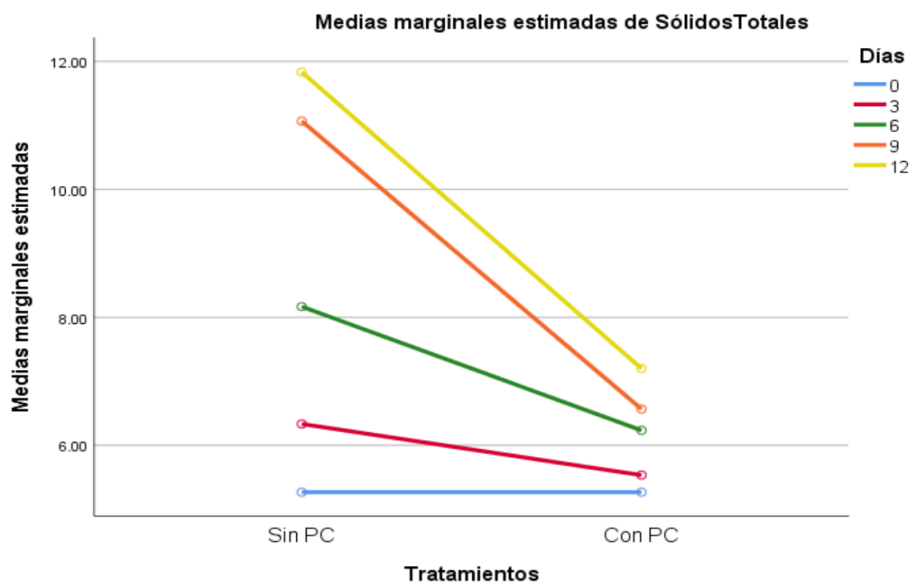
a. Se ha calculado utilizando alpha = .05

Estadísticos descriptivos

| | Tratamientos | Media | Desv. Desviación | N |
|-------|--------------|---------|------------------|---|
| Día0 | Sin PC | 5.2667 | .25166 | 3 |
| | Con PC | 5.2667 | .11547 | 3 |
| | Total | 5.2667 | .17512 | 6 |
| Día3 | Sin PC | 6.3333 | .11547 | 3 |
| | Con PC | 5.5333 | .05774 | 3 |
| | Total | 5.9333 | .44572 | 6 |
| Día6 | Sin PC | 8.1667 | .11547 | 3 |
| | Con PC | 6.2333 | .11547 | 3 |
| | Total | 7.2000 | 1.06395 | 6 |
| Día9 | Sin PC | 11.0667 | .05774 | 3 |
| | Con PC | 6.5667 | .05774 | 3 |
| | Total | 8.8167 | 2.46529 | 6 |
| Día12 | Sin PC | 11.8333 | .11547 | 3 |
| | Con PC | 7.2000 | .10000 | 3 |
| | Total | 9.5167 | 2.53962 | 6 |

Comparaciones por parejas

| | | F | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
|-------|--------------------------------|-------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
| | | | | | | | Inferior | Superior |
| Día0 | Se asumen varianzas iguales | 1.362 | 4 | 1.000 | .00000 | .15986 | -.44385 | .44385 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 2.806 | 1.000 | .00000 | .15986 | -.52920 | .52920 |
| Día3 | Se asumen varianzas iguales | 3.200 | 4 | .000 | .80000 | .07454 | .59306 | 1.00694 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 2.941 | .002 | .80000 | .07454 | .56009 | 1.03991 |
| Día6 | Se asumen varianzas iguales | .000 | 4 | .000 | 1.93333 | .09428 | 1.67157 | 2.19510 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 4.000 | .000 | 1.93333 | .09428 | 1.67157 | 2.19510 |
| Día9 | Se asumen varianzas iguales | .000 | 4 | .000 | 4.50000 | .04714 | 4.36912 | 4.63088 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 4.000 | .000 | 4.50000 | .04714 | 4.36912 | 4.63088 |
| Día12 | Se asumen varianzas iguales | .308 | 4 | .000 | 4.63333 | .08819 | 4.38847 | 4.87819 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.920 | .000 | 4.63333 | .08819 | 4.38649 | 4.88018 |



ANEXO R

Anova de medidas repetidas con factor intra-sujeto para Acidez.

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Día0 | .407 | 6 | .110 | .640 | 6 | .071 |
| Día3 | .254 | 6 | .200 [*] | .866 | 6 | .212 |
| Día6 | .211 | 6 | .200 [*] | .905 | 6 | .405 |
| Día9 | .209 | 6 | .200 [*] | .907 | 6 | .415 |
| Día12 | .201 | 6 | .200 [*] | .833 | 6 | .113 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de esfericidad de Mauchly^a

Medida: Acidez

| Efecto intra-sujetos | W de Mauchly | Aprox. Chi-cuadrado | gl | Sig. | Épsilon ^b | | |
|----------------------|--------------|---------------------|----|------|----------------------|-------------|-----------------|
| | | | | | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Límite inferior |
| Días | .006 | 12.244 | 9 | .298 | .448 | .989 | .250 |

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a. Diseño : Intersección + Tratamientos
Diseño intra-sujetos: Días

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación. Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

Pruebas de efectos intra-sujetos

Medida: Acidez

| Origen | | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. | Eta parcial al cuadrado | Parámetro sin centralidad | Potencia observada ^a |
|---------------------|---------------------|-------------------------------|--------|------------------|----------|------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| | | | | | | | | | |
| Días | Esfericidad asumida | .003 | 4 | .001 | 9490.680 | .000 | 1.000 | 37962.720 | 1.000 |
| | Greenhouse-Geisser | .003 | 1.791 | .002 | 9490.680 | .000 | 1.000 | 16994.557 | 1.000 |
| | Huynh-Feldt | .003 | 3.958 | .001 | 9490.680 | .000 | 1.000 | 37561.391 | 1.000 |
| | Límite inferior | .003 | 1.000 | .003 | 9490.680 | .000 | 1.000 | 9490.680 | 1.000 |
| Días * Tratamientos | Esfericidad asumida | .000 | 4 | 5.330E-5 | 691.768 | .000 | .994 | 2767.074 | 1.000 |
| | Greenhouse-Geisser | .000 | 1.791 | .000 | 691.768 | .000 | .994 | 1238.720 | 1.000 |
| | Huynh-Feldt | .000 | 3.958 | 5.387E-5 | 691.768 | .000 | .994 | 2737.821 | 1.000 |
| | Límite inferior | .000 | 1.000 | .000 | 691.768 | .000 | .994 | 691.768 | 1.000 |
| Error(Días) | Esfericidad asumida | 1.233E-6 | 16 | 7.705E-8 | | | | | |
| | Greenhouse-Geisser | 1.233E-6 | 7.163 | 1.721E-7 | | | | | |
| | Huynh-Feldt | 1.233E-6 | 15.831 | 7.788E-8 | | | | | |
| | Límite inferior | 1.233E-6 | 4.000 | 3.082E-7 | | | | | |

a. Se ha calculado utilizando alpha = .05

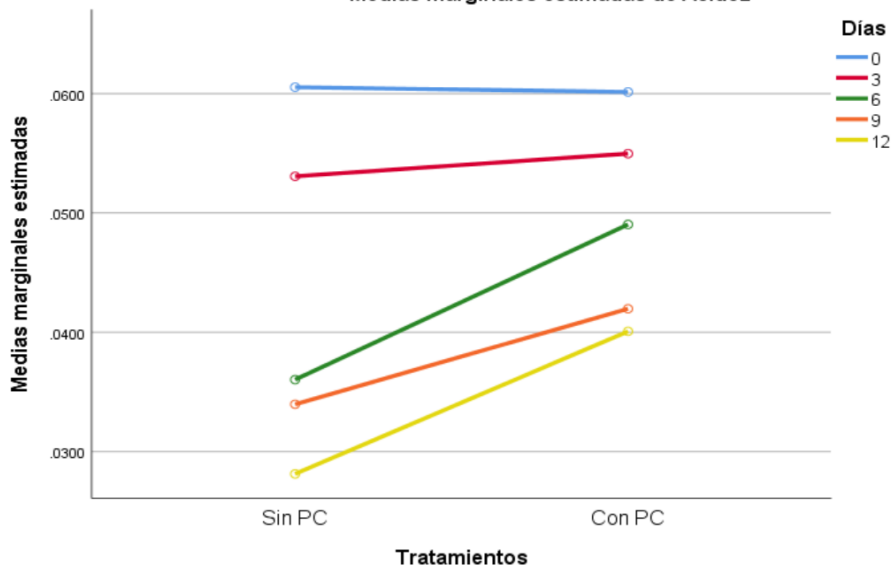
Estadísticos descriptivos

| | Tratamientos | Media | Desv. Desviación | N |
|-------|--------------|---------|------------------|---|
| Día0 | Sin PC | .060533 | .0002309 | 3 |
| | Con PC | .060133 | .0004933 | 3 |
| | Total | .060333 | .0004082 | 6 |
| Día3 | Sin PC | .053067 | .0002309 | 3 |
| | Con PC | .054967 | .0002082 | 3 |
| | Total | .054017 | .0010591 | 6 |
| Día6 | Sin PC | .036033 | .0001528 | 3 |
| | Con PC | .049033 | .0002082 | 3 |
| | Total | .042533 | .0071223 | 6 |
| Día9 | Sin PC | .033967 | .0002517 | 3 |
| | Con PC | .041967 | .0003215 | 3 |
| | Total | .037967 | .0043894 | 6 |
| Día12 | Sin PC | .028133 | .0003055 | 3 |
| | Con PC | .040077 | .0002658 | 3 |
| | Total | .034105 | .0065466 | 6 |

Comparaciones por parejas

| | | F | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
|-------|--------------------------------|------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|-----------|
| | | | | | | | Inferior | Superior |
| Día0 | Se asumen varianzas iguales | .000 | 4 | 1.000 | .0000000 | .0028284 | -.0078530 | .0078530 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 4.000 | 1.000 | .0000000 | .0028284 | -.0078530 | .0078530 |
| Día3 | Se asumen varianzas iguales | .000 | 4 | .519 | -.0023333 | .0032998 | -.0114951 | .0068285 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 4.000 | .519 | -.0023333 | .0032998 | -.0114951 | .0068285 |
| Día6 | Se asumen varianzas iguales | .000 | 4 | .010 | -.0130000 | .0028284 | -.0208530 | -.0051470 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 4.000 | .010 | -.0130000 | .0028284 | -.0208530 | -.0051470 |
| Día9 | Se asumen varianzas iguales | .188 | 4 | .048 | -.0086667 | .0030732 | -.0171992 | -.0001341 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.909 | .049 | -.0086667 | .0030732 | -.0172785 | -.0000549 |
| Día12 | Se asumen varianzas iguales | .188 | 4 | .016 | -.0123333 | .0030732 | -.0208659 | -.0038008 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.909 | .017 | -.0123333 | .0030732 | -.0209451 | -.0037215 |

Medias marginales estimadas de Acidez



ANEXOS

Anova de medidas repetidas con factor intra-sujeto para Firmeza.

Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Día0 | .254 | 6 | .200* | .866 | 6 | .212 |
| Día3 | .271 | 6 | .191 | .807 | 6 | .068 |
| Día6 | .300 | 6 | .099 | .824 | 6 | .096 |
| Día9 | .288 | 6 | .132 | .772 | 6 | .053 |
| Día12 | .284 | 6 | .143 | .781 | 6 | .059 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de esfericidad de Mauchly^a

Medida: Firmeza

| Efecto intra-sujetos | W de Mauchly | Aprox. Chi-cuadrado | gl | Sig. | Épsilon ^b | | |
|----------------------|--------------|---------------------|----|------|----------------------|-------------|-----------------|
| | | | | | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Límite inferior |
| Días | .022 | 9.215 | 9 | .526 | .534 | 1.000 | .250 |

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a. Diseño : Intersección + Tratamientos
Diseño intra-sujetos: Días

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación. Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

Pruebas de efectos intra-sujetos

Medida: Firmeza

| Origen | | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. | Eta parcial al cuadrado | Parámetro sin centralidad | Potencia observada ^a |
|---------------------|---------------------|-------------------------------|--------|------------------|---------|------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Días | Esfericidad asumida | 39.855 | 4 | 9.964 | 580.417 | .000 | .993 | 2321.670 | 1.000 |
| | Greenhouse-Geisser | 39.855 | 2.137 | 18.653 | 580.417 | .000 | .993 | 1240.149 | 1.000 |
| | Huynh-Feldt | 39.855 | 4.000 | 9.964 | 580.417 | .000 | .993 | 2321.670 | 1.000 |
| | Límite inferior | 39.855 | 1.000 | 39.855 | 580.417 | .000 | .993 | 580.417 | 1.000 |
| Días * Tratamientos | Esfericidad asumida | 6.218 | 4 | 1.554 | 90.553 | .000 | .958 | 362.214 | 1.000 |
| | Greenhouse-Geisser | 6.218 | 2.137 | 2.910 | 90.553 | .000 | .958 | 193.481 | 1.000 |
| | Huynh-Feldt | 6.218 | 4.000 | 1.554 | 90.553 | .000 | .958 | 362.214 | 1.000 |
| | Límite inferior | 6.218 | 1.000 | 6.218 | 90.553 | .001 | .958 | 90.553 | 1.000 |
| Error(Días) | Esfericidad asumida | .275 | 16 | .017 | | | | | |
| | Greenhouse-Geisser | .275 | 8.547 | .032 | | | | | |
| | Huynh-Feldt | .275 | 16.000 | .017 | | | | | |
| | Límite inferior | .275 | 4.000 | .069 | | | | | |

a. Se ha calculado utilizando alpha = .05

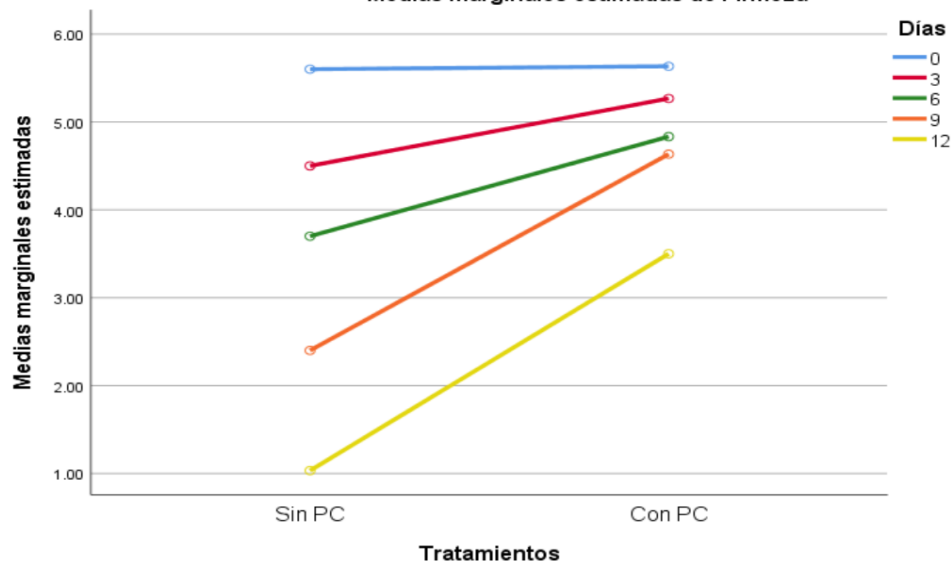
Estadísticos descriptivos

| | Tratamientos | Media | Desv. Desviación | N |
|-------|--------------|--------|---------------------|---|
| Día0 | Sin PC | 5.6000 | .10000 | 3 |
| | Con PC | 5.6333 | .05774 | 3 |
| | Total | 5.6167 | .07528 | 6 |
| Día3 | Sin PC | 4.5000 | .10000 | 3 |
| | Con PC | 5.2667 | .05774 | 3 |
| | Total | 4.8833 | .42622 | 6 |
| Día6 | Sin PC | 3.7000 | .20000 | 3 |
| | Con PC | 4.8333 | .05774 | 3 |
| | Total | 4.2667 | .63456 | 6 |
| Día9 | Sin PC | 2.4000 | .20000 | 3 |
| | Con PC | 4.6333 | .11547 | 3 |
| | Total | 3.5167 | 1.23194 | 6 |
| Día12 | Sin PC | 1.0333 | .15275 | 3 |
| | Con PC | 3.5000 | .20000 | 3 |
| | Total | 2.2667 | 1.36039 | 6 |

Comparaciones por parejas



| | | F | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
|-------|--------------------------------|-------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
| | | | | | | | Inferior | Superior |
| Día0 | Se asumen varianzas iguales | .400 | 4 | .643 | -.03333 | .06667 | -.21843 | .15176 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.200 | .649 | -.03333 | .06667 | -.23819 | .17152 |
| Día3 | Se asumen varianzas iguales | .400 | 4 | .000 | -.76667 | .06667 | -.95176 | -.58157 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.200 | .001 | -.76667 | .06667 | -.97152 | -.56181 |
| Día6 | Se asumen varianzas iguales | 1.730 | 4 | .001 | -1.13333 | .12019 | -1.46702 | -.79965 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 2.331 | .007 | -1.13333 | .12019 | -1.58607 | -.68059 |
| Día9 | Se asumen varianzas iguales | .400 | 4 | .000 | -2.23333 | .13333 | -2.60353 | -1.86314 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.200 | .000 | -2.23333 | .13333 | -2.64304 | -1.82362 |
| Día12 | Se asumen varianzas iguales | .082 | 4 | .000 | -2.46667 | .14530 | -2.87007 | -2.06326 |
| | No se asumen varianzas iguales | | 3.741 | .000 | -2.46667 | .14530 | -2.88134 | -2.05200 |

Medias marginales estimadas de Firmeza



ANEXO T

Resultados del análisis de almidón y amilosa aparente.

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | <p style="text-align: center;">INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. CutuglaguaTifs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340</p> |  | <p style="text-align: center;">MC-LSAIA-2201 Rev. 9</p> |
|---|---|---|---|



INFORME DE ENSAYO N°: 23-0146

| | | | |
|-----------------------------------|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| **NOMBRE DEL PETICIONARIO: | Srta. Janneth Cristina Lucero Ruano | **INSTITUCION: | Particular |
| **DIRECCION: | Cdla Sara Espindola, Calle Italia y Holanda Tulcán | **ATENCION: | Srta. Janneth Cristina Lucero Ruano |
| FECHA DE EMISION: | 27/12/2023 | FECHA DE RECEPCION.: | 27/12/2023 |
| FECHA DE ANALISIS: | Del 17 al 27 de diciembre del 2023 | HORA DE RECEPCION: | 15h42 |
| ANALISIS SOLICITADOS | Almidón, Amilosa | | |

RESULTADOS DE ANALISIS

| ANÁLISIS | **TIPO DE MUESTRA | CÓDIGO DE LA MUESTRA | MÉTODO INTERNO | METODO DE REFERENCIA | RESULTADO | UNIDAD |
|----------|-----------------------------------|----------------------|----------------|-----------------------------|-----------|--------|
| HUMEDAD | Almidón De Cáscara de papa Capiro | 23-0953 | MO-LSAIA-01.01 | U. FLORIDA 1970 | 25,55 | % |
| ALMIDÓN | Almidón De Cáscara de papa Capiro | 23-0953 | MO-LSAIA-01.05 | GOÑI, I; GARCIA ALONSO 1977 | 41,19 | % |
| AMILOSA | Almidón De Cáscara de papa Capiro | 23-0953 | MO-LSAIA-04 | Morrison y Laignelet 1983 | 26,36 | % |

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente. La toma de muestra no es responsabilidad del laboratorio, le corresponde al cliente. Los ensayos marcados con (Ω) se reportan en base seca. Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con la muestra sometida a ensayo que se detalla en éste documento tal como se recibió. El laboratorio se responsabiliza de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministre el cliente. **NOTA DE DESCARGO:** Si el lector de este correo electrónico no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. De igual manera, la información entregada por el cliente, generada durante las actividades del laboratorio e información contenida en éste informe es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por éste. Los datos marcados con ** son suministrados por cliente, el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| RESPONSABLES DEL INFORME | | |
|--------------------------|---|--|
| Nombre | Ing. Andrés Cabrera | Ing. Carmen Rosales |
| Cargo | RESPONSABLE TÉCNICO | ANALISTA LABORATORIO |
| Firma |  Firmado electrónicamente por: BRYAN ANDRES CABRERA CORRALES |  Firmado electrónicamente por: CARMEN AMELIA ROSALES SUQUILLO |
| Fecha | 2023-12-27 | |

ANEXO U

Análisis de la resistencia a la tensión.

RESISTENCIA A LA TENSIÓN T1 (R1)

| | | | | |
|-----------------------------|-----------|----------------------------|--------------------------|--------------|
| Palabra llave | | Nombre de producto | | |
| Nombre de archivo de ensayo | | Nombre de método de ensayo | RESISTENCIA A LA TENSION | REVISADO.xml |
| Fecha de informe | 8/12/2023 | Fecha de ensayo | 8/12/2023 | |
| Modo de Ensayo | Sencillo | Tipo de ensayo | Traccin | |
| Velocidad | 100mm/min | Forma | Plana | |
| Nºde partidas: | 1 | Nºde muestras: | 3 | |

| Nombre | M.Elastico | PF(%FS)_Fuerza | CASE1_Fuerza Desplazamiento 1 | Preset1_Fuerza |
|------------|------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| Parametros | Fuerza 10 – 20 N | 0,1 % | mm | Fuerza 1 N |
| Unidad | N/mm2 | N | N | N |
| 1_1 | -- | -- | 1,11498 | 1,00000 |
| 1_2 | -- | -- | 1,20708 | 1,00000 |
| 1_3 | -- | -- | 1,74173 | 1,00000 |
| Media | -- | -- | 1,35460 | 1,00000 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 0,33842 | 0,00000 |
| Maximo | -- | -- | 1,74173 | 1,00000 |
| Minimo | -- | -- | 1,11498 | 1,00000 |
| Rango | -- | -- | 0,62675 | 0,00000 |

| Nombre | Max_Displ_Fuerza | Max_Fuerza Calc. at Entire | Rotura_Fuerza | Pico1_Fuerza |
|------------|------------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| Parametros | | Areas | Sensibilidad 10 | |
| Unidad | N | N | N | N |
| 1_1 | 0,05198 | 1,31162 | -- | -- |
| 1_2 | 0,00485 | 4,14403 | -- | -- |
| 1_3 | -0,6062 | 4,14530 | -- | -- |
| Media | -0,1831 | 3,20032 | -- | -- |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | 0,36715 | 1,63566 | -- | -- |
| Maximo | 0,05198 | 4,14530 | -- | -- |
| Minimo | -0,6062 | 1,31162 | -- | -- |
| Rango | 0,65818 | 2,83368 | -- | -- |

| Nombre | LE1_Fuerza | PIF_Fuerza | Min_Fuerza Calc. at Entire | Energia1 Calc. at Entire |
|------------|------------|------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Parametros | 0,2 % | | Areas | Areas |
| Unidad | N | N | N | J |
| 1_1 | -- | -- | -0,0144 | 0,00280 |
| 1_2 | -- | -- | -0,1196 | 0,03710 |
| 1_3 | -- | -- | -1,0777 | 0,04386 |
| Media | -- | -- | -0,4039 | 0,02792 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 0,58589 | 0,02202 |
| Maximo | -- | -- | -0,0144 | 0,04386 |
| Minimo | -- | -- | -1,0777 | 0,00280 |
| Rango | -- | -- | 1,06330 | 0,04106 |

| Nombre | EACS1_Desplazami ento |
|------------|--------------------------|
| Parametros | Fuerza 1 N |
| Unidad | mm |
| 1_1 | 0,82720 |
| 1_2 | 0,75564 |
| 1_3 | 0,45001 |
| Media | 0,67762 |
| Desviacion | |
| Estandar | 0,20033 |
| Maximo | 0,82720 |
| Minimo | 0,45001 |
| Rango | 0,37719 |

Comentarios

RESISTENCIA A LA TENSIÓN T1 (R2)

| | | | |
|-----------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------------|
| Palabra llave | | Nombre de producto | |
| Nombre de archivo de ensayo | | Nombre de metodo de ensayo | RESISTENCIA A LA TENSION REVISADO.xml |
| Fecha de informe | 8/12/2023 | Fecha de ensayo | 8/12/2023 |
| Modo de Ensayo | Sencillo | Tipo de ensayo | Traccion |
| Velocidad | 100mm/min | Forma | Plana |
| Nºde partidas: | 1 | Nºde muestras: | 3 |

| Nombre | M.Elastico | PF(%FS)_Fuerza | CASE1_Fuerza Desplazamiento 1 | Preset1_Fuerza |
|------------|------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| Parametros | Fuerza 10 - 20 N | 0,1 % | mm | Fuerza 1 N |
| Unidad | N/mm2 | N | N | N |
| 1_1 | -- | -- | 2,30484 | 1,00000 |
| 1_2 | -- | -- | 1,67041 | 1,00000 |
| 1_3 | -- | -- | 2,73553 | 1,00000 |
| Media | -- | -- | 2,23693 | 1,00000 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 0,53580 | 0,00000 |
| Maximo | -- | -- | 2,73553 | 1,00000 |
| Minimo | -- | -- | 1,67041 | 1,00000 |
| Rango | -- | -- | 1,06512 | 0,00000 |

| Nombre | Max_Displ_Fuerza | Max_Fuerza Calc. at Entire | Rotura_Fuerza | Pico1_Fuerza |
|------------|------------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| Parametros | | Areas | Sensibilidad 10 | |
| Unidad | N | N | N | N |
| 1_1 | 0,01129 | 3,93963 | -- | -- |
| 1_2 | -0,2813 | 3,64820 | -- | -- |
| 1_3 | 0,01868 | 4,58725 | -- | -- |
| Media | -0,0838 | 4,05836 | -- | -- |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | 0,17110 | 0,48065 | -- | -- |
| Maximo | 0,01868 | 4,58725 | -- | -- |
| Minimo | -0,2813 | 3,64820 | -- | -- |
| Rango | 0,29998 | 0,93905 | -- | -- |

| Nombre | LE1_Fuerza | PIF_Fuerza | Min_Fuerza Calc. at Entire | Energia1 Calc. at Entire |
|------------|------------|------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Parametros | 0,2 % | | Areas | Areas |
| Unidad | N | N | N | J |
| 1_1 | -- | -- | -0,0314 | 0,02887 |
| 1_2 | -- | -- | -0,3423 | 0,02538 |
| 1_3 | -- | -- | -0,0843 | 0,04062 |
| Media | -- | -- | -0,1527 | 0,03162 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 0,16634 | 0,00798 |
| Maximo | -- | -- | -0,0314 | 0,04062 |
| Minimo | -- | -- | -0,3423 | 0,02538 |
| Rango | -- | -- | 0,31090 | 0,01524 |

| Nombre | EACS1_Desplazamiento |
|------------|----------------------|
| Parametros | Fuerza 1 N |
| Unidad | mm |
| 1_1 | 0,33238 |
| 1_2 | 0,46913 |
| 1_3 | 0,25478 |
| Media | 0,35210 |
| Desviacion | |
| Estandar | 0,10853 |
| Maximo | 0,46913 |
| Minimo | 0,25478 |
| Rango | 0,21435 |

Comentarios

RESISTENCIA A LA TENSION T1(R3)

| | | | |
|-----------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------------|
| Palabra llave | | Nombre de producto | |
| Nombre de archivo de ensayo | | Nombre de metodo de ensayo | RESISTENCIA A LA TENSION REVISADO.xml |
| Fecha de informe | 8/12/2023 | Fecha de ensayo | 8/12/2023 |
| Modo de Ensayo | Sencillo | Tipo de ensayo | Traccion |
| Velocidad | 100mm/min | Forma | Plana |
| Nº de partidas: | 1 | Nº de muestras: | 3 |

| Nombre | M.Elastico | PF(%FS)_Fuerza | CASE1_Fuerza Desplazamiento 1 | Preset1_Fuerza |
|------------|------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| Parametros | Fuerza 10 – 20 N | 0,1 % | mm | Fuerza 1 N |
| Unidad | N/mm2 | N | N | N |
| 1_1 | -- | -- | 1,45673 | 1,00000 |
| Media | -- | -- | 1,45673 | 1,00000 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | -- | -- |
| Maximo | -- | -- | 1,45673 | 1,00000 |
| Minimo | -- | -- | 1,45673 | 1,00000 |
| Rango | -- | -- | 0,00000 | 0,00000 |

| Nombre | Max_Disp_Fuerza | Max_Fuerza Calc. at Entire | Rotura_Fuerza | Pico1_Fuerza |
|------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| Parametros | | Areas | Sensibilidad 10 | |
| Unidad | N | N | N | N |
| 1_1 | -0,0713 | 2,82860 | -- | -- |
| Media | -0,0713 | 2,82860 | -- | -- |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | -- | -- |
| Maximo | -0,0713 | 2,82860 | -- | -- |
| Minimo | -0,0713 | 2,82860 | -- | -- |
| Rango | 0,00000 | 0,00000 | -- | -- |

| Nombre | LE1_Fuerza | PIF_Fuerza | Min_Fuerza Calc. at Entire | Energia1 Calc. at Entire |
|------------|------------|------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Parametros | 0,2 % | | Areas | Areas |
| Unidad | N | N | N | J |
| 1_1 | -- | -- | -0,5306 | 0,02191 |
| Media | -- | -- | -0,5306 | 0,02191 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | -- | -- |
| Maximo | -- | -- | -0,5306 | 0,02191 |
| Minimo | -- | -- | -0,5306 | 0,02191 |
| Rango | -- | -- | 0,00000 | 0,00000 |

| Nombre | EACS1_Desplazami ento |
|------------|--------------------------|
| Parametros | Fuerza 1 N |
| Unidad | mm |
| 1_1 | 0,57138 |
| Media | 0,57138 |
| Desviacion | |
| Estandar | -- |
| Maximo | 0,57138 |
| Minimo | 0,57138 |
| Rango | 0,00000 |

RESISTENCIA A LA TENSIÓN T2 (R1)

| | | | |
|-----------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------------|
| Palabra llave | | Nombre de producto | |
| Nombre de archivo de ensayo | | Nombre de metodo de ensayo | RESISTENCIA A LA TENSION REVISADO.xml |
| Fecha de informe | 8/12/2023 | Fecha de ensayo | 8/12/2023 |
| Modo de Ensayo | Sencillo | Tipo de ensayo | Traccion |
| Velocidad | 100mm/min | Forma | Plana |
| Nº de partidas: | 1 | Nº de muestras: | 3 |

| Nombre | M.Elastico | PF(%FS)_Fuerza | CASE1_Fuerza Desplazamiento 1 | Preset1_Fuerza |
|------------|------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| Parametros | Fuerza 10 - 20 N | 0,1 % | mm | Fuerza 1 N |
| Unidad | N/mm2 | N | N | N |
| 1 _ 1 | -- | -- | 1,69137 | 1,00000 |
| 1 _ 2 | -- | -- | 1,30980 | 1,00000 |
| 1 _ 3 | -- | -- | 2,74467 | 1,00000 |
| Media | -- | -- | 1,91528 | 1,00000 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 0,74318 | 0,00000 |
| Maximo | -- | -- | 2,74467 | 1,00000 |
| Minimo | -- | -- | 1,30980 | 1,00000 |
| Rango | -- | -- | 1,43487 | 0,00000 |

| Nombre | Max_Disp_Fuerza | Max_Fuerza Calc. at Entire | Rotura_Fuerza | Pico1_Fuerza |
|------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| Parametros | | Areas | Sensibilidad 10 | |
| Unidad | N | N | N | N |
| 1 _ 1 | 0,00127 | 8,67375 | -- | -- |
| 1 _ 2 | 0,00938 | 8,93712 | 4,95211 | -- |
| 1 _ 3 | 1,19853 | 10,2981 | 10,2891 | -- |
| Media | 0,40306 | 9,30299 | 7,62061 | -- |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | 0,68891 | 0,87179 | 2,66850 | -- |
| Maximo | 1,19853 | 10,2981 | 10,2891 | -- |
| Minimo | 0,00127 | 8,67375 | 4,95211 | -- |
| Rango | 1,19726 | 1,62435 | 5,33699 | -- |

| Nombre | LE1_Fuerza | PIF_Fuerza | Min_Fuerza Calc. at Entire | Energia1 Calc. at Entire |
|------------|------------|------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Parametros | 0,2 % | | Areas | Areas |
| Unidad | N | N | N | J |
| 1 _ 1 | -- | -- | -0,0014 | 0,08679 |
| 1 _ 2 | -- | -- | 0,00477 | 0,08995 |
| 1 _ 3 | -- | -- | -0,0012 | 0,12113 |
| Media | -- | -- | 0,00072 | 0,09929 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 0,00351 | 0,01898 |
| Maximo | -- | -- | 0,00477 | 0,12113 |
| Minimo | -- | -- | -0,0014 | 0,08679 |
| Rango | -- | -- | 0,00617 | 0,03434 |

| Nombre | EACS1_Desplazamiento |
|------------|----------------------|
| Parametros | Fuerza 1 N |
| Unidad | mm |
| 1 _ 1 | 0,70407 |
| 1 _ 2 | 0,84486 |
| 1 _ 3 | 0,43550 |
| Media | 0,66148 |
| Desviacion | |
| Estandar | 0,20798 |
| Maximo | 0,84486 |
| Minimo | 0,43550 |
| Rango | 0,40936 |

Comentarios

RESISTENCIA A LA TENSION T2(R2)

| | | | |
|-----------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------------|
| Palabra llave | | Nombre de producto | |
| Nombre de archivo de ensayo | | Nombre de metodo de ensayo | RESISTENCIA A LA TENSION REVISADO.xml |
| Fecha de informe | 8/12/2023 | Fecha de ensayo | 8/12/2023 |
| Modo de Ensayo | Sencillo | Tipo de ensayo | Traccion |
| Velocidad | 100mm/min | Forma | Plana |
| Nº de partidas: | 1 | Nº de muestras: | 3 |

| Nombre | M.Elastico | PF(%FS)_Fuerza | CASE1_Fuerza Desplazamiento 1 | Preset1_Fuerza |
|------------|------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| Parametros | Fuerza 10 – 20 N | 0,1 % | mm | Fuerza 1 N |
| Unidad | N/mm2 | N | N | N |
| 1_1 | -- | -- | 3,01554 | 1,00000 |
| 1_2 | -- | -- | 2,65972 | 1,00000 |
| 1_3 | -- | -- | 2,07864 | 1,00000 |
| Media | -- | -- | 2,58463 | 1,00000 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 0,47294 | 0,00000 |
| Maximo | -- | -- | 3,01554 | 1,00000 |
| Minimo | -- | -- | 2,07864 | 1,00000 |
| Rango | -- | -- | 0,93690 | 0,00000 |

| Nombre | Max_Displ_Fuerza | Max_Fuerza Calc. at Entire | Rotura_Fuerza | Pico1_Fuerza |
|------------|------------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| Parametros | | Areas | Sensibilidad 10 | |
| Unidad | N | N | N | N |
| 1_1 | -0,2982 | 7,55135 | -0,2982 | -- |
| 1_2 | -1,9330 | 9,01707 | 6,91803 | -- |
| 1_3 | -0,9913 | 4,91222 | 0,04697 | -- |
| Media | -1,0742 | 7,16021 | 2,22227 | -- |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | 0,82054 | 2,08019 | 4,07031 | -- |
| Maximo | -0,2982 | 9,01707 | 6,91803 | -- |
| Minimo | -1,9330 | 4,91222 | -0,2982 | -- |
| Rango | 1,63480 | 4,10485 | 7,21623 | -- |

| Nombre | LE1_Fuerza | PIF_Fuerza | Min_Fuerza Calc. at Entire | Energia1 Calc. at Entire |
|------------|------------|------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Parametros | 0,2 % | | Areas | Areas |
| Unidad | N | N | N | J |
| 1_1 | -- | -- | -1,3142 | 0,07153 |
| 1_2 | -- | -- | -2,0184 | 0,20068 |
| 1_3 | -- | -- | -1,5800 | 0,04054 |
| Media | -- | -- | -1,6375 | 0,10425 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 0,35561 | 0,08494 |
| Maximo | -- | -- | -1,3142 | 0,20068 |
| Minimo | -- | -- | -2,0184 | 0,04054 |
| Rango | -- | -- | 0,70420 | 0,16014 |

| Nombre | EACS1_Desplazamiento |
|------------|----------------------|
| Parametros | Fuerza 1 N |
| Unidad | mm |
| 1_1 | 0,26633 |
| 1_2 | 0,28200 |
| 1_3 | 0,37273 |
| Media | 0,30702 |
| Desviacion | |
| Estandar | 0,05744 |
| Maximo | 0,37273 |
| Minimo | 0,26633 |
| Rango | 0,10640 |

Comentarios

RESISTENCIA A LA TENSION T2 (R3)

| | | | |
|-----------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------------|
| Palabra llave | | Nombre de producto | |
| Nombre de archivo de ensayo | | Nombre de metodo de ensayo | RESISTENCIA A LA TENSION REVISADO.xml |
| Fecha de informe | 8/12/2023 | Fecha de ensayo | 8/12/2023 |
| Modo de Ensayo | Sencillo | Tipo de ensayo | Traccion |
| Velocidad | 100mm/min | Forma | Plana |
| Nºde partidas: | 1 | Nºde muestras: | 3 |

| Nombre | M.Elastico | PF(%FS)_Fuerza | CASE1_Fuerza | Preset1_Fuerza |
|------------|------------------|----------------|------------------|----------------|
| Parametros | Fuerza 10 - 20 N | 0,1 % | Desplazamiento 1 | Fuerza 1 N |
| Unidad | N/mm2 | N | mm | N |
| 1_1 | -- | -- | 3.03434 | 1.00000 |
| 1_2 | -- | -- | 3.98488 | 1.00000 |
| 1_3 | -- | -- | 4.23998 | 1.00000 |
| Media | -- | -- | 3.75307 | 1.00000 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 0.63537 | 0.00000 |
| Maximo | -- | -- | 4.23998 | 1.00000 |
| Minimo | -- | -- | 3.03434 | 1.00000 |
| Rango | -- | -- | 1.20564 | 0.00000 |

| Nombre | Max_Displ_Fuerza | Max_Fuerza | Rotura_Fuerza | Pico1_Fuerza |
|------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------|
| Parametros | | Calc. at Entire | | |
| Unidad | N | Areas | Sensibilidad 10 | N |
| 1_1 | -0.2542 | 4.79206 | -- | -- |
| 1_2 | -0.3660 | 8.95778 | -- | -- |
| 1_3 | 0.02050 | 9.23475 | -- | -- |
| Media | -0.1999 | 7.66153 | -- | -- |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | 0.19889 | 2.48889 | -- | -- |
| Maximo | 0.02050 | 9.23475 | -- | -- |
| Minimo | -0.3660 | 4.79206 | -- | -- |
| Rango | 0.38650 | 4.44269 | -- | -- |

| Nombre | LE1_Fuerza | PIF_Fuerza | Min_Fuerza | Energia1 |
|------------|------------|------------|-----------------|-----------------|
| Parametros | 0.2 % | | Calc. at Entire | Calc. at Entire |
| Unidad | N | N | Areas | Areas |
| 1_1 | -- | -- | N | J |
| 1_2 | -- | -- | -0.8260 | 0.02465 |
| 1_3 | -- | -- | -0.3660 | 0.14027 |
| Media | -- | -- | -0.1610 | 0.09563 |
| Desviacion | | | -0.4510 | 0.08685 |
| Estandar | -- | -- | 0.34055 | 0.05831 |
| Maximo | -- | -- | -0.1610 | 0.14027 |
| Minimo | -- | -- | -0.8260 | 0.02465 |
| Rango | -- | -- | 0.66500 | 0.11562 |

| Nombre | EACS1_Desplazamiento |
|------------|----------------------|
| Parametros | Fuerza 1 N |
| Unidad | mm |
| 1_1 | 0.23322 |
| 1_2 | 0.19876 |
| 1_3 | 0.21617 |
| Media | 0.21605 |
| Desviacion | |
| Estandar | 0.01723 |
| Maximo | 0.23322 |
| Minimo | 0.19876 |
| Rango | 0.03446 |

Comentarios

RESISTENCIA A LA TENSIÓN T3 (R1)

| | | | |
|-----------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------------|
| Palabra llave | | Nombre de producto | |
| Nombre de archivo de ensayo | | Nombre de metodo de ensayo | RESISTENCIA A LA TENSION REVISADO.xml |
| Fecha de informe | 8/12/2023 | Fecha de ensayo | 8/12/2023 |
| Modo de Ensayo | Sencillo | Tipo de ensayo | Traccion |
| Velocidad | 100mm/min | Forma | Plana |
| Nºde partidas: | 1 | Nºde muestras: | 3 |

| Nombre | M.Elastico | PF(%FS)_Fuerza | CASE1_Fuerza Desplazamiento 1 | Preset1_Fuerza |
|---------------------|------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| Parametros | Fuerza 10 - 20 N | 0,1 % | mm | Fuerza 1 N |
| Unidad | N/mm2 | N | N | N |
| 1_1 | -- | -- | 0,77085 | 1,00000 |
| 1_2 | -- | -- | 0,90558 | 1,00000 |
| 1_3 | -- | -- | 0,68661 | 1,00000 |
| Media | -- | -- | 0,78768 | 1,00000 |
| Desviacion Estandar | -- | -- | 0,11045 | 0,00000 |
| Maximo | -- | -- | 0,90558 | 1,00000 |
| Minimo | -- | -- | 0,68661 | 1,00000 |
| Rango | -- | -- | 0,21897 | 0,00000 |

| Nombre | Max_Displ_Fuerza | Max_Fuerza Calc. at Entire | Rotura_Fuerza | Pico1_Fuerza |
|---------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| Parametros | | Areas | Sensibilidad 10 | |
| Unidad | N | N | N | N |
| 1_1 | -0,4454 | 3,91356 | -- | -- |
| 1_2 | -0,3898 | 3,04731 | -- | -- |
| 1_3 | -0,1101 | 3,24305 | -- | -- |
| Media | -0,3151 | 3,40131 | -- | -- |
| Desviacion Estandar | 0,17970 | 0,45429 | -- | -- |
| Maximo | -0,1101 | 3,91356 | -- | -- |
| Minimo | -0,4454 | 3,04731 | -- | -- |
| Rango | 0,33530 | 0,86625 | -- | -- |

| Nombre | LE1_Fuerza | PIF_Fuerza | Min_Fuerza Calc. at Entire | Energia1 Calc. at Entire |
|---------------------|------------|------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Parametros | 0,2 % | | Areas | Areas |
| Unidad | N | N | N | J |
| 1_1 | -- | -- | -0,4540 | 0,05924 |
| 1_2 | -- | -- | -0,4756 | 0,02273 |
| 1_3 | -- | -- | -0,1245 | 0,02361 |
| Media | -- | -- | -0,3514 | 0,03519 |
| Desviacion Estandar | -- | -- | 0,19677 | 0,02083 |
| Maximo | -- | -- | -0,1245 | 0,05924 |
| Minimo | -- | -- | -0,4756 | 0,02273 |
| Rango | -- | -- | 0,35110 | 0,03651 |

| Nombre | EACS1_Desplazamiento |
|---------------------|----------------------|
| Parametros | Fuerza 1 N |
| Unidad | mm |
| 1_1 | 1,44779 |
| 1_2 | 1,13021 |
| 1_3 | 1,41853 |
| Media | 1,33218 |
| Desviacion Estandar | 0,17552 |
| Maximo | 1,44779 |
| Minimo | 1,13021 |
| Rango | 0,31758 |

Comentarios

RESISTENCIA A LA TENSIÓN T3 (R2)

| | | | |
|-----------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------------|
| Palabra llave | | Nombre de producto | |
| Nombre de archivo de ensayo | | Nombre de metodo de ensayo | RESISTENCIA A LA TENSION REVISADO.xml |
| Fecha de informe | 8/12/2023 | Fecha de ensayo | 8/12/2023 |
| Modo de Ensayo | Sencillo | Tipo de ensayo | Traccion |
| Velocidad | 100mm/min | Forma | Plana |
| N°de partidas: | 1 | N°de muestras: | 3 |

| Nombre | M.Elastico | PF(%FS)_Fuerza | CASE1_Fuerza Desplazamiento 1 | Preset1_Fuerza |
|---------------------|------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| Parametros | Fuerza 10 - 20 N | 0,1 % | mm | Fuerza 1 N |
| Unidad | N/mm2 | N | N | N |
| 1_1 | -- | -- | 1,67756 | 1,00000 |
| 1_2 | -- | -- | 0,60697 | 1,00000 |
| 1_3 | -- | -- | 1,16255 | 1,00000 |
| Media | -- | -- | 1,14903 | 1,00000 |
| Desviacion Estandar | -- | -- | 0,53542 | 0,00000 |
| Maximo | -- | -- | 1,67756 | 1,00000 |
| Minimo | -- | -- | 0,60697 | 1,00000 |
| Rango | -- | -- | 1,07059 | 0,00000 |

| Nombre | Max_Displ_Fuerza | Max_Fuerza Calc. at Entire | Rotura_Fuerza | Pico1_Fuerza |
|---------------------|------------------|----------------------------|-----------------|--------------|
| Parametros | | Areas | Sensibilidad 10 | |
| Unidad | N | N | N | N |
| 1_1 | -0,1493 | 4,11574 | -- | -- |
| 1_2 | -0,0522 | 3,62190 | 3,09976 | -- |
| 1_3 | -0,1651 | 2,96005 | -- | -- |
| Media | -0,1222 | 3,56590 | 3,09976 | -- |
| Desviacion Estandar | 0,06113 | 0,57988 | -- | -- |
| Maximo | -0,0522 | 4,11574 | 3,09976 | -- |
| Minimo | -0,1651 | 2,96005 | 3,09976 | -- |
| Rango | 0,11290 | 1,15569 | 0,00000 | -- |

| Nombre | LE1_Fuerza | PIF_Fuerza | Min_Fuerza Calc. at Entire | Energia1 Calc. at Entire |
|---------------------|------------|------------|----------------------------|--------------------------|
| Parametros | 0,2 % | | Areas | Areas |
| Unidad | N | N | N | J |
| 1_1 | -- | -- | -0,2147 | 0,04648 |
| 1_2 | -- | -- | -0,0620 | 0,04680 |
| 1_3 | -- | -- | -0,4474 | 0,02254 |
| Media | -- | -- | -0,2414 | 0,03861 |
| Desviacion Estandar | -- | -- | 0,19408 | 0,01392 |
| Maximo | -- | -- | -0,0620 | 0,04680 |
| Minimo | -- | -- | -0,4474 | 0,02254 |
| Rango | -- | -- | 0,38540 | 0,02426 |

| Nombre | EACS1_Desplazamiento |
|---------------------|----------------------|
| Parametros | Fuerza 1 N |
| Unidad | mm |
| 1_1 | 0,47269 |
| 1_2 | 1,57724 |
| 1_3 | 0,77234 |
| Media | 0,94076 |
| Desviacion Estandar | 0,57121 |
| Maximo | 1,57724 |
| Minimo | 0,47269 |
| Rango | 1,10455 |

Comentarios

RESISTENCIA A LA TENSIÓN T3 (R3)

| | | | |
|-----------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------------|
| Palabra llave | | Nombre de producto | |
| Nombre de archivo de ensayo | | Nombre de metodo de ensayo | RESISTENCIA A LA TENSION REVISADO.xml |
| Fecha de informe | 8/12/2023 | Fecha de ensayo | 8/12/2023 |
| Modo de Ensayo | Sencillo | Tipo de ensayo | Traccion |
| Velocidad | 100mm/min | Forma | Plana |
| Nºde partidas: | 1 | Nºde muestras: | 3 |

| Nombre | M.Elastico | PF(NFS)_Fuerza | CASE1_Fuerza Desplazamiento 1 | Preset1_Fuerza |
|------------|------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| Parametros | Fuerza 10 - 20 N | 0,1 % | mm | Fuerza 1 N |
| Unidad | N/mm2 | N | N | N |
| 1_1 | -- | -- | 2,26650 | 1,00000 |
| 1_2 | -- | -- | 1,13909 | 1,00000 |
| 1_3 | -- | -- | 2,53440 | 1,00000 |
| Media | -- | -- | 1,98000 | 1,00000 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 0,74046 | 0,00000 |
| Maximo | -- | -- | 2,53440 | 1,00000 |
| Minimo | -- | -- | 1,13909 | 1,00000 |
| Rango | -- | -- | 1,39531 | 0,00000 |

| Nombre | Max_Disp_Fuerza | Max_Fuerza Calc. at Entire | Rotura_Fuerza | Pico1_Fuerza |
|------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| Parametros | | Areas | Sensibilidad 10 | |
| Unidad | N | N | N | N |
| 1_1 | -0,0578 | 4,38444 | -- | -- |
| 1_2 | -1,0587 | 3,16556 | 1,56339 | -- |
| 1_3 | -0,2002 | 4,79023 | -0,2002 | -- |
| Media | -0,4389 | 4,11341 | 0,68160 | -- |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | 0,54146 | 0,84557 | 0,88180 | -- |
| Maximo | -0,0578 | 4,79023 | 1,56339 | -- |
| Minimo | -1,0587 | 3,16556 | -0,2002 | -- |
| Rango | 1,00090 | 1,62467 | 1,76359 | -- |

| Nombre | LE1_Fuerza | PIF_Fuerza | Min_Fuerza Calc. at Entire | Energia1 Calc. at Entire |
|------------|------------|------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Parametros | 0,2 % | | Areas | Areas |
| Unidad | N | N | N | J |
| 1_1 | -- | -- | -0,1519 | 0,03725 |
| 1_2 | -- | -- | -1,6007 | 0,04245 |
| 1_3 | -- | -- | -1,2972 | 0,05901 |
| Media | -- | -- | -1,0166 | 0,04624 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 0,76407 | 0,01136 |
| Maximo | -- | -- | -0,1519 | 0,05901 |
| Minimo | -- | -- | -1,6007 | 0,03725 |
| Rango | -- | -- | 1,44880 | 0,02176 |

| Nombre | EACS1_Desplazamiento |
|------------|----------------------|
| Parametros | Fuerza 1 N |
| Unidad | mm |
| 1_1 | 0,34826 |
| 1_2 | 0,81783 |
| 1_3 | 0,31673 |
| Media | 0,49427 |
| Desviacion | |
| Estandar | 0,28065 |
| Maximo | 0,81783 |
| Minimo | 0,31673 |
| Rango | 0,50110 |

Comentarios

RESISTENCIA A LA TENSION T4 (R1)

| | | | |
|-----------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------------|
| Palabra llave | | Nombre de producto | |
| Nombre de archivo de ensayo | | Nombre de metodo de ensayo | RESISTENCIA A LA TENSION REVISADO.xml |
| Fecha de informe | 8/12/2023 | Fecha de ensayo | 8/12/2023 |
| Modo de Ensayo | Sencillo | Tipo de ensayo | Traccion |
| Velocidad | 100mm/min | Forma | Plana |
| Nºde partidas: | 1 | Nºde muestras: | 3 |

| Nombre | M.Elastico | PF(%FS)_Fuerza | CASE1_Fuerza Desplazamiento 1 | Preset1_Fuerza |
|------------|------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| Parametros | Fuerza 10 - 20 N | 0,1 % | mm | Fuerza 1 N |
| Unidad | N/mm2 | N | N | N |
| 1 _ 1 | -- | -- | 3,82653 | 1,00000 |
| 1 _ 2 | -- | -- | 4,90376 | 1,00000 |
| 1 _ 3 | -- | -- | 3,97936 | 1,00000 |
| Media | -- | -- | 4,23655 | 1,00000 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 0,58285 | 0,00000 |
| Maximo | -- | -- | 4,90376 | 1,00000 |
| Minimo | -- | -- | 3,82653 | 1,00000 |
| Rango | -- | -- | 1,07723 | 0,00000 |

| Nombre | Max_Displ_Fuerza | Max_Fuerza Calc. at Entire | Rotura_Fuerza | Pico1_Fuerza |
|------------|------------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| Parametros | | Areas | Sensibilidad 10 | |
| Unidad | N | N | N | N |
| 1 _ 1 | -0,1355 | 5,72244 | -- | -- |
| 1 _ 2 | -0,2482 | 7,54937 | -- | -- |
| 1 _ 3 | -0,9659 | 9,89787 | 6,47831 | -- |
| Media | -0,4499 | 7,72323 | 6,47831 | -- |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | 0,45044 | 2,09314 | -- | -- |
| Maximo | -0,1355 | 9,89787 | 6,47831 | -- |
| Minimo | -0,9659 | 5,72244 | 6,47831 | -- |
| Rango | 0,83040 | 4,17543 | 0,00000 | -- |

| Nombre | LE1_Fuerza | PIF_Fuerza | Min_Fuerza Calc. at Entire | Energia1 Calc. at Entire |
|------------|------------|------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Parametros | 0,2 % | | Areas | Areas |
| Unidad | N | N | N | J |
| 1 _ 1 | -- | -- | -0,2127 | 0,02460 |
| 1 _ 2 | -- | -- | -0,5494 | 0,05342 |
| 1 _ 3 | -- | -- | -1,6765 | 0,20187 |
| Media | -- | -- | -0,8129 | 0,09330 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 0,76664 | 0,09513 |
| Maximo | -- | -- | -0,2127 | 0,20187 |
| Minimo | -- | -- | -1,6765 | 0,02460 |
| Rango | -- | -- | 1,46380 | 0,17727 |

| Nombre | EACS1_Desplazamiento |
|------------|----------------------|
| Parametros | Fuerza 1 N |
| Unidad | mm |
| 1 _ 1 | 0,20042 |
| 1 _ 2 | 0,17777 |
| 1 _ 3 | 0,21285 |
| Media | 0,19701 |
| Desviacion | |
| Estandar | 0,01779 |
| Maximo | 0,21285 |
| Minimo | 0,17777 |
| Rango | 0,03508 |

Comentarios

RESISTENCIA A LA TENSIÓN T4 (R2)

| | | | |
|-----------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------------|
| Palabra llave | | Nombre de producto | |
| Nombre de archivo de ensayo | | Nombre de metodo de ensayo | RESISTENCIA A LA TENSION REVISADO.xml |
| Fecha de informe | 8/12/2023 | Fecha de ensayo | 8/12/2023 |
| Modo de Ensayo | Sencillo | Tipo de ensayo | Traccion |
| Velocidad | 100mm/min | Forma | Plana |
| Nºde partidas: | 1 | Nºde muestras: | 3 |

| Nombre | M.Elastico | PF(%FS)_Fuerza | CASE1_Fuerza Desplazamiento 1 | Preset1_Fuerza |
|------------|------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| Parametros | Fuerza 10 - 20 N | 0,1 % | mm | Fuerza 1 N |
| Unidad | N/mm2 | N | N | N |
| 1_1 | -- | -- | 4,87718 | 1,00000 |
| 1_2 | -- | -- | 4,21592 | 1,00000 |
| 1_3 | -- | -- | 2,67996 | 1,00000 |
| Media | -- | -- | 3,92435 | 1,00000 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 1,12725 | 0,00000 |
| Maximo | -- | -- | 4,87718 | 1,00000 |
| Minimo | -- | -- | 2,67996 | 1,00000 |
| Rango | -- | -- | 2,19722 | 0,00000 |

| Nombre | Max_Displ_Fuerza | Max_Fuerza Calc. at Entire | Rotura_Fuerza | Pico1_Fuerza |
|------------|------------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| Parametros | | Areas | Sensibilidad 10 | |
| Unidad | N | N | N | N |
| 1_1 | -1,1281 | 9,07787 | 0,92236 | -- |
| 1_2 | -2,5291 | 10,6042 | 10,0577 | -- |
| 1_3 | -0,0491 | 5,68771 | -- | -- |
| Media | -1,2354 | 8,45659 | 5,49003 | -- |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | 1,24348 | 2,51644 | 4,56767 | -- |
| Maximo | -0,0491 | 10,6042 | 10,0577 | -- |
| Minimo | -2,5291 | 5,68771 | 0,92236 | -- |
| Rango | 2,48000 | 4,91649 | 9,13534 | -- |

| Nombre | LE1_Fuerza | PIF_Fuerza | Min_Fuerza Calc. at Entire | Energia1 Calc. at Entire |
|------------|------------|------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Parametros | 0,2 % | | Areas | Areas |
| Unidad | N | N | N | J |
| 1_1 | -- | -- | -2,3737 | 0,13915 |
| 1_2 | -- | -- | -2,6441 | 0,17269 |
| 1_3 | -- | -- | -0,2995 | 0,05043 |
| Media | -- | -- | -1,7724 | 0,12076 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 1,28274 | 0,06317 |
| Maximo | -- | -- | -0,2995 | 0,17269 |
| Minimo | -- | -- | -2,6441 | 0,05043 |
| Rango | -- | -- | 2,34460 | 0,12226 |

| Nombre | EACS1_Desplazamiento |
|------------|----------------------|
| Parametros | Fuerza 1 N |
| Unidad | mm |
| 1_1 | 0,17182 |
| 1_2 | 0,19528 |
| 1_3 | 0,29576 |
| Media | 0,22095 |
| Desviacion | |
| Estandar | 0,06584 |
| Maximo | 0,29576 |
| Minimo | 0,17182 |
| Rango | 0,12394 |

Comentarios

RESISTENCIA A LA TENSIÓN T4 (R3)

| | | | |
|-----------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------------|
| Palabra llave | | Nombre de producto | |
| Nombre de archivo de ensayo | | Nombre de metodo de ensayo | RESISTENCIA A LA TENSION REVISADO.xml |
| Fecha de informe | 8/12/2023 | Fecha de ensayo | 8/12/2023 |
| Modo de Ensayo | Sencillo | Tipo de ensayo | Traccion |
| Velocidad | 100mm/min | Forma | Plana |
| Nºde partidas: | 1 | Nºde muestras: | 3 |

| Nombre | M.Elastico | PF(%FS)_Fuerza | CASE1_Fuerza Desplazamiento 1 | Preset1_Fuerza |
|------------|------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| Parametros | Fuerza 10 - 20 N | 0,1 % | mm | Fuerza 1 N |
| Unidad | N/mm2 | N | N | N |
| 1_1 | -- | -- | 5,10030 | 1,00000 |
| 1_2 | -- | -- | 2,97701 | 1,00000 |
| 1_3 | -- | -- | 3,08369 | 1,00000 |
| Media | -- | -- | 3,72033 | 1,00000 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 1,19628 | 0,00000 |
| Maximo | -- | -- | 5,10030 | 1,00000 |
| Minimo | -- | -- | 2,97701 | 1,00000 |
| Rango | -- | -- | 2,12329 | 0,00000 |

| Nombre | Max_Displ_Fuerza | Max_Fuerza Calc. at Entire | Rotura_Fuerza | Pico1_Fuerza |
|------------|------------------|-------------------------------|-----------------|--------------|
| Parametros | | Areas | Sensibilidad 10 | |
| Unidad | N | N | N | N |
| 1_1 | -0,5768 | 9,33528 | 2,36336 | -- |
| 1_2 | -1,1014 | 6,39153 | -0,0045 | -- |
| 1_3 | -0,6562 | 5,35695 | 0,82827 | -- |
| Media | -0,7781 | 7,02792 | 1,06238 | -- |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | 0,28276 | 2,06410 | 1,20116 | -- |
| Maximo | -0,5768 | 9,33528 | 2,36336 | -- |
| Minimo | -1,1014 | 5,35695 | -0,0045 | -- |
| Rango | 0,52460 | 3,97833 | 2,36786 | -- |

| Nombre | LE1_Fuerza | PIF_Fuerza | Min_Fuerza Calc. at Entire | Energia1 Calc. at Entire |
|------------|------------|------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Parametros | 0,2 % | | Areas | Areas |
| Unidad | N | N | N | J |
| 1_1 | -- | -- | -1,0281 | 0,11411 |
| 1_2 | -- | -- | -1,6986 | 0,09960 |
| 1_3 | -- | -- | -1,7768 | 0,03129 |
| Media | -- | -- | -1,5012 | 0,08167 |
| Desviacion | | | | |
| Estandar | -- | -- | 0,41155 | 0,04423 |
| Maximo | -- | -- | -1,0281 | 0,11411 |
| Minimo | -- | -- | -1,7768 | 0,03129 |
| Rango | -- | -- | 0,74870 | 0,08282 |

| Nombre | EACS1_Desplazamiento |
|------------|----------------------|
| Parametros | Fuerza 1 N |
| Unidad | mm |
| 1_1 | 0,16454 |
| 1_2 | 0,25386 |
| 1_3 | 0,28087 |
| Media | 0,23309 |
| Desviacion | |
| Estandar | 0,06088 |
| Maximo | 0,28087 |
| Minimo | 0,16454 |
| Rango | 0,11633 |

Comentarios

ANEXO V

Aval del CIDEN del Abstract.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

| ABSTRACT- EVALUATION SHEET | | | | |
|---|--|---|--|---|
| NAME: Janneth Cristina Lucero Ruano | | | | |
| DATE: 20 de agosto de 2024 | | | | |
| Topic: "Caracterización de películas comestibles a base de almidón de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) con extracto de semillas de taxo (<i>Passiflora cumbalensis</i>) y su efecto sobre el pardeamiento enzimático de la papa mínimamente procesada". | | | | |
| MARKS AWARDED | | QUANTITATIVE AND QUALITATIVE | | |
| VOCABULARY AND WORD USE | Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic | Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic | Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic | Limited vocabulary and inadequate words related to the topic |
| | EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/> | GOOD: 1 Vera Játiva Edwin Andrés,5 <input type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| WRITING COHESION | Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs. | Adequate progression of ideas and supporting paragraphs. | Some progression of ideas and supporting paragraphs. | Inadequate ideas and supporting paragraphs. |
| | EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| ARGUMENT | The message has been communicated very well and identify the type of text | The message has been communicated appropriately and identify the type of text | Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing | The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate |
| | EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| CREATIVITY | Outstanding flow of ideas and events | Good flow of ideas and events | Average flow of ideas and events | Poor flow of ideas and events |
| | EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| SCIENTIFIC SUSTAINABILITY | Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement | Minor errors when supporting the thesis statement | Some errors when supporting the thesis statement | Lots of errors when supporting the thesis statement |
| | EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| TOTAL/AVERAGE | 9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED | TOTAL 9 | | |