

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

E.A.P. DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

“CARACTERIZACIÓN DE BANDEJAS BIODEGRADABLES DE ALMIDÓN Y FIBRA DE SEMILLA DE (*Persea americana*) Y ALMIDÓN DE (*Mangifera indica*)”

BACHILLERES

Matos Medina Ivonne Yadiria

Díaz Milla Jackeline Brilly

ASESORA

Dra. Elza Berta Aguirre Vargas

Nuevo Chimbote, Perú

2022



HOJA DE AVAL DE JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado “CARACTERIZACIÓN DE BANDEJAS BIODEGRADABLES DE ALMIDÓN Y FIBRA DE SEMILLA Persea americana Y ALMIDÓN DE Mangifera indica”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por los bachilleres: **DIAZ MILLA JACKELINE BRILLY** y **MATOS MEDINA IVONNE YADIRA**, teniendo como asesora a la Dra. Elza Berta Aguirre Vargas, designada mediante la resolución decanal N° 794-2018-UNS-FI, ha sido revisado y aprobado el día 13 de Mayo del 2022 por el siguiente jurado evaluador, designados mediante resolución N° 078-2022-UNS-CFI.

Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda
Presidente

Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Secretario

Ms. Elizalde Carranza Caballero
Integrante



ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

Siendo las 9:00 horas del día trece de mayo del dos mil veintidós, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 078-2022-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Jorge Domínguez Castañeda** (Presidente)
- **Dra. Elza Aguirre Vargas** (Secretaria)
- **Ms. Elizalde Carranza Caballero** (Integrante)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis:

“**CARACTERIZACIÓN DE BANDEJAS BIODEGRADABLES DE ALMIDÓN Y FIBRA DE SEMILLA *Persea americana* Y ALMIDÓN DE *Mangifera indica***”, elaborado por las bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **DÍAZ MILLA JACKELINE BRILLY**
- **MATOS MEDINA IVONNE YADIRA**

Asimismo, tiene como Asesora a la docente: **Dra. Elza Aguirre Vargas**

Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

| BACHILLER | PROMEDIO VIGESIMAL | PONDERACIÓN |
|-----------------------------|--------------------|---------------|
| DÍAZ MILLA JACKELINE BRILLY | 19 | SOBRESALIENTE |

Siendo las 10:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 13 de mayo del 2022.

Dr. Jorge Domínguez Castañeda
Presidente

Dra. Elza Aguirre Vargas
Secretaria

Ms. Elizalde Carranza Caballero
Integrante



ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

Siendo las 9:00 horas del día trece de mayo del dos mil veintidós, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 078-2022-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dr. Jorge Domínguez Castañeda (Presidente)**
- **Dra. Elza Aguirre Vargas (Secretaria)**
- **Ms. Elizalde Carranza Caballero (Integrante)**

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis:

“**CARACTERIZACIÓN DE BANDEJAS BIODEGRADABLES DE ALMIDÓN Y FIBRA DE SEMILLA *Persea americana* Y ALMIDÓN DE *Mangifera indica***”, elaborado por las bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **DÍAZ MILLA JACKELINE BRILLY**
- **MATOS MEDINA IVONNE YADIRA**

Asimismo, tiene como Asesora a la docente: **Dra. Elza Aguirre Vargas**


Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.


El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:


| BACHILLER | PROMEDIO VIGESIMAL | PONDERACIÓN |
|----------------------------|--------------------|---------------|
| MATOS MEDINA IVONNE YADIRA | 19 | SOBRESALIENTE |

Siendo las 10:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 13 de mayo del 2022.


Dr. Jorge Domínguez Castañeda
Presidente


Dra. Elza Aguirre Vargas
Secretaria


Ms. Elizalde Carranza Caballero
Integrante

Dedicatoria

A Dios, por guiarme en cada paso de mi vida, dándome fuerzas en los momentos más duros de la vida y permitirme culminar mis estudios superiores.

A mis padres: Pedro Díaz y Yeni Milla, quienes son mi motor desde que tengo uso de razón, siempre estaré eternamente agradecidos por haberme inculcado en mi persona valores preciados y en todo momento estuvo presente su amor incondicional.

A mi compañera de vida: Steffany Diaz, mi hermana gemela, que siempre estuvo presente en cada etapa brindándome toda su comprensión y amor.

A mis abuelos: Teofila Jaime e Inocente Diaz, quienes se han convertido en mis ángeles que me cuidan desde el cielo, me dejaron su amor y las ganas de triunfar en la vida.

DÍAZ MILLA JACKELINE BRILLY

A Dios, por acompañarme siempre e iluminar mi camino, llenándome de la fortaleza necesaria para seguir adelante. Por guiarme, en cada etapa de mi vida y en especial en la presente, brindándome paciencia y sabiduría para afrontar las adversidades.

A mis padres; Luis Matos y Rosa Medina por la comprensión y el apoyo incondicional en cada paso; y por sus consejos que me formaron con valores y ayudaron a desarrollar mis alas para conseguir mis metas.

A mis hermanos; José Matos y Deivis Matos que, con su amor fraternal, consejos, complicidad y apoyo; me llenan de júbilo.

A mis sobrinos, primos y tíos por su ayuda, consejos y tenerme en sus oraciones.

MATOS MEDINA IVONNE YADIRA

Agradecimientos

A Dios por guiarnos y permitirnos concluir esta etapa universitaria tan importante en nuestras vidas.

A nuestros padres por su amor, apoyo incondicional y sabios consejos, que nos motivaron a salir adelante a pesar de las adversidades.

A nuestra asesora, Ing. Elsa Aguirre Vargas quien nos orientó en todo momento y con sus amplios conocimientos nos supo encaminar para concretar este trabajo.

Al Ing. Raúl Siche, quien es responsable del laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Universidad Nacional de Trujillo, por facilitarnos el laboratorio para la elaboración de las bandejas biodegradables, guiarnos durante el proceso y confiar en nuestras capacidades.

A nuestros compañeros de la Universidad Nacional del Santa: Dreysi, Carlos, Gary, Michael por apoyarnos en ciertas actividades de la primera etapa de nuestro proyecto.

A nuestros amigos de la Universidad Nacional de Trujillo: Edward, Mirko, Lourdes, Luis quienes fueron un gran soporte durante la segunda etapa, en la obtención, ejecución y análisis de las bandejas biodegradables de nuestro proyecto de tesis.

A nuestros educadores de la E.A.P. de Ingeniería Agroindustrial, por ser parte de nuestra formación profesional y compartirnos su conocimiento.

Al Ing. David Choque Quispe, quien nos ayudó en la realización del análisis de elementos químicos en bandeja biodegradable, en el laboratorio de Investigación en Control y Análisis de Aguas de la Universidad Nacional José María Arguedas.

A la Ing. Gina Toro, por ayudarnos en la realización del análisis Termogravimétrico en bandeja biodegradable, en el laboratorio de la Universidad Nacional José María Arguedas.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| I. Introducción..... | 17 |
| II. Fundamento Teórico | 20 |
| 2.1. Envases desechables | 20 |
| 2.2. Envases Biodegradables..... | 20 |
| 2.3. Biopolímeros | 20 |
| 2.4. Palta..... | 21 |
| 2.4.1. Origen..... | 21 |
| 2.4.2. Taxonomía | 21 |
| 2.4.3. Características de la Palta Hass..... | 22 |
| 2.4.3.1. Semilla de palta Hass | 23 |
| 2.5. Mango..... | 26 |
| 2.5.1. Origen..... | 26 |
| 2.5.2. Taxonomia | 27 |
| 2.5.3. Características del mango Kent..... | 28 |
| 2.5.3.1. Semilla de Mango Kent..... | 28 |
| 2.6. Almidón..... | 30 |
| 2.6.1. Amilosa | 31 |
| 2.6.2. Amilopectina..... | 32 |
| 2.6.3. Relación entre amilosa y amilopectina | 32 |
| 2.6.4. Propiedad Físicoquímica del almidón..... | 33 |
| 2.6.5. Elementos presentes en el almidón | 36 |
| 2.6.6. Propiedades funcionales del almidón..... | 37 |
| 2.7. Biodegradabilidad | 37 |

| | |
|--|----|
| 2.8. Fibra natural | 38 |
| 2.9. Termoformado | 38 |
| 2.9.1. Termoformado al vacío | 38 |
| 2.9.2. Termoformado a presión | 39 |
| 2.9.3. Termoformado mecánico | 39 |
| 2.9.4. Termoformado mecánico molde macho-hembra | 39 |
| 2.10. Espectroscopia de infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR) | 39 |
| 2.11. Diseño de la investigación | 42 |
| 2.11.1. Etapas de Investigación..... | 42 |
| 2.11.2. Diseño experimental | 42 |
| 2.11.3. Modelo estadístico | 43 |
| 2.11.4. Diseño experimental | 44 |
| III. Materiales y Métodos..... | 45 |
| 3.1. Materiales..... | 45 |
| 3.1.1. Materia prima..... | 45 |
| 3.1.1.1. Materiales Biológicos | 45 |
| 3.1.2. Materiales generales..... | 45 |
| 3.1.3. Materiales de vidrio | 45 |
| 3.2. Equipos..... | 46 |
| 3.3. Metodología | 47 |
| 3.3.1. Elaboración de bandejas biodegradables | 55 |
| 3.3.1.1. Formulación de bandejas biodegradables | 55 |
| 3.3.1.2. Caracterización de las bandejas biodegradables | 59 |
| 3.4. Diseño estadístico | 62 |
| 3.5. Análisis estadístico..... | 62 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| IV.Resultados y Discusión..... | 63 |
| 4.1. Propiedad química..... | 63 |
| 4.2. Propiedades físicas | 73 |
| 4.3. Propiedades mecánicas | 85 |
| V. Conclusiones | 93 |
| VI.Recomendaciones | 94 |
| VII.Referencias Bibliográficas | 95 |
| VIII.Anexos..... | 111 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Taxonomía de la palta..... | 22 |
| Tabla 2. Composición química proximal de la semilla de palta Hass. | 25 |
| Tabla 3. Taxonomía del mango. | 27 |
| Tabla 4. Composición química proximal de la almendra del mango Kent..... | 29 |
| Tabla 5. Diseño completamente al azar (DCA) | 43 |
| Tabla 6. Croquis de aleatorización..... | 44 |
| Tabla 7. Formulaciones para la elaboración de bandejas. | 55 |
| Tabla 8. Cantidades equivalentes en peso seco en gramos. | 56 |
| Tabla 9. Bandas características del espectro FTIR obtenida de los Tratamientos y sus componentes de mezcla. | 72 |
| Tabla 10. ANOVA, Análisis de varianza para Color..... | 73 |
| Tabla 11. Promedio de los parámetros L*, a*, b*; de las bandejas biodegradables en los diferentes Tratamientos..... | 77 |
| Tabla 12. ANOVA, Análisis de varianza para el espesor..... | 78 |
| Tabla 13. ANOVA, Análisis de varianza para el Densidad..... | 79 |
| Tabla 14. ANOVA, Análisis de varianza para el Humedad. | 81 |
| Tabla 15. ANOVA, Análisis de varianza para el Capacidad de absorción de agua. | 82 |
| Tabla 16. Valores de espesor, densidad, humedad y capacidad de absorción de agua en bandejas de almidón de semilla de mango, almidón y fibra de semilla de palta. | 84 |
| Tabla 17. ANOVA, Análisis de varianza para Tensión (MPa)..... | 85 |
| Tabla 18. ANOVA, Análisis de varianza para Elongación (%) | 87 |
| Tabla 19. ANOVA, Análisis de varianza para Resistencia a la perforación (N)..... | 89 |
| Tabla 20. ANOVA, Análisis de varianza para Deformación (mm)..... | 90 |
| Tabla 21. Valores de tensión, elongación, resistencia a la perforación y deformación en bandejas de almidón de semilla de mango, almidón y fibra de semilla de palta. | 92 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.Partes del fruto de la palta Hass. | 23 |
| Figura 2.Semilla de palta Hass..... | 24 |
| Figura 3.Principales partes de semilla de Mango. | 29 |
| Figura 4.Estructura Química del almidón..... | 31 |
| Figura 5.Fenómenos durante el calentamiento y enfriamiento del almidón..... | 36 |
| Figura 6.Regiones de espectroscopía de infrarrojo..... | 41 |
| Figura 7.Diagrama de flujo de obtención de almidón de semilla de palta..... | 47 |
| Figura 8.Diagrama de flujo de obtención de almidón de semilla de mango..... | 50 |
| Figura 9.Diagrama de flujo de obtención de fibra de semilla de palta. | 53 |
| Figura 10.Flujograma de la obtención de bandejas biodegradables. | 57 |
| Figura 11.Espectro FTIR de almidón de semilla de palta. | 63 |
| Figura 12.Espectro FTIR de almidón de semilla de mango..... | 64 |
| Figura 13.Espectro FTIR de fibra de semilla de palta. | 64 |
| Figura 14.Espectro FTIR DE T1..... | 65 |
| Figura 15.Espectro FTIR de T2. | 65 |
| Figura 16.Espectro FTIR de T3. | 66 |
| Figura 17.Espectro FTIR de T4. | 66 |
| Figura 18.Espectro FTIR de T5. | 67 |
| Figura 19.Espectro FTIR de T6. | 67 |
| Figura 20.Espectro FTIR de T7 | 68 |
| Figura 21.Espectro FTIR de T8. | 68 |
| Figura 22.Espectro FTIR de T9. | 69 |
| Figura 23.Espectro FTIR de T10. | 69 |
| Figura 24.Espectros FTIR comparativo, de los 10 Tratamientos. | 70 |
| Figura 25.Medias de color de las bandejas de los 10 Tratamientos..... | 73 |

| | |
|--|----|
| Figura 26. Medias de espesor de las bandejas de los 10 Tratamientos..... | 78 |
| Figura 27. Medias de la densidad de las bandejas de los 10 Tratamientos..... | 79 |
| Figura 28. Medias de humedad de las bandejas de los 10 Tratamientos. | 81 |
| Figura 29. Medias de Capacidad de absorción de agua de las bandejas de los 10 Tratamientos. | 83 |
| Figura 30. Medias de tensión de las bandejas de los 10 tratamientos..... | 86 |
| Figura 31. Medias de elongación de las bandejas de los 10 Tratamientos. | 87 |
| Figura 32. Medias de Deformación de las bandejas de los 10 Tratamientos..... | 90 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1.Tabla de datos de análisis de espesor en las bandejas de los 10 tratamientos y las 3 repeticiones..... | 111 |
| Anexo 2.Datos de análisis de espesor en las bandejas de los 10 tratamientos y las 3 repeticiones. | 112 |
| Anexo 3.Tabla de datos de análisis de densidad en las bandejas de los 10 tratamientos y las 3 repeticiones..... | 113 |
| Anexo 4.Tabla de datos de análisis de Humedad rápida en las bandejas de los 10 tratamientos y las 3 repeticiones..... | 114 |
| Anexo 5.Tabla de datos de análisis de Capacidad de Absorción de Agua en las bandejas de los 10 tratamientos y las 3 repeticiones. | 115 |
| Anexo 6.Tabla de datos de análisis de Elongación y Tensión en las bandejas de los 10 tratamientos y las 3 repeticiones..... | 116 |
| Anexo 7.Tabla de datos de análisis de Deformación y Resistencia a la perforación en las bandejas de los 10 tratamientos y las 3 repeticiones..... | 117 |
| Anexo 8.Tabla ANOVA, Análisis de varianza para el parámetro L*..... | 118 |
| Anexo 9.Valores de Luminosidad en bandejas de los 10 Tratamientos. | 118 |
| Anexo 10.Tabla ANOVA, Análisis de varianza para el parámetro a*..... | 119 |
| Anexo 11.Valores del parámetro a* en bandejas de los 10 Tratamientos. | 119 |
| Anexo 12.Tabla ANOVA, Análisis de varianza para el parámetro b*..... | 120 |
| Anexo 13.Valores del parámetro b* en bandejas de los 10 Tratamientos. | 120 |
| Anexo 14.Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de palta en el color. | 121 |
| Anexo 15.Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de mango en el color. .. | 121 |
| Anexo 16.Análisis de varianza de la influencia de fibra de semilla de palta en el color. | 121 |
| Anexo 17.nálisis de varianza de la influencia de almidón de semilla de palta en el espesor. | 122 |
| Anexo 18.Análisis de varianza de la influencia de almidón de semilla de mango en el espesor..... | 122 |
| Anexo 19.Análisis de varianza de la influencia de fibra de semilla de palta en el espesor. | 122 |

| | |
|---|-----|
| Anexo 20. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de palta en la densidad. | 123 |
| Anexo 21. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de mango en la densidad..... | 123 |
| Anexo 22. Análisis de varianza de la influencia de fibra de semilla de palta en la densidad. | 123 |
| Anexo 23. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de palta en la humedad. | 124 |
| Anexo 24. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de mango en la humedad..... | 124 |
| Anexo 25. Análisis de varianza de la influencia de la fibra de semilla de palta en la humedad... | 124 |
| Anexo 26. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de palta en la Capacidad de Absorción de agua..... | 125 |
| Anexo 27. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de mango en la Capacidad de Absorción de agua..... | 125 |
| Anexo 28. Análisis de varianza de la influencia de fibra de semilla de palta en la Capacidad de Absorción de agua..... | 125 |
| Anexo 29. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de palta en la tensión... | 126 |
| Anexo 30. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de mango en la tensión. | 126 |
| Anexo 31. Análisis de varianza de la influencia de la fibra de semilla de palta en la tensión..... | 126 |
| Anexo 32. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de palta en la deformación..... | 127 |
| Anexo 33. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de mango en la deformación..... | 127 |
| Anexo 34. Análisis de varianza de la influencia de fibra de semilla de palta en la deformación. | 127 |
| Anexo 35. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de palta en la perforación..... | 128 |
| Anexo 36. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de mango en la perforación..... | 128 |
| Anexo 37. Análisis de varianza de la influencia de la fibra de semilla de palta en la perforación..... | 128 |
| Anexo 38. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de palta en la elongación..... | 129 |

| | |
|---|-----|
| Anexo 39.Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de mango en la elongación..... | 129 |
| Anexo 40.Análisis de varianza de la influencia de la fibra de semilla de palta en la elongación. | 129 |
| Anexo 41.Rendimiento de almidón en semilla de palta Hass..... | 130 |
| Anexo 42.Rendimiento de almidón en semilla de mango Kent..... | 130 |
| Anexo 43.Composición química y física del almidón de almendra de mango Hilacha. | 131 |
| Anexo 44.Contenido máximo de elementos en los materiales de envase y embalaje. | 132 |
| Anexo 45.Contenido de elementos en los materiales de Bandeja del Tratamiento 9. | 132 |
| Anexo 46.Sólidos Volátiles de Bandeja biodegradable. | 133 |
| Anexo 47.Metodología de determinación de sólidos volátiles en Bandejas Biodegradables. | 133 |
| Anexo 48.Determinación de sólidos Volátiles de Bandeja biodegradable T9..... | 134 |
| Anexo 49.Análisis termogravimétrico de Bandeja biodegradable del Tratamiento 9, muestra .. | 134 |
| Anexo 50.Análisis termogravimétrico de Bandeja biodegradable del Tratamiento 9, muestra 2... | 135 |
| Anexo 51.Metodología Análisis termogravimétrico (TGA)..... | 136 |
| Anexo 52.Enrollamiento helicoidal de amilosa. | 137 |
| Anexo 53.Estructura Química de la amilopectina. | 137 |
| Anexo 54.Descarte de mango de la empresa Santa Sofía. | 138 |
| Anexo 55.Zona de descarte de residuos de mango. | 138 |
| Anexo 56.Pesado de semillas de mango. | 138 |
| Anexo 57.Extracción de semilla de mango..... | 138 |
| Anexo 58.Descarte de semilla de mango. | 139 |
| Anexo 59.Semilla de mango. | 139 |
| Anexo 60.Descarte de semilla de mango. | 139 |
| Anexo 61.Almendras de semillas de mango..... | 139 |
| Anexo 62.Pesado de semilla de mango..... | 140 |
| Anexo 63.Liculado de semilla de palta. | 140 |
| Anexo 64.Sedimentación de almidón de semilla de mango | 140 |

| | |
|--|-----|
| Anexo 65.Centrifugado de almidón de semilla de mango | 140 |
| Anexo 66.Almidón húmedo de semilla de mango | 141 |
| Anexo 67.Secado de almidón de semilla de mango..... | 141 |
| Anexo 68.Molienda de almidón de semilla de mango | 141 |
| Anexo 69.Pesado de almidón seco de semilla de mango..... | 141 |
| Anexo 70.Semillas de semilla de palta. | 142 |
| Anexo 71.Rallado de semilla de palta..... | 142 |
| Anexo 72.Semilla de palta rallada | 142 |
| Anexo 73.Sedimentación de amidón de semilla de palta (1° Lavado) | 142 |
| Anexo 74.Sedimentación de amidón de semilla de palta..... | 143 |
| Anexo 75.Sedimentación de amidón de semilla de palta..... | 143 |
| Anexo 76.Sedimentación de almidón de semilla de palta. | 143 |
| Anexo 77.Lavado final..... | 143 |
| Anexo 78.Filtración de agua en el almidón de semilla de palta. | 144 |
| Anexo 79.Almidón de semilla de palta | 144 |
| Anexo 80.Secado de almidón de semilla de palta..... | 144 |
| Anexo 81.Secado de almidón de semilla de palta..... | 144 |
| Anexo 82.Almidón seco de semilla de palta..... | 145 |
| Anexo 83.Tamizado de almidones de semilla de mango y palta. | 145 |
| Anexo 84.Termoprensa..... | 145 |
| Anexo 85.Medición del color de las bandejas biodegradables | 145 |
| Anexo 86.Corte de muestras para análisis | 146 |
| Anexo 87.Medición del espesor de las muestras | 146 |
| Anexo 88.Medición de espesor de muestras..... | 146 |
| Anexo 89.Corte de muestras de cada tratamiento para medición de densidad. | 146 |
| Anexo 90.Análisis del FTIR de las muestras..... | 147 |
| Anexo 91.Medición de la humedad en muestras | 147 |
| Anexo 92.Absorción de agua de la muestra..... | 147 |

| | |
|---|-----|
| Anexo 93.Retirado de exceso de agua absorbido | 147 |
| Anexo 94.Pesado de muestra después de la absorción de agua | 148 |
| Anexo 95.Análisis de compresión en muestras | 148 |
| Anexo 96.Molienda de muestras para análisis FTIR | 148 |
| Anexo 97.Medición de humedad en muestras | 148 |
| Anexo 98.Obtención de bandejas biodegradables | 149 |
| Anexo 99.Corte de muestras para medición de propiedades mecánicas..... | 149 |
| Anexo 100.Texturómetro fracturando una muestra de bandeja | 149 |
| Anexo 101.Muestras utilizadas en determinación de resistencia a la tracción y a la perforación..... | 149 |

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es determinar la formulación cuyas proporciones de almidón y fibra de semilla de palta y almidón de semilla de mango tiene características más resistentes; las bandejas se elaboraron mediante el termoformado a 200°C durante 85 segundos, se caracterizaron sus propiedades químicas (Compuestos y grupos funcionales), físicas (color, espesor, densidad, humedad y capacidad de absorción de agua (CAA)) y mecánicas (Tensión, elongación, resistencia a la perforación y deformación). Se empleó el diseño estadístico completamente al azar (DCA) con 10 formulaciones y 3 repeticiones. Posteriormente, los resultados obtenidos de los análisis en las bandejas demostraron, en FTIR bandas de 1440cm^{-1} asociado a carbohidratos; las formulaciones con mayor porcentaje de almidón de semilla de palta en el espacio CIELAB se visualizó valores más altos de color (ΔE) rojizos y amarillentos; y el espesor de la bandeja disminuyó, obteniendo valores entre 2.467 ± 0.080 y 3.273 ± 0.195 mm. La densidad, tensión y resistencia a la perforación no fueron influenciadas por las diferentes formulaciones mostrando valores en los rangos de 0.200 ± 0.033 y 0.292 ± 0.027 g/cm^3 ; 0.07 ± 0.02 y 0.22 ± 0.1 MPa; y entre 19.71 ± 11.62 y 34.00 ± 3.83 N, respectivamente. La humedad y CAA disminuyeron al incrementar el porcentaje de fibra demostrando valores entre 11.59 ± 0.25 y $12.20\pm 0.03\%$, y entre 56.0725 ± 0.2828 y $114.132\pm 0.4311\%$, respectivamente. Además, con el incremento de fibra disminuyeron la elongación entre 0.33 ± 0.10 y $0.91\pm 0.11\%$ y la distancia de deformación entre 2.07 ± 0.48 y 4.39 ± 0.25 mm. Se concluyó que la bandeja con formulación 90 % almidón de semilla de mango y 10% de fibra de semilla de palta presenta mayor resistencia mecánica, menor humedad y menor CAA, siendo la formulación más viable para futuras investigaciones.

Palabras claves: Bandejas biodegradables, semilla de mango, semilla de palta, almidón, fibra, caracterización.

ABSTRACT

The objective of the present investigation is to determine the formulation whose proportions of starch and fiber from avocado seed and starch from mango seed have more resistant characteristics; the trays were made by thermoforming at 200°C for 85 seconds, their chemical properties (Compounds and functional groups), physical properties (color, thickness, density, humidity and water absorption capacity (CAA)) and mechanical properties (Tension, elongation, resistance to perforation and deformation). The completely randomized statistical design (DCA) with 10 formulations and 3 repetitions was used. Subsequently, the results obtained from the analyzes in the trays showed, in FTIR, bands of 1440cm⁻¹ associated with carbohydrates; formulations with a higher percentage of avocado seed starch in the CIELAB space displayed higher reddish and yellowish color values (ΔE); and the thickness of the tray decreased, obtaining values between 2.467±0.080 and 3.273±0.195 mm. The density, tension and puncture resistance were not influenced by the different formulations, showing values in the ranges of 0.200±0.033 and 0.292±0.027 g/cm³; 0.07±0.02 and 0.22±0.1 MPa; and between 19.71±11.62 and 34.00±3.83 N, respectively. Moisture and CAA decreased with increasing fiber percentage, showing values between 11.59±0.25 and 12.20±0.03%, and between 56.0725±0.2828 and 114.132±0.4311%, respectively. In addition, with the fiber increase, the elongation decreased between 0.33±0.10 and 0.91±0.11% and the deformation distance between 2.07±0.48 and 4.39±0.25 mm. It was concluded that the tray with formulation 90% mango seed starch and 10% avocado seed fiber has higher mechanical resistance, lower humidity and lower CAA, being the most viable formulation for future research.

Keywords: Biodegradable trays, mango seed, avocado seed, starch, fiber, characterization

I. INTRODUCCIÓN

El poliestireno (EPS) tuvo un uso indiscriminado preocupante, una vez consumido los alimentos los recipientes eran desechados debido al único uso que tenían. Según Solheim indica que los países están tomando medidas para tener un uso más responsable del plástico (ONU Medio ambiente, 2018).

En Perú, se promulgó la ley N°30884 el 19 de diciembre de 2018, que regula los envases plásticos de un solo uso y recipientes de envases descartables, prohibiendo su consumo, entrando en vigencia estricta a partir diciembre del 2021.

La bioespuma o bandejas de almidón expandido se utiliza como alternativa de reemplazo a las bandejas de EPS (poliestireno expandido), sin embargo, existe la limitación de utilizarse en contacto con alimentos húmedos y en períodos más cortos (Luna et al., 2021).

Los gránulos de almidón están encapsulados mediante enlaces de hidrógeno intramoleculares e intermoleculares, por ello, el almidón es insoluble en agua fría, y resistente a ciertos Tratamientos químicos y enzimáticos, por lo que, algunos estudios se han centrado en utilizar almidón nativo, ya que es un producto biodegradable, no tóxico y de bajo costo. Sin embargo, el almidón no modificado tiene una tasa de aplicación es baja; debido a la fragilidad en el área de empaque, deterioro de este a condiciones ambientales húmedas, procesabilidad reducida debido a su alta viscosidad, e incompatibilidad con ciertos solventes y polímeros (Tsang et al., 2019).

A nivel mundial, aproximadamente 1/3 de la producción anual de los alimentos para consumo humano se desperdicia en la cadena alimentaria (Corrado et al., 2019) equivalente a 1 300 millones de toneladas de alimentos (40 - 50% tubérculos, frutas, hortalizas y semillas oleaginosas). La FAO deduce que en América Latina y el Caribe ocurre el 6% de la pérdida mundial

en alimentos; y esto ocurre en su procesamiento siendo la pérdida del 28% en producción (Benítez, 2014). Anualmente asciende a 220 millones de toneladas, equivalente al 11,6% de los alimentos de América Latina y el Caribe (FAO, 2021).

La eliminación de los residuos generados en el sector de la alimentación y la agricultura requiere alta inversión en costos de transporte; y las empresas deciden quemar estos desechos en campos abiertos (Banerjee et al., 2018), generando un grave impacto ambiental, por esta razón, se desarrolló la necesidad de estudios para convertirlos en productos de alto valor agregado, para darles uso en la industria (Güzel & Akpınar, 2019).

La búsqueda de nuevas fuentes de almidón es impulsada por tres importantes razones: la creciente demanda del mercado; la demanda industrial de almidones con propiedades estructurales, fisicoquímicas y funcionales diferentes a las obtenidas en las fuentes convencionales; y abastecimiento de alimentos para enfrentar el aumento de la población mundial; como por ejemplo los desechos de frutas debido a que el almidón obtenidos a partir de ellos tiene características únicas posibilitando incrementar sus usos en la industria; e investigaron y analizaron los métodos de extracción, propiedades y usos potenciales de los desechos de frutas, incluidos kiwi, piña, mango, litchi, tamarindo, longan, níspero, achiote, yaca, palta, manzana y plátano como nuevas fuentes de almidón (Kringel et al., 2020).

Los desperdicios generados en las Industrias Agropecuarias cercana localidad de Chimbote – Ancash, está la palta Hass, que genera residuos sólidos, la piel equivale de 19.8 a 23.1% y la semilla de 16.2 a 16.6 % del peso del fruto (Marquez et al., 2017); solo un pequeño porcentaje se utiliza para la obtención de aceite de la semilla y el resto es descartado y enterrado, generando problemas ambientales, además, por ser una buena fuente de almidón nativo contiene 12.85 % de amilosa en variedad Fuerte (Sánchez, 2019) y alta Temperatura de gelatinización 62 – 75 °C (Solarte-Montúfar et al., 2019).

Por otro lado, la semilla de mango equivale a un 35 - 60% en peso respecto al fruto (Garrido & Valdez, 2012), y su rendimiento es 23.95% en carbohidrato (Silva- Cruz, 2018); también, se obtiene de la semilla aceite para repostería (Carrillo et al., 2021), y almidón para bioplástico (Ruiloba et al., 2018), además los niveles de amilosa en sus semillas proporcionan buenas propiedades mecánicas, y su nivel de amilopectina buena adherencia durante la formación de envases (Maulida et al., 2018).

La presente investigación tiene como finalidad evaluar la influencia de las diferentes proporciones de fibra de semilla de palta Hass y almidón nativo de semillas de mango Kent y palta Hass en las características físicas, mecánicas y térmica de las bandejas biodegradables aprovechando los residuos agroindustriales.

II. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Envases desechables

Un envase es un objeto que guarda o contiene al producto y que es parte integral del mismo; cuya finalidad es protegerlo y diferenciarlo de otros artículos. Puede ser de los siguientes materiales: plástico, lata, cartón, entre otros. También es conocido como “Embalaje Primario” (Indecopi, 2015).

Como ejemplo de envase de un solo uso, el de material de poliestireno expandido, conocido también como Tecnopor, unicel, es un plástico espumado, derivado del petróleo, compuesto un 5% de materia prima y 95% de aire. Identificado por un triángulo equilátero con el número 6 en el centro y las letras PS (Dart, 2015).

2.2. Envases Biodegradables

Son envases elaborados con materias primas orgánicas procedentes de fuentes renovables y que al ser desecharse se degradan al entrar en contacto con el medio ambiente convirtiéndose en biomasa y nutrientes (GROUP, 2020).

2.3. Biopolímeros

Son aquellas moléculas tipo cadena, conformada por unidades monoméricas unidas mediante enlaces covalentes. El prefijo bio indica que puede descomponerse con ayuda de agentes biológicos naturales como luz solar, agua, bacterias o animales. Y no se extrae de fuente fósil como el petróleo para la elaboración de plásticos (Fernández, 2019).

2.4. Palta

Según (Flores Flores, s.f.) nos indica que el nombre botánico de la palta es *Persea americana* Mill, aunque existen algunos autores que le llaman *Persea americana gratissima*.

El palto es un árbol que posee una amplia zona de crecimiento, se difundió a distintos países ya que presentó una buena adaptación a las condiciones naturales.

La palta en otros países se le denomina aguacate o avocado.

2.4.1. Origen

Es una fruta tropical nativa de México, Centro América y la región norte de América del Sur, descubierta hace 7000 – 8000 años en una cueva de Puebla, México (Pérez et al., 2015, como se citó en Robayo, 2016).

La palta Hass es un cruce entre las razas o variedades botánicas mexicanas entre el 10 y el 15% y el resto guatemalteco.

La variedad mexicana tiene poca adaptación a climas más templados, por lo que puede crecer en distintas altitudes (Romero, 2015).

2.4.2. Taxonomía

El género *Persea* es de origen africano-laurasiano, con su subgénero *Persea* posiblemente también originado en África (Romero, 2015).

Tabla 1. **Taxonomía de la palta.**

| | |
|-------------|-------------------------|
| Reino | Vegetal |
| División | Spermatophyta |
| Subdivisión | Angiospermae |
| Clase | Dicotyledoneae |
| Subclase | Dipétala |
| Orden | Ranales |
| Familia | Lauraceae |
| Género | Persea |
| Especie | Persea Americana Miller |

Fuente: Zapata et al. (2018)

2.4.3. Características de la Palta Hass

Según PROHASS 2019, como se citó en Lozano & Aguilar (2019), indican que las paltas Hass poseen forma oval con tamaño mediano y su peso es entre 200 – 300 gramos.

La pulpa es cremosa con contenido de aceite de 23.7%, sin fibra, cáscara algo coriácea, rugosa, color púrpura oscuro al madurar, semilla pequeña y adherida a la cavidad. Las características externas del fruto permiten una buena conservación y resistencia en el transporte (Mijail, 2007, como se citó en Romero, 2015).

Partes del fruto:

El pericarpio en la palta presenta tres partes: exocarpio (cáscara), mesocarpio (pulpa) y endocarpio junto a la cubierta seminal (Barrientos et al., 1996, como se citó en Sullcaray, 2014).

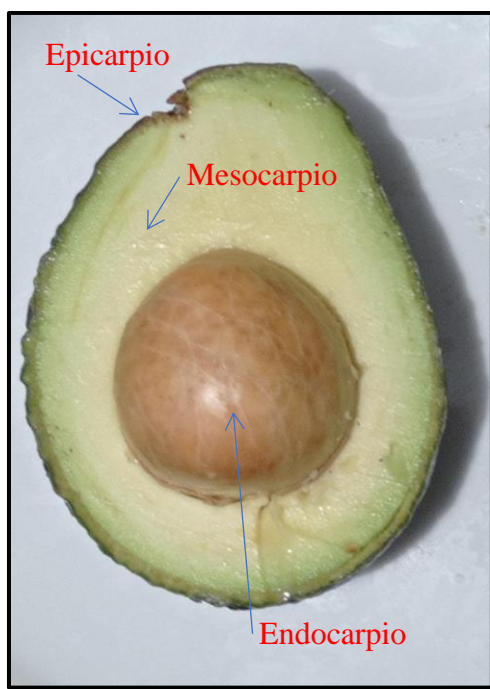


Figura 1. Partes del fruto de la palta Hass.

2.4.3.1. Semilla de palta Hass

La semilla de Palta está compuesta por cubierta seminal y embrión, carente de endospermo en la madurez (Barrientos et al., 1996, como se citó en Sullcaray, 2014).

La semilla de palta tiene dos cotiledones pulposos, plúmula, hipocotilo y radícula que están unidas a los cotiledones, envueltas por dos cubiertas seminales que se encuentran juntas, no presentando endospermo en la madurez. Además, la cubierta seminal se oscurece como indicador de madurez debido a

la presencia de taninos (Cummings & Schroeder, 1942, como se citó en Sullcaray, 2014).

Específicamente, en la variedad Hass la epidermis (cáscara) ocupa desde 19.8 a 23.1%, el mesocarpio (pulpa) ocupa entre 60.6 a 63.6% y la semilla ocupa entre 16.2 a 16.6 % del peso del fruto (Marquez et al., 2017), sin embargo, entre diversas variedades ocupa entre el 15 a 18% del peso total del fruto (García et al., 2009).

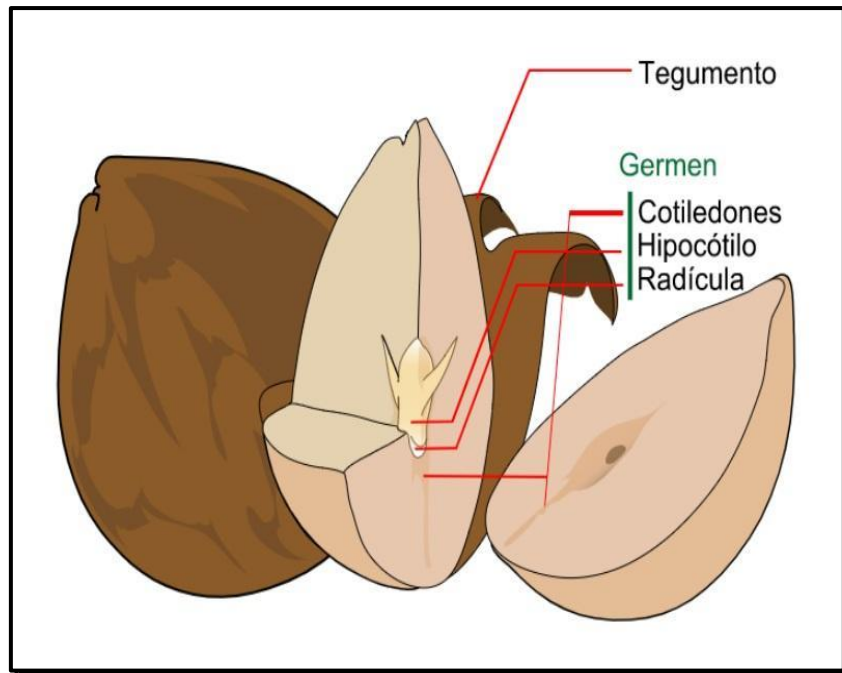


Figura 2. Semilla de palta Hass.

Fuente: Sánchez, (2019)

Tabla 2. **Composición química proximal de la semilla de palta Hass.**

| Autor / Composición | Gómez et al., 2017 | Mori-Arismendi, 2018 |
|-----------------------------------|--------------------|----------------------|
| <i>Humedad (%)</i> | 56.04 | 48.93 ± 2.01 |
| <i>Proteína (%)</i> | 1.87 | 3.66 ± 0.17 |
| <i>Lípidos (%)</i> | 1.95 | 2.65 ± 0.17 |
| <i>Ceniza (%)</i> | 1.87 | 0.99 ± 0.03 |
| <i>Fibra (%)</i> | 5.10 | 3.05 ± 0.10 |
| <i>Carbohidratos (%)</i> | 33.17 | *40.73 ± 1.85 |
| <i>Actividad antioxidante (%)</i> | >70 | >60 |

**Determinado por diferencia.*

La semilla de palta contiene en mayor cantidad almidón, con un contenido aproximado del 31.76%, el cual el 34.93 % es amilosa y 65.07% es amilopectina, y capacidad de sinéresis de 1.3% (Mantilla & Zavala 2018). Además, el rango de valores de gelatinización y viscosidad son del tipo C (dilatación restringida), haciéndolo útil para la aplicación en alimentos que deben ser calentados a 100°C (Chavez, 2011, como se citó en Mori-Arismendi, 2018). Los gránulos son lisos, los pequeños de forma circular y los grandes de forma triangular; y tienen diámetro de 7.5 a 30 µm (Builders et al., 2010).

La semilla de palta también es una excelente fuente de fibra, siendo requerida para la producción de subproductos vegetales, para ser usado como aditivo alimentario aprovechando los antioxidantes, produciendo agentes espesantes, aromatizantes, colorantes y antimicrobianos (Chel-Guerrero et al., 2016).

El contenido de polifenoles totales es 182.595 mg EAG/100 g (Mori-Arismendi, 2018).

2.5. Mango

El nombre científico es *Mangifera indica* L. El árbol mide de 10 a 30 metros (Galvis & Herrera, 1995, como se citó en Guagua, 2021). El fruto es una drupa que, de acuerdo a la variedad, su forma es: disimétrica, redonda, ovoide o reniforme, con los costados achatados (Galvis & Herrera, 1995; Mora Montero et al., 2002).

La epidermis es lisa, delgada pero resistente, su coloración puede ser homogénea o parcial, según su variedad puede tener tonalidad verde amarillento, naranja o rojo amoratado. Algunas variedades tienen una recubierta gruesa y natural capa de pruina.

La pulpa, tiene tono amarillo anaranjado, es jugosa y aromática. La parte externa de la semilla es planada, y alargada, con fibra cortas por donde se adhieren a la pulpa. De acuerdo a la variedad el fruto pesa desde 130 gramos a más de un kilo (De Laroussilhe, 1980, como se citó en INFOCOMM, 2016).

En Asia tienen 40 variedades de mango nativo (Rodríguez, 2016) en Perú están las rojas: Haden, Kent, Tommy, Atkins y Keit (Minagri, 2015).

2.5.1. Origen

Es posible que provenga de Malasia o de la región indo-birmana. El cultivo se expandió rápido en los países del sudeste asiático a partir de los siglos IV o V a.

C. Se cree que por los árabes llegó a la costa este de África, a Madagascar y a los puertos del océano Índico, hasta propagarlo en el interior de las tierras. Los africanos también desempeñaron un papel importante en la propagación del mango en toda el África intertropical antes de la colonización. Posteriormente, los navegantes portugueses trasladaron semillas de mango hasta Brasil, desde donde se extendió a América del Sur y, posteriormente, del Norte (De Laroussilhe, 1980, como se citó en INFOCOMM, 2016).

2.5.2. Taxonomía

Tabla 3. **Taxonomía del mango.**

| | |
|-------------|------------------|
| Reino | Plantae |
| División | Magnoliophyta |
| Subdivisión | Angiospermae |
| Clase | Magnoliopsida. |
| Subclase | Rosidae |
| Orden | Sapindales. |
| Familia | Anacardiaceae |
| Género | Mangifera |
| Especie | Mangifera indica |

Fuente: Pérez, 2013, como se citó en Culebro, (2017).

2.5.3. Características del mango Kent

El fruto tiene forma ovoide orbicular. La cáscara es de tono amarillo-anaranjado adquiriendo una chapa roja en la madurez (INFOAGRO, 2016). El peso promedio del fruto se encuentra entre 320 a 900 gr. La pulpa es abundante, jugosa y de sabor dulce (Figueroa et al., 2019), poco fibrosa. El tamaño de la semilla es mediano o pequeño. El fruto posee calidad competitiva por tener vida de anaquel larga (Siller-Cepeda et al., 2009).

2.5.3.1. Semilla de Mango Kent

La semilla es oblonga, ovoide, alargada y aplanada, posee testa y tegumento delgados. La semilla es el 35- 60% del peso del fruto y está compuesta por cotiledón, carozo y nuez o almendra; el núcleo de la semilla representa el 45- 75% de la semilla completa (Garrido & Valdés, 2012, como se citó en Culebro, 2017).

Entre las principales partes de la semilla se tiene una cubierta o tegumento que la protege y le permite tener un intercambio de agua con el exterior. El cotiledón, asegura el desarrollo y nutrición de la plántula. El endosperma, es la reserva de nutrientes de la semilla. La radícula se constituye por las primeras raíces que surgen de la semilla durante la germinación. En la plúmula se encuentra la parte del embrión del que surge la parte externa de la planta: las hojas y el tallo. El micrópilo, también absorbe agua durante germinación. También tiene una función muy importante en la fecundación de la semilla (ECOagricultor, 2014).

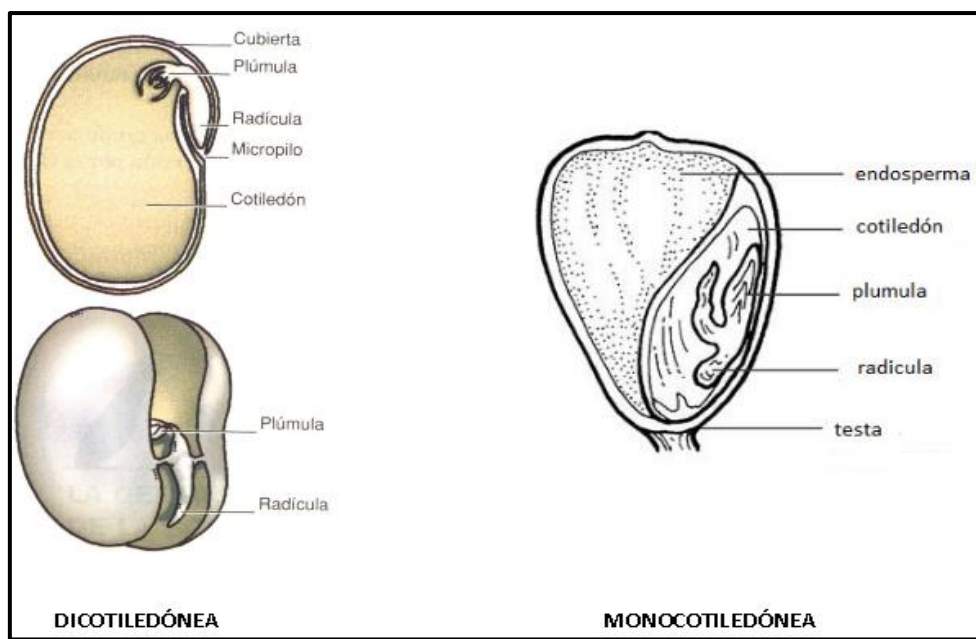


Figura 3. Principales partes de semilla de Mango.

Fuente: ECOagricultor, (2014).

Tabla 4. Composición química proximal de la almendra del mango Kent.

| <i>Característica</i> | Silva-Cruz, 2018 | Chaparro- Acuña et al., 2015 |
|----------------------------------|------------------|------------------------------|
| <i>Humedad (%)</i> | 55.53 ± 0.15 | 44.85 ± 0.24 |
| <i>Proteína cruda (%)</i> | 7.01 ± 0.10 | 6.39 ± 0.28 |
| <i>Grasa cruda (%)</i> | 8.65 ± 0.05 | 10.70 ± 0.12 |
| <i>Fibra cruda (%)</i> | 2.82 ± 0.13 | 2.38 ± 0.14 |
| <i>Cenizas (%)</i> | 2.04 ± 0.03 | 2.46 ± 0.16 |
| <i>Carbohidratos totales (%)</i> | *23.95 | *33 |

Media de 3 muestras ± desviación estándar.

*Se determinó por diferencia.

La semilla de mango contiene alta cantidad de taninos (compuestos polifenólicos) condensados (Alvarez et al., 2012) con un contenido 67.01 mg EAG/100 g (Zavala et al, 2020), a diferencia de los hidrolizables (pirogálicos) que son polímeros heterogéneos compuestos por ácidos fenólicos, ácido gálico y azúcares simples; una característica es que poseen similar estructura a los flavonoides (catéquinos, leucoantocianos o procianidoles) y no tienen osas en sus moléculas (Paladino, 2008). Los taninos poseen la capacidad de precipitar proteínas en disoluciones acuosas. Al enlazarse con Ferrocianuro de potasio o amonio se torna rojo intenso, y en exposición al aire desarrollan tonalidad oscura (Hemingway & Laks, 1992, como se citó en Velasquez & Medina, 2020). Los dos compuestos aceptados como solventes de grado alimenticios por la FDA para extraerlos son el etanol al 95% y el agua gracias a la ausencia de toxicidad (Pitchaon, & Gordon, 2009).

La semilla de mango tiene un comportamiento de baja higroscopicidad 11.46% (Dos Santos et al., 2018), lo que significa que tiene baja tendencia a la aglomeración de masa (Usaquén & Zafra, 2018).

2.6. Almidón

Es un polisacárido de glucosa (α -D-Glucosa 1- 4 α -D-Glucosa). Químicamente el almidón es la mezcla de amilosa (cadena lineal) y amilopectina (cadena ramificada) (Badui, 2006).

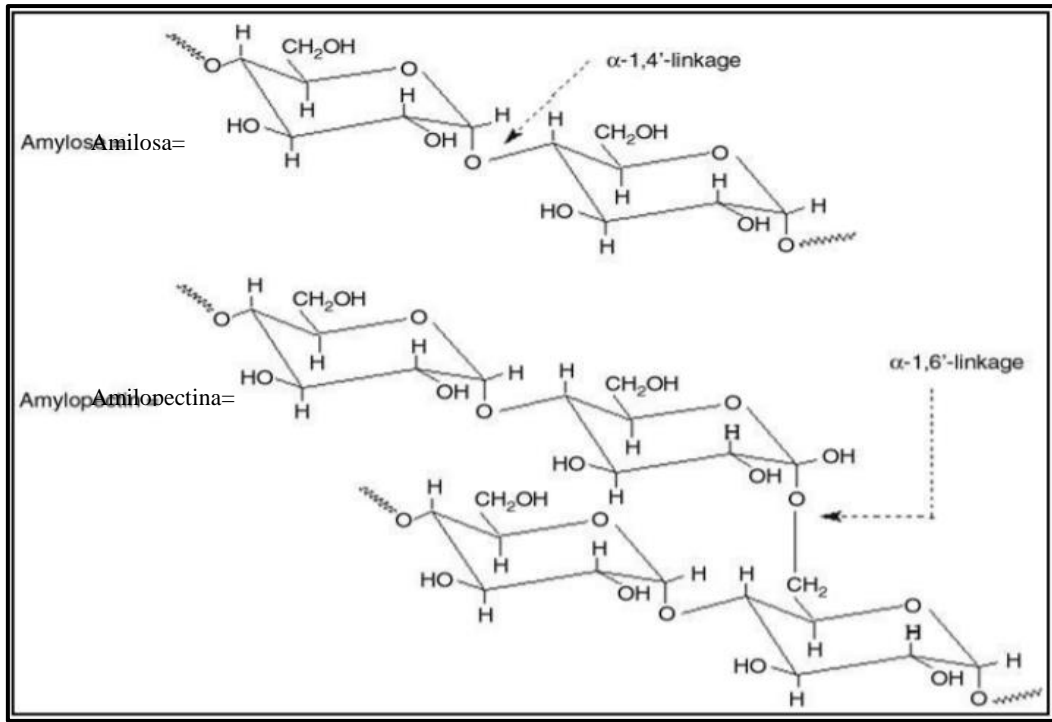


Figura 4. Estructura Química del almidón.

Fuente: Ramya et al. (2018).

Su concentración depende de la etapa de madurez de la fruta, en el caso del plátano indica si está en estado verde o inmaduro y existirá mayor concentración de almidón. Conforme va madurando el almidón se hidroliza debido a las amilasas y se forman sacarosa y fructosa.

El almidón de fuente no convencional como las semillas, tiene gránulos ovalados con superficie suave y algunos porosos, y diámetro variable, entre 5 a 30 μm (Guo et al., 2018).

2.6.1. Amilosa

La amilosa es un polisacárido lineal α -D-(1,4) glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos α (1,4) (Badui, 2006).

Los almidones con alto contenido de amilosa son resistentes a la cocción, es decir a mayor concentración de amilosa más elevada es la Temperatura

promedio de gelatinización (Rodríguez 2012). En las pastas con alto porcentaje de amilosa en el almidón favorece la retrogradación durante el enfriamiento, ocasionando el fenómeno de sinéresis (Alvis et al., 2008).

2.6.2. Amilopectina

Es un polisacárido ramificado compuesto por unidades de glucosa enlazadas mediante enlaces tipo α (1-4), con ramificaciones cada 25 o 30 unidades de glucosa unidas por enlace de tipo α (1-6) (Badui, 2006).

Las pastas que contienen almidón con alto porcentaje de amilopectina, son espesas y no se retrogradan fácilmente al enfriarse (Mantilla & Zavala, 2018).

2.6.3. Relación entre amilosa y amilopectina

Las cantidades de amilosa y amilopectina influyen en las características físicas del almidón, especialmente en la capacidad de hidratación y gelatinización. En ciertos casos la calidad del almidón mejora cuando se reduce el contenido de amilopectina; ya que, resulta menos pegajoso (Badui, 2016). Aquellos almidones con alto contenido de amilosa se asocian con mayor facilidad en comparación a los almidones con contenido alto de amilopectina. El comportamiento se debe a que las cadenas de ramas no se pueden alinear en paralelo entre sí y se restringen a moverse (Luna et al., 2021).

Los almidones nativos de fuentes regulares contienen aproximadamente entre 70-80 % de amilopectina y entre 20-30% de amilosa (Peña, 2017).

La almendra de la semilla de mango contiene proporciones de amilopectina/amilosa de 2:1 sin especificar variedad (Ruiloba et al., 2018).

2.6.4. Propiedad Fisicoquímica del almidón

a) Cristalinidad

La cristalinidad en almidón se basa del ordenamiento de las cadenas de la amilopectina y la fase amorfa con la amilosa. Esta estructuración influye en la humedad, la dureza y el color del producto final (Pardo et al., 2013).

Los almidones nativos con estructura cristalina y alto contenido de amilosa, favorece la formación de bandeja. La semilla de mango tiene cristalinidad de 35.4-38.3% (Tipo A) y la semilla de palta 13.03% (Tipo B) (Albujar, 2019).

b) Solubilidad en agua fría

El almidón es esencialmente insoluble en agua fría (Tupa, 2019). Un almidón con menos lípidos es más soluble, debido a que este último es hidrofóbico, e interfiere en la interacción molecular almidón-agua (Yuan et al., 2007).

La solubilidad del almidón debe ser alta en la preparación de productos que requieran de tratamiento térmico menor de 80°C (Salcedo et al., 2018).

c) Absorción de agua

Los gránulos de almidón nativo absorben menos agua, mostrando resistencia a hincharse y no pueden lixiviar libremente la amilosa.

La capacidad de absorción de agua depende directamente del tipo de almidón, es mayor en almidones de yuca (tipo C) o tubérculos (papa, tipo B) que, con almidones de cereales (Tipo A) por la presencia de lípidos, también, depende del contenido de amilopectina, el tamaño y la forma de los gránulos (Aristizábal et al., 2007).

d) Poder de hinchamiento

El hinchamiento de un gránulo es característico del almidón con alto contenido de amilopectina, es decir, los almidones con mayor contenido de amilosa provocan que los gránulos tengan menor capacidad de retención de agua (Huerta-Abrego et al., 2010), menor poder de hinchamiento (Kuakpetoon & Wang, 2006).

El poder de hinchamiento en los almidones de los cereales es menor al de almidones de tubérculos (Aristizábal et al., 2007).

e) Gelatinización

Las moléculas de almidón al ser sometidas a temperaturas de calentamiento en presencia de agua (Matignon & Tecante, 2017), tienden a vibrar y los enlaces puentes de hidrógeno intermoleculares se rompen, permitiendo el ingreso de agua a las regiones amorfas de los gránulos, lo que provoca el hinchamiento por la progresiva e irreversible absorción de agua (Aristizábal et al., 2007), la cual se enlaza con la superficie de los cristales acorde al aumento de temperatura hasta pasar la temperatura de gelatinización; esto generan el desenrollado de las dobles hélices y consecuentemente la disminución de la cristalinidad, hasta la rotura del gránulo reduciendo la cantidad y el tamaño de regiones ordenadas formándose una solución-gel (Martínez et al., 2015).

f) Viscosidad de almidones

Si el almidón tiene un mayor porcentaje de contenido de amilosa la masa tendrá mayor viscosidad, mayor solubilidad y si se formaran geles, estos desarrollan mayor claridad (Espinoza & Puglisevich, 2019); debido a que este tipo de

gránulos se asocian más fácilmente que los que contienen alto contenido de amilopectina (Luna et al., 2021).

Las masas de almidón con gránulos de almidón más grandes desarrollan viscosidad más alta que los gránulos de tamaño más pequeño (Tsakama et al., 2010)

g) Temperatura de pastificación

Es aquella temperatura en la que el gránulo consigue alcanzar su máximo volumen y si el calor administrado sobrepasa a la Temperatura de gelatinización, el gránulo hinchado, imposibilitado de retener más líquido se rompe parcialmente; permitiendo la dispersión de la amilosa en la mezcla o solución (Whistler & BeMiller, 1999; Mira et al., 2007).

Un alto contenido de amilopectina en el almidón nativo genera mayor estabilidad térmica en la bandeja (Cruz-Tirado et al., 2019).

h) Retrogradación

Las moléculas de almidón gelatinizadas se reasocian en una estructura ordenada, y forman una o más estructuras ordenadas; cambiando de su estado amorfo a estado cristalino, este es un proceso opuesto a la gelatinización del almidón (Torres, 2007).

La cristalización de geles o retrogradación de almidón a corto plazo, se debe a la amilosa (Jacobs & Delcour, 1998) y los fenómenos a largo plazo durante el almacenamiento de geles de almidón, a la amilopectina (Singh et al., 2007).

Este fenómeno es indeseable en un producto de pasta caliente o gel de almidón cocido (BeMiller, 2019).

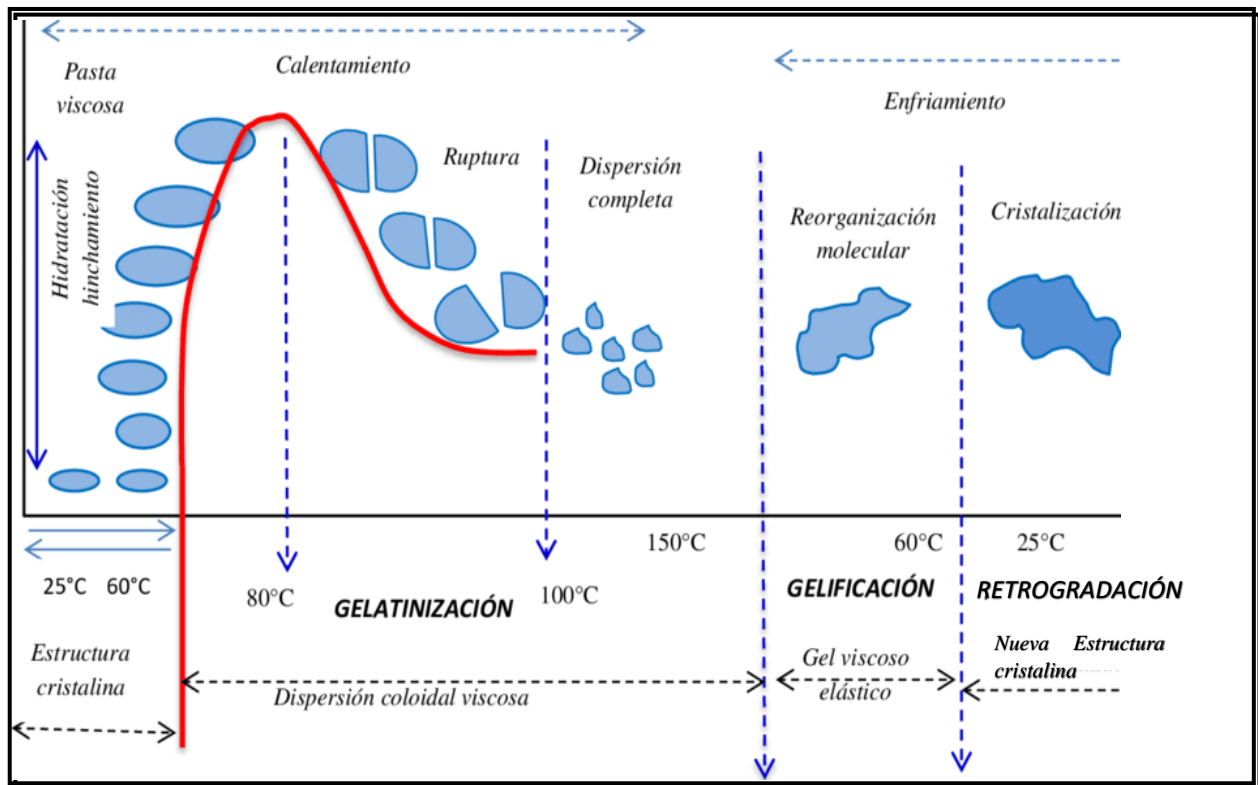


Figura 5. Fenómenos durante el calentamiento y enfriamiento del almidón.

Fuente: Ángeles, (2015)

2.6.5. Elementos presentes en el almidón

- a) Fósforo. En temperaturas bajas genera un rápido abultamiento en los granulos de almidón; debido a una débil unión interna entre los grupos fosfatos que están esterificados e ionizados facilita el hinchamiento del granulo debido a la repulsión eléctrica mutua al generar la extensión de la molécula (Moorthy, 2002).
- b) Lípidos. Se localizan adyacentes a las moléculas de amilosa creando complejos de inclusión, insolubles en agua fría, y solo se disgregan al someterse a temperaturas mayores que 125°C (Tester et al., 2004).

c) Proteínas. Se hallan ligadas a la superficie del gránulo de almidón y se separa de este utilizando agua o soluciones salinas. Por ejemplo; la enzima α -amilasa, con su actividad hidrolítica afecta las propiedades reológicas en dispersión, por ello es necesario retirarlas en el proceso de obtención o aislamiento del almidón (Moorthy, 2002).

2.6.6. Propiedades funcionales del almidón

El tamaño del gránulo indica posibles aplicaciones, por ejemplo, los de diámetro menor a 60 μm se usan en productos cosméticos por mostrar alta capacidad de absorción de agua, y tener comportamiento de agente encapsulante para sabores, colorantes y esencias (Lovedeep et al., 2002). Por lo tanto, debido a que el gránulo de almidón extraído de semillas tiene un diámetro entre 5 – 35 μm , puede considerarse útil y aplicable en la industria alimentaria (Albujar, 2019).

Se utiliza en la formación de textura y consistencia en la industria de papel, adhesivos y envases biodegradables. Y como ingrediente funcional (espesante, estabilizador y gelificador) en la industria alimentaria (Moo-Huchin et al., 2015).

2.7. Biodegradabilidad

Se define en la norma ASTM D 5488-944 a la biodegradabilidad como la desintegración de un compuesto químico orgánico realizada por microorganismos, si es en presencia de oxígeno, resulta en dióxido de carbono, agua, sales minerales de algún otro elemento presente (mineralización) y nueva biomasa; o si es en ausencia de oxígeno proporciona dióxido de carbono, metano, sales minerales y nueva biomasa.

2.8. Fibra natural

Conjunto de compuestos de origen vegetal que no pueden aprovecharse por las enzimas de organismos monogástricos, químicamente se considera como polisacárido estructural que, no es almidón ni lignina (Grossi et al., s.f).

La composición de las fibras depende de la madurez del alimento (Badui, 2013).

Fibra dietética insoluble (FDI): En su estructura absorben poca agua y se hinchan poco. Por ejemplo: celulosa, hemicelulosa, lignina, etc.

Fibra dietética soluble (FDS): Absorben gran cantidad de agua y forman geles, son hidrosolubles. Por ejemplo: pectinas, gomas, mucílagos, etc.

Utilizar fibra natural en bandejas espumadas mejora la rigidez, aumenta la biodegradabilidad; y en aplicabilidad comercial se limita al uso de proporciones pequeñas para no disminuir la resistencia mecánica (Viviano, 2019).

2.9. Termoformado

Es el proceso mediante el cual se da forma a una lámina de plástico por medio de calor, con un molde a temperaturas entre 120 y 180°C (Moreno, 2013). Entre los principales métodos de termoformado se menciona:

2.9.1. Termoformado al vacío

El principio básico es utilizar el vacío para darle forma a la lámina termoplástica reblandecida en un molde sellado por completo, donde el aire que queda dentro se evacuará con la fuerza de vacío o succión, causando una presión negativa sobre la superficie de la lámina provocando que la presión atmosférica natural ceda para forzar a la lámina calentada a ocupar los espacios vacíos; el proceso

de formado es negativo si se realiza en molde hembra, y es positivo si se realiza en molde macho (Throne, 1996).

2.9.2. Termoformado a presión

La caja de presión ejerce presión positiva, empujando a la lámina hacia el interior del molde. La caja tiene orificios para la ventilación del aire que queda dentro y así evitar arrugas o formados deficientes (Throne, 1996).

2.9.3. Termoformado mecánico

Se usa un par de moldes (positivo y negativo) para forzar la lámina de plástico caliente y formarla, no se usa vacío ni presión de aire. Con este método se tiene mayor control de dimensión y detalles en ambas superficies de la pieza (Throne, 1996).

2.9.4. Termoformado mecánico molde macho-hembra

Se unen los moldes opuestos entre sí, pero con contornos similares (macho-hembra), forzando a la lámina a tomar idéntica forma al espacio creado para la forma (Throne, 1996).

2.10. Espectroscopia de infrarrojos por transformada de Fourier

(FTIR)

Fuentes et al., (2008) indica que la espectroscopia de infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR) es un análisis de caracterización química no destructiva el cual mide las longitudes de onda dentro del rango $12\ 500\ \text{cm}^{-1}$ a $10\ \text{cm}^{-1}$ del espectro electromagnético. La zona del espectro que es analizada con esta técnica se divide en tres regiones: infrarrojo cercano ($12\ 500\ \text{cm}^{-1}$ a $4000\ \text{cm}^{-1}$), infrarrojo medio ($4000\ \text{cm}^{-1}$ – $200\ \text{cm}^{-1}$) e infrarrojo lejano ($200\ \text{cm}^{-1}$ - $10\ \text{cm}^{-1}$).

Este método de análisis tiene dos principios fundamentales: El momento dipolar (μ) y la frecuencia vibratoria molecular. El primer principio se basa en la polaridad de un enlace químico ($+\delta-\delta-$) dentro de una molécula unida covalentemente, si el valor de μ es diferente de cero, es posible absorber radiación IR. El segundo principio se basa en la frecuencia de la radiación IR (emitida por la lámpara del espectrómetro IR), que debe corresponder a la frecuencia de vibración molecular del enlace químico por el cual su vibración es posible. Cuando se cumplen estas condiciones, el enlace molecular puede experimentar diferentes tipos de vibraciones, que se agrupan en dos categorías, vibraciones de estiramiento (cambios en la longitud del enlace) y flexión (cambios en el ángulo de enlace).

Dentro de estos dos tipos, las señales de vibración pueden presentarse en el rango de 1200 cm^{-1} a 600 cm^{-1} , al cual se le conoce como la “Región de huellas dactilares” del enlace químico estudiado o una muestra. Las vibraciones que aparecen en esta región son distintas por cada compuesto, debido a ello la caracterización es precisa (Skoog, 2007).

La región de huella dactilar se encuentra en el medio del infrarrojo, el cual también se le denomina infrarrojo fundamental porque la mayoría de las moléculas orgánicas y sustancias inorgánicas absorben el IR en esta región. En esta región se caracterizan los polímeros (Florian et al., 2012).

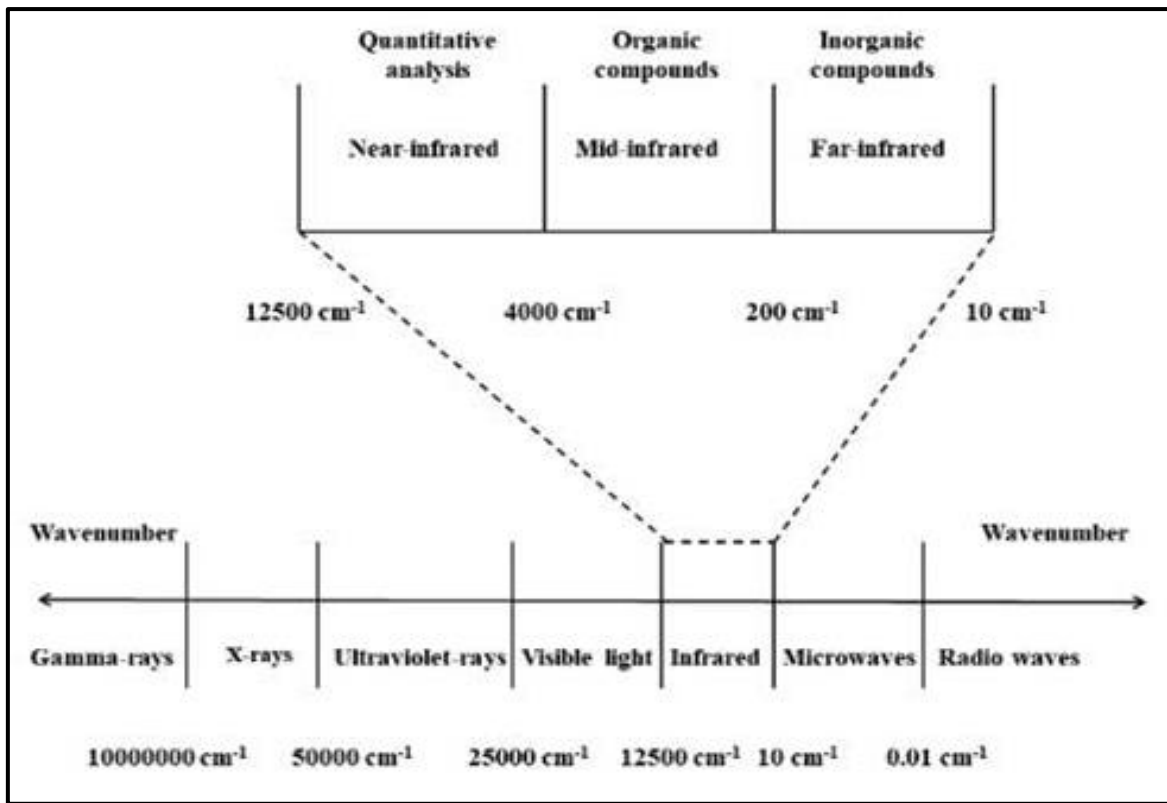


Figura 6. Regiones de espectroscopía de infrarrojo.

Fuente: Florian et al. (2012)

2.11. Diseño de la investigación

2.11.1. Etapas de Investigación

- ETAPA 1:

Se realizó la obtención de almidón y fibra a partir de 30 Kg de semilla de palta y 30 kg de semilla de mango. Los procedimientos mencionados se realizarán en los laboratorios del Control de Calidad del Instituto de Investigación Agroindustrial.

- ETAPA 2:

Se realizó las preparaciones de las mezclas y elaboración de bandejas en el termoformador en el laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Universidad Nacional de Trujillo.

- ETAPA 3:

Se realizó los análisis para determinar la características químicas, físicas y mecánicas en el laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Universidad Nacional de Trujillo.

2.11.2. Diseño experimental

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con 10 Tratamientos que representarán las combinaciones de almidón y fibra de *Persea americana* y almidón de *Mangifera indica*, las cuales tendrán 3 replicaciones.

Tabla 5. **Diseño completamente al azar (DCA)**

| T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ | T ₅ | T ₆ | T ₇ | T ₈ | T ₉ | T ₁₀ |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Y ₁₁ | Y ₂₁ | Y ₃₁ | Y ₄₁ | Y ₅₁ | Y ₆₁ | Y ₇₁ | Y ₈₁ | Y ₉₁ | Y ₁₀₁ |
| Y ₁₂ | Y ₂₂ | Y ₃₂ | Y ₄₂ | Y ₅₂ | Y ₆₂ | Y ₇₂ | Y ₈₂ | Y ₉₂ | Y ₁₀₂ |
| Y ₁₃ | Y ₂₃ | Y ₃₃ | Y ₄₃ | Y ₅₃ | Y ₆₃ | Y ₇₃ | Y ₈₃ | Y ₉₃ | Y ₁₀₃ |

2.11.3. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

i: 10 Tratamientos

j: 3 replicaciones

Y_{ij}: Propiedades química, físicas (espesor, color, humedad, capacidad de absorción de agua, densidad) y mecánicas (tensión y compresión)

μ: media general

ε_{ij}: error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental

Al realizar esta prueba se designó las ubicaciones de las 30 muestras obtenidas a partir de los 10 Tratamientos y las 3 replicaciones, que se muestra en la siguiente figura:

Tabla 6. **Croquis de aleatorización.**

| | | | | |
|------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| ¹ T4 | ² T1 | ³ T10 | ⁴ T3 | ⁵ T8 |
| ⁶ T6 | ⁷ T7 | ⁸ T9 | ⁹ T5 | ¹⁰ T2 |
| ¹¹ T6 | ¹² T8 | ¹³ T3 | ¹⁴ T1 | ¹⁵ T9 |
| ¹⁶ T2 | ¹⁷ T7 | ¹⁸ T4 | ¹⁹ T5 | ²⁰ T10 |
| ²¹ T2 | ²² T1 | ²³ T10 | ²⁴ T5 | ²⁵ T6 |
| ²⁶ T8 | ⁷ T3 | ²⁸ T7 | ²⁹ T9 | ³⁰ T4 |

2.11.4. **Diseño experimental**

H0: $a_1 = a_2 = a_3 = a_4 = a_5 = a_6 = a_7 = a_8 = a_9 = a_{10}$

Hi: $a_1 \neq a_2 \neq a_3 \neq a_4 \neq a_5 \neq a_6 \neq a_7 \neq a_8 \neq a_9 \neq a_{10}$

- Análisis de varianza:

Análisis de Varianza (ANOVA) de las propiedades físicas (espesor, color, humedad, capacidad de absorción de agua, densidad y microscopía electrónica de barrido), mecánicas (tensión y compresión) y térmica (termogravimétrica) de bandejas biodegradables elaboradas con almidón de palta y mango y fibra de palta.

| Fuente de variable | GL | SC | CM | F exp | F tab | SIG |
|-----------------------|----|----|----|-------|-------|-----|
| Efecto de tratamiento | 9 | | | | | |
| Error experimental | 20 | | | | | |
| Total | 29 | | | | | |

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Materia prima

Se utilizaron 30 Kg de semilla de palta y 30 Kg de semilla de mango.

3.1.1.1. Materiales Biológicos

- Semillas de palta
- Semillas de mango

3.1.2. Materiales generales

- Papel aluminio
- Colador
- Cutter
- Hojas bond
- Regla metálica de 300 mm
- Licuadora

3.1.3. Materiales de vidrio

- 3 matraces de 25 ml “Pirex”
- 3 matraces de 10 ml “Pirex”
- 10 tubos centrífuga
- 6 vasos de precipitado de 1000 ml “Pirex”
- Probetas (20 ml)
- 10 Placas de Petri

3.2. Equipos

- Balanza analítica, marca PRECISA GRAVIMETRICS A G., modelo LX320A. serie 321 LX. Desviación: 0.001 g. Suiza.
- Centrífuga, marca SumSour, modelo 800-1
- Secador de bandejas, marca TORRH. modelo SBT-10x10, serie Jp 001 01 13. 2013. Perú.
- Estufa, marca BIOBASE, modelo BOV-VF.
- Molino, marca RETSCH, modelo ZM 200
- Laptop, marca TOSHIBA, modelo Satellite, serie P55-B5156, China
- Analizador de Textura, marca TA.HDplus (Stable Micro System, Surrey, Reino Unido)
- Colorímetro General, marca SHENZHEN KINGWELL INSTRUMENT CO., LTD, modelo JZ-300, China
- Analizador Halógeno de Humedad, marca MOISTURE ANALYZER, modelo MX50
- Espectrofotómetro de Infrarrojo, marca THERMO SCIENTIFIC, modelo Nicolet iS50 FT-IR, Francia
- Batidora de mano, marca IMACO, modelo HM3025, China
- Balanza gramera Centesima, marca ELECTRONIC COMPACT SCALE, modelo SF-400C, China

3.3. Metodología

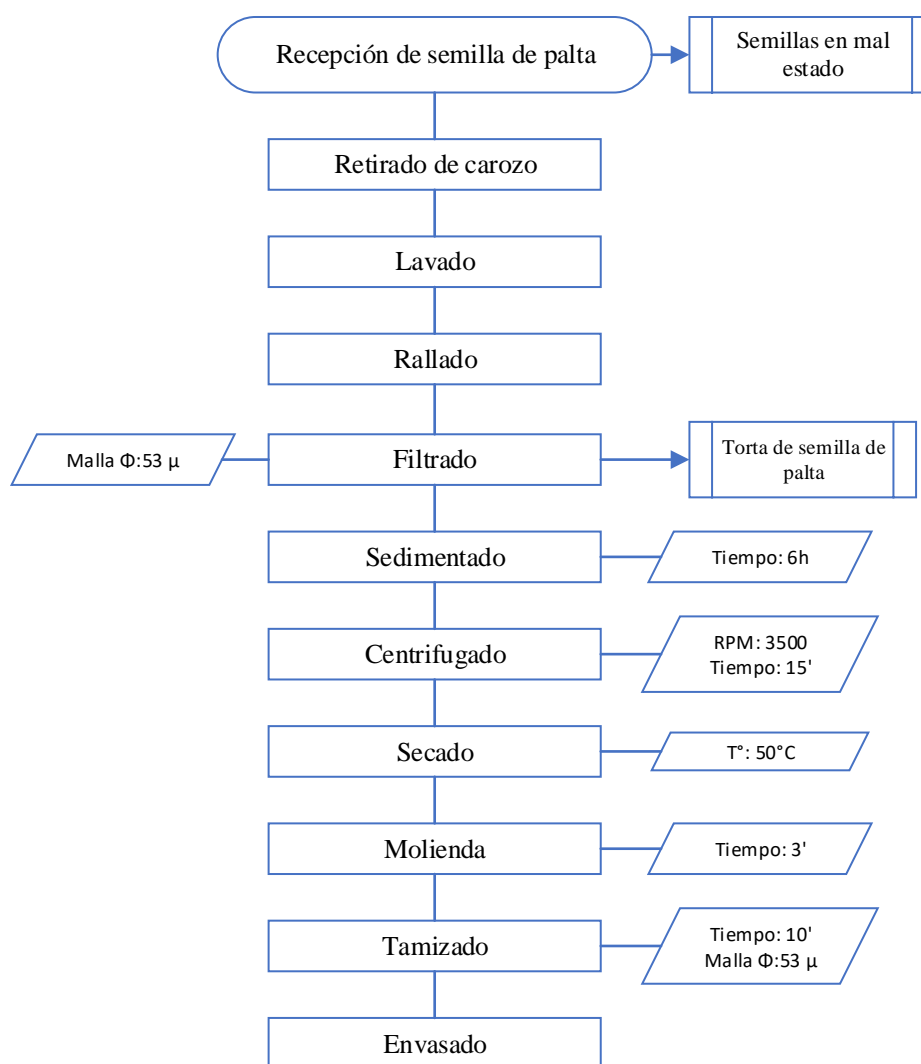


Figura 7. Diagrama de flujo de obtención de almidón de semilla de palta.

Descripción del flujograma:

1. Recepción de semilla de palta:

Se pesaron las semillas de palta recepcionadas, luego se depositaron en tinas limpias, y se retiraron las de mal estado.

2. Retirado de carozo:

Se retiró manualmente el carozo y fueron separadas las semillas de mal estado (Guillén, 2016).

3. Lavado:

Con ayuda de agua potable se retiró los restos que contenía la superficie de las semillas peladas.

4. Rallado:

Mediante el uso de un rallador manual se redujo la semilla, dejándose caer en una dilución de jugo de limón y agua, de 1:2 respectivamente, por un periodo de tiempo de 30 minutos.

5. Filtrado:

Se lavó el extracto de semilla de palta hasta observar que ya no hay más almidón. Posteriormente se filtró el líquido obtenido en una malla mesh tamaño 270, es decir, de diámetro de 53 micrómetros.

6. Sedimentado:

Para la correcta separación del almidón la muestra, sedimentó durante 2 horas, y se realizó el primer cambio de agua; luego, se cambió el agua cada 1 hora hasta que el agua quede tralmidón de semilla de paltaarente (Pitchaon & Gordon, 2009), en dilución de 1:3, en refrigeración de 15°C.

7. Centrifugado:

Se centrifugó a 12 000 rpm durante 15 minutos (Ruiloba et al., 2018), se desechó el sobrenadante y el precipitado se expandió en la superficie de una bandeja de vidrio con la ayuda de una espátula.

8. Secado:

La masa secó en bandeja de vidrio de 50 cm x 30 cm, a una temperatura de 50°C, hasta llegar a un peso constante (Albarán et al., 2019).

9. Molienda:

Se trituraron los trozos de masa seca de almidón en el molino durante 3 minutos, hasta convertirlo en polvo homogéneo.

10. Tamizado

Se filtró con malla mesh tamaño 60, de diámetro de 250 micrómetros, por un periodo de tiempo de 10 minutos.

11. Envasado

Se guardó en bolsas de polietileno de alta densidad.

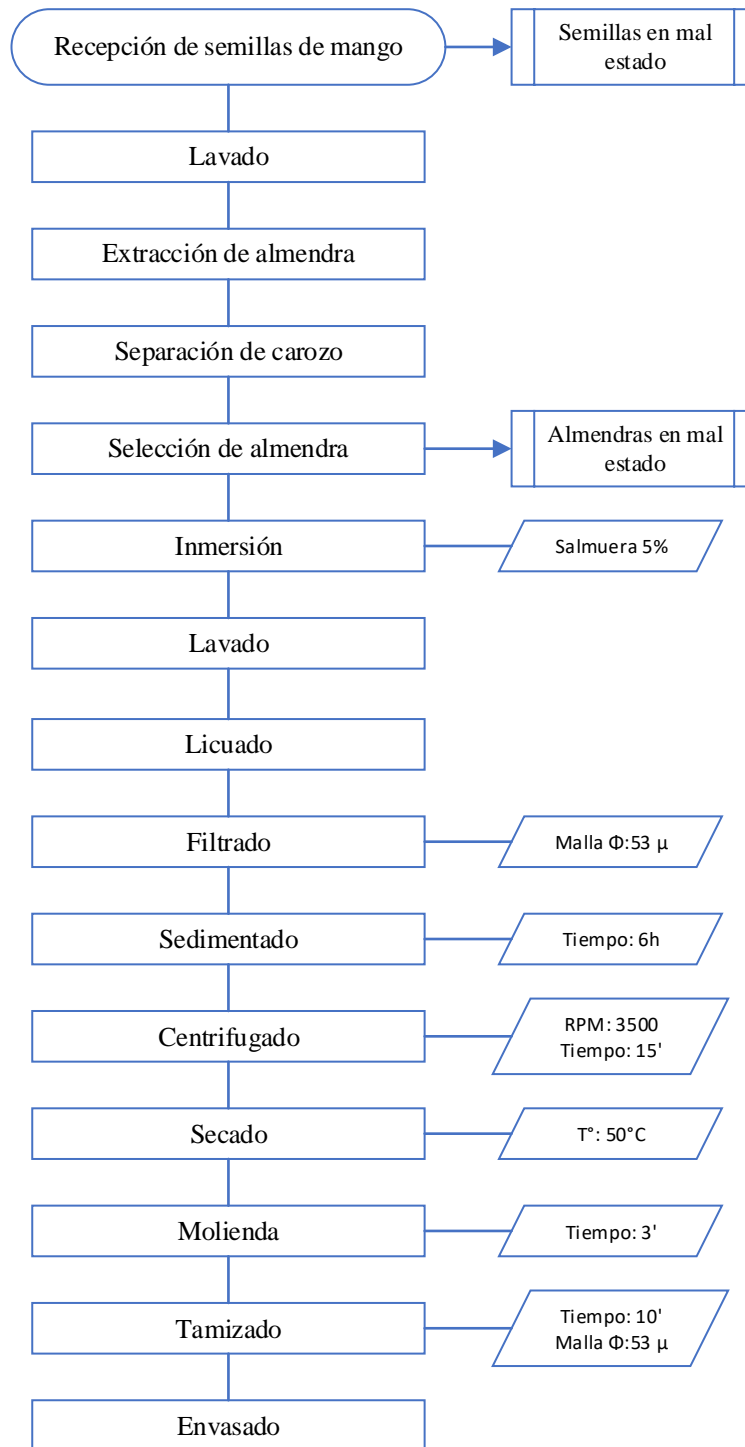


Figura 8. Diagrama de flujo de obtención de almidón de semilla de mango.

Descripción del flujograma:

1. Recepción de semillas de mango:

Las semillas de mango recepcionadas fueron escogidas, apartando las que estaban en mal estado (podridas), y se depositaron en un balde de 8 Litros de capacidad, tralmidón de semilla de paltaarente previamente lavado.

2. Lavado:

Las semillas fueron lavadas con agua potable para eliminar la mayor cantidad posible de azúcares que se encuentren en su superficie.

3. Extracción de la almendra:

Se introdujo el cuchillo en la ranura central de la parte inferior de la semilla y se abrió, luego se extrajo la almendra de la semilla de mango.

4. Separación de carozo:

Se separó el tegumento con la ayuda del cuchillo.

5. Selección de almendras:

Se apartaron las almendras deterioradas con manchas y oscuras, debido a que influirá en el producto.

6. Inmersión:

Se sumergieron las almendras trozadas en agua con sal marina con concentración de 5% durante 5 minutos, para inactivar enzimas.

7. Lavado:

Las semillas se enjuagaron luego de haber sido sumergidas en salmuera con la finalidad de eliminar los residuos que tenían.

8. Licuado:

Con la ayuda de una licuadora industrial se redujo el tamaño de la almendra.

9. Filtrado:

La pasta obtenida del licuado se lavó hasta observar que ya no hay más almidón, luego se tamizó en una malla mesh tamaño 270, de diámetro de 53 micrómetros.

10. Sedimentado:

Se dejó sedimentar por 6 horas a 15 °C, el líquido sobrenadante fue desechado, luego fue sometido a lavados con agua destilada hasta que el agua quede tralmidón de semilla de paltaarente, para la correcta separación del almidón (Gutiérrez et. al, 2015).

11. Centrifugado:

Se separaron los sólidos del extracto de almendra de mango. Durante 15 minutos a 12 000 rpm Ruiloba et. al (2018). Luego de esto se retiró el sobrenadante, quedando el precipitado.

12. Secado:

Se realizó en un tiempo de 6 h a una temperatura de 50°C (Silva-Cruz, 2018), en bandejas de vidrio de 50 cm x 30 cm.

13. Molienda:

Se sometió a molienda las muestras secas de almidón almendra de mango, para facilitar la homogeneidad de la mezcla en la elaboración de las bandejas biodegradables.

14. Tamizado

Se tamizó con malla mesh 60 de diámetro menor de 250 micrómetros (Silva-Cruz, 2018), por un periodo de tiempo de 10 minutos.

15. Envasado

Se almacenó dentro de bolsas de polietileno de alta densidad.

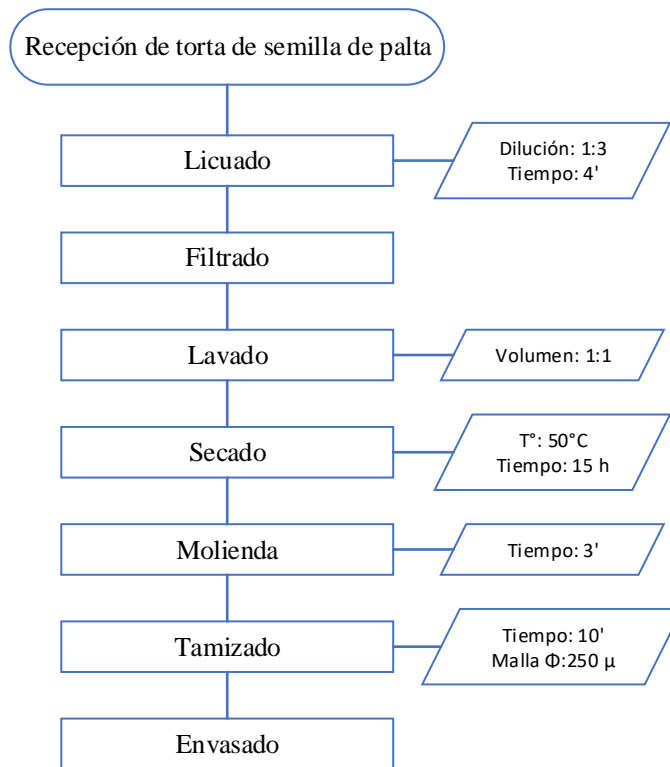


Figura 9. Diagrama de flujo de obtención de fibra de semilla de palta.

Descripción del flujograma:

1. Recepción de la torta de semilla de palta:

Se pesó la torta de semilla de palta recepcionada para determinar la cantidad de agua que se añade en la siguiente etapa.

2. Licuado:

Se licuó la torta con agua destilada en una proporción de 1:3 durante 4 minutos.

3. Filtrado:

Se eliminó los residuos hidrosolubles del extracto, utilizando como filtro una tela delgada de gaza. Se dejó sedimentar por 1h, y se separó el sobrenadante del sedimento.

4. Lavado:

Se desechó el agua sobrenadante turbia separándola del sedimento cada 1 h, luego se agregó nueva agua destilada en relación 1:1 p/v las veces necesarias hasta que el agua sobrenadante sea transparente.

5. Secado:

El sedimento se secó a temperatura de 50°C hasta que obtenga humedad constante (Moreno y Pizarro, 2013).

6. Molienda:

La fibra de semilla de palta seca se molió para obtener partículas más pequeñas que facilitaron la formación de las bandejas

7. Tamizado:

Se tamizó con malla mesh tamaño 60, de diámetro de 250 micrómetros, por un periodo de tiempo de 10 minutos.

8. Envasado:

Se almacenó dentro de bolsas de polietileno de alta densidad.

3.3.1. Elaboración de bandejas biodegradables

3.3.1.1. *Formulación de bandejas biodegradables*

Tabla 7. **Formulaciones para la elaboración de bandejas.**

| | A: Almidón (semilla de palta) | B: Almidón (al- mendra de mango) | C: Fibra (semi- lla de palta) |
|-----|--|---|--|
| | % | % | % |
| T1 | 45 | 45 | 10 |
| T2 | 47.5 | 47.5 | 5 |
| T3 | 50 | 50 | 0 |
| T4 | 70 | 25 | 5 |
| T5 | 25 | 70 | 5 |
| T6 | 60 | 30 | 10 |
| T7 | 30 | 60 | 10 |
| T8 | 0 | 95 | 5 |
| T9 | 0 | 90 | 10 |
| T10 | 0 | 100 | 0 |

Tabla 8. **Cantidades equivalentes en peso seco en gramos.**

| | A: Almidón | B: Almidón | C: Fibra |
|-----|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | (semilla de palta) | (almendra de mango) | (semilla de palta) |
| | g | g | g |
| T1 | 22.50 | 22.50 | 5.00 |
| T2 | 23.75 | 23.75 | 2.50 |
| T3 | 25.00 | 25.00 | 0.00 |
| T4 | 35.00 | 12.50 | 2.50 |
| T5 | 12.50 | 35.00 | 2.50 |
| T6 | 30.00 | 15.00 | 5.00 |
| T7 | 15.00 | 30.00 | 5.00 |
| T8 | 0.00 | 47.50 | 2.50 |
| T9 | 0.00 | 45.00 | 5.00 |
| T10 | 0.00 | 50.00 | 0.00 |

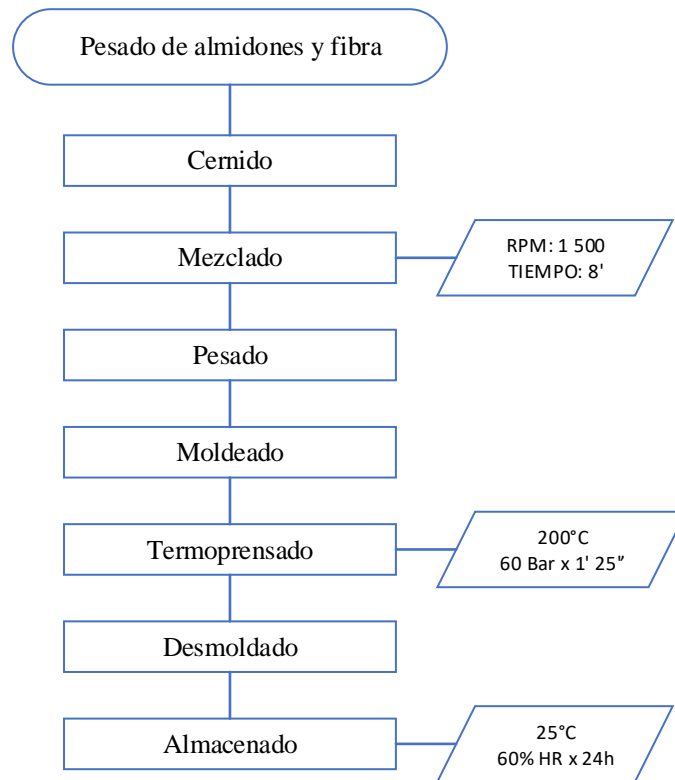


Figura 10. Flujograma de la obtención de bandejas biodegradables.

Fuente: Amaya & Beltrán (2017)

Descripción del flujograma:

1. Pesado de almidones y fibra:

Se pesó el almidón de semilla de palta, el almidón de almendra de mango y fibra de semilla de palta, por separado de acuerdo al porcentaje de cada formulación (Amaya, 2017).

2. Cernido:

Con la ayuda de un colador se cernieron 2 veces los almidones y fibra, homogenizando la distribución de la fibra, sobre una hoja de papel bond.

En un vaso de precipitado de 250 mL se agregaron; el almidón de semilla de palta, almidón de almendra de mango y fibra de semilla de palta en los pesos correspondientes por cada tratamiento, y se agregó agua en volumen equivalente entre 60% - 72% respecto al peso de la base seca.

3. Mezclar:

En un vaso de precipitado de 250 mL se mezcló con la ayuda de una batidora, la masa de almidón de semilla de palta, almidón de almendra de mango y fibra de semilla de palta agregándose de a poco 28 mL de agua a una velocidad de 1500 rpm durante un tiempo de 8 minutos (Amaya & Beltrán, 2017).

4. Pesado:

Se pesó entre 68g – 70g de masa resultante del mezclado.

5. Amoldado:

Se amoldó de forma ovalada y aplanada, posteriormente se colocaron en el molde de teflón de medidas de 270 mm de largo, 200 mm de ancho y 25 mm de profundidad, con 3 mm de espesor (Amaya, 2017).

6. Termoprensado:

En esta etapa las bandejas se prensaron con una máquina de compresión a la temperatura de 200°C y presión de 10 bar por un tiempo de 1 minuto y 25 segundos (Beltrán, 2017).

7. Desmoldado:

Se retiró las bandejas del molde de teflón con cuidado para evitar quebrarlas.

8. Obtención de bandejas y almacenamiento:

Las bandejas se almacenaron para el correcto secado, a temperatura ambiente (25 °C) durante 24 horas con humedad relativa de 60% (Amaya, 2017).

3.3.1.2. Caracterización de las bandejas biodegradables

a. Propiedades físicoquímicas

- Espectroscopia Infrarroja de Transformada de Fourier (FTIR)

Muestras de bandejas regulares con dimensiones de 50 x 50 mm. La espectrometría infrarroja con transformada de Fourier se analizó en el espectrofotómetro marca THERMO SCIENTIFIC, modelo Nicolet iS50 FT-IR (Francia) con dispositivo de reflectancia total atenuada (ATR). Los análisis fueron evaluados en el rango de 4000 a 500 cm⁻¹, con una resolución de 4 cm⁻¹ (Arévalo, 2017).

b. Propiedades físicas.

- Color:

Para determinar el color se realizó empleando un colorímetro general, en el espacio de color de CIElab (L*, a* y b*), en una placa de vidrio con fondo blanco. El análisis se realizó por triplicado para cada formulación, el área de cada muestra fue de 40 x 30 mm (Díaz, 2017)

El promedio de estándar se comparó con las formulaciones para obtener la diferencia total de color mediante la siguiente ecuación:

$$Color = \sqrt{(L)^2 + (a)^2 + (b)^2}$$

Dónde: Color= Número correspondiente en espacio de CIElab

L= luminosidad, negro=0 a blanco=100

a= matiz de color desde el rojo= 100 a verde=-80

b= matiz de color desde el amarillo= 100 a azul=-100

- Espesor:

Se utilizó un micrómetro manual (Inoxidable, 0-150 mm) para medir el espesor de las bandejas, el área de cada muestra fue de 50 x 50 mm, la medición se realizó por triplicado para cada formulación (Melli & Mali, 2014, como se citó en Beltrán, 2017).

- Densidad:

Se cortó la muestra con las dimensiones de 100 mm por 25 mm, luego se pesó la muestra para determinar su masa (g), y se halló el volumen multiplicando las dimensiones de cada muestra (Shogren et al., 1998, como se citó en Amaya, 2017).

$$Densidad = \frac{masa}{volumen} \text{ g/cm}^3$$

- Humedad:

Se determinó el porcentaje (%) de humedad de las bandejas haciendo uso de un analizador halógeno de humedad. Se realizó el análisis por triplicado para cada formulación, se cogió 1 g de bandeja molida y se colocó en el analizador de humedad a la temperatura de 105°C (Amaya, 2017).

- Capacidad de absorción de agua:

El análisis se realizó de acuerdo con el método de Cobb mencionado en el ABNT NBR NM ISO 535 (2014). Las medidas de cada muestra son de 25 mm por 4 mm; se tomó el peso inicial, luego se sumergió en agua destilada por 30 segundos, se retiró el exceso de agua y se por último se registró el peso final (Amaya, 2017).

$$capacidad\ de\ absorción\ de\ agua\ (\%CAA) = \frac{Peso\ final - Peso\ inicial}{Peso\ inicial} \times 100$$

c. Propiedades mecánicas.

- Tensión:

Se cortaron tiras de la bandeja con las medidas de 100 mm por 25 mm, se colocaron ambos extremos en las sondas de agarre del analizador de textura modelo TA.HD Plus (Stable Micro System, Surrey, Reino Unido) con una celda de carga de 100 kg, a una distancia inicial de 80 mm se programó una velocidad de cruce de 2 mm/s. Por último, se registró el gráfico de tensión-deformación durante la extensión, y se determinó la tensión y la deformación en la ruptura (Mello & Mali, 2014, como se citó en Amaya, 2017). Los ensayos de tracción (resistencia a la rotura y elongación) se realizaron de acuerdo con el método ASTM D790M-91 (1991) con modificaciones.

- Compresión:

Se cortaron muestras cuadradas de lado de 50 mm; y se colocó en la base del Analizador de textura con la ayuda del accesorio HDP/CFS; luego se registró la fuerza ejercida por la sonda esférica de acero inoxidable sobre la muestra (Beltrán, 2017).

3.4. Diseño estadístico

Clase de diseño: Factor Categórico Individual

Diseño Base

Número de factores experimentales: 1

Número de bloques: 1

Número de respuestas: 1

Número de corridas: 30

Grados de libertad para el error: 20

Aleatorizar: Sí

El diseño consiste de 30 corridas. El diseño fue ejecutado en un solo bloque. El orden de los experimentos es completamente aleatorizado.

3.5. Análisis estadístico

Se utilizó el Software Origin para el análisis de los resultados de FTIR, varianza (ANOVA-un solo factor) con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0.05$) para los resultados.

Se utilizó el Software Statgraphics para el análisis de los resultados de color, espesor (mm), densidad (g/cm^3), humedad (%) y capacidad de absorción de agua (%), tensión (MPa), resistencia a la perforación (N) y deformación (mm); (ANOVA-un solo factor) con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0.05$) para los resultados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Propiedad química

Los estudios de caracterización química del almidón de semilla de palta, almidón de semilla de mango, fibra de semilla de palta y las bandejas obtenidas a partir de las diferentes formulaciones fueron evaluados mediante espectroscopía infrarroja utilizando un Espectrómetro de Infrarrojo de Transformada de Fourier (FTIR); se realizaron con la finalidad de obtener información sobre la estructura de los almidones y las interacciones entre ellos.

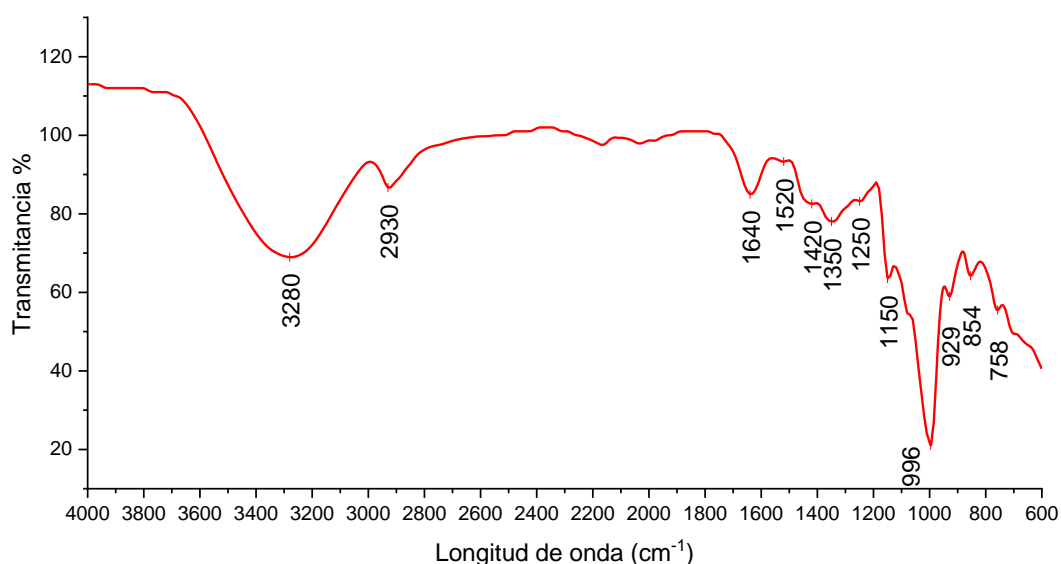


Figura 11. Espectro FTIR de almidón de semilla de palta.

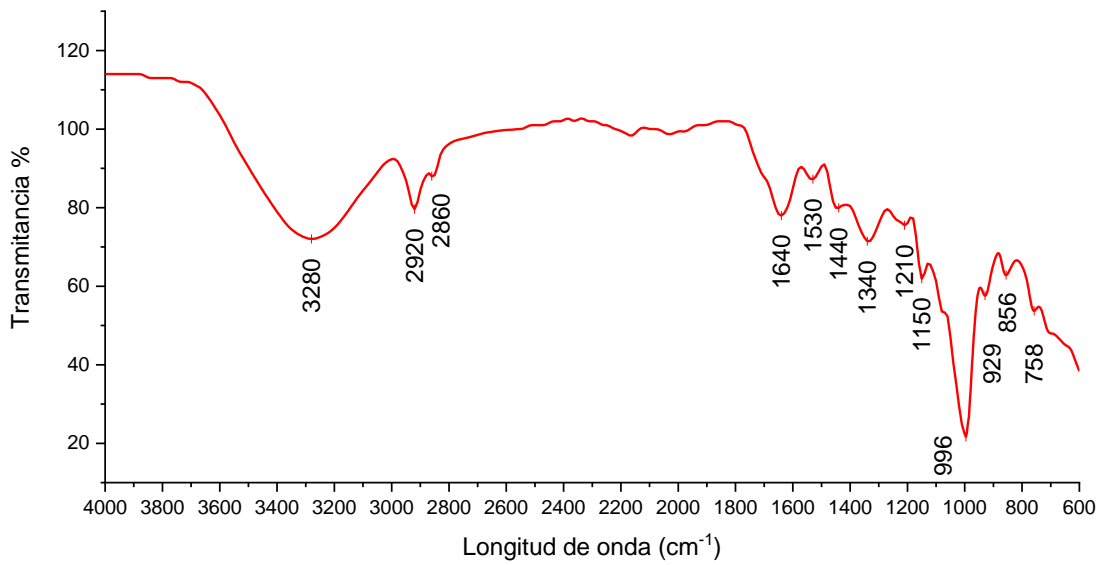


Figura 12. Espectro FTIR de almidón de semilla de mango.

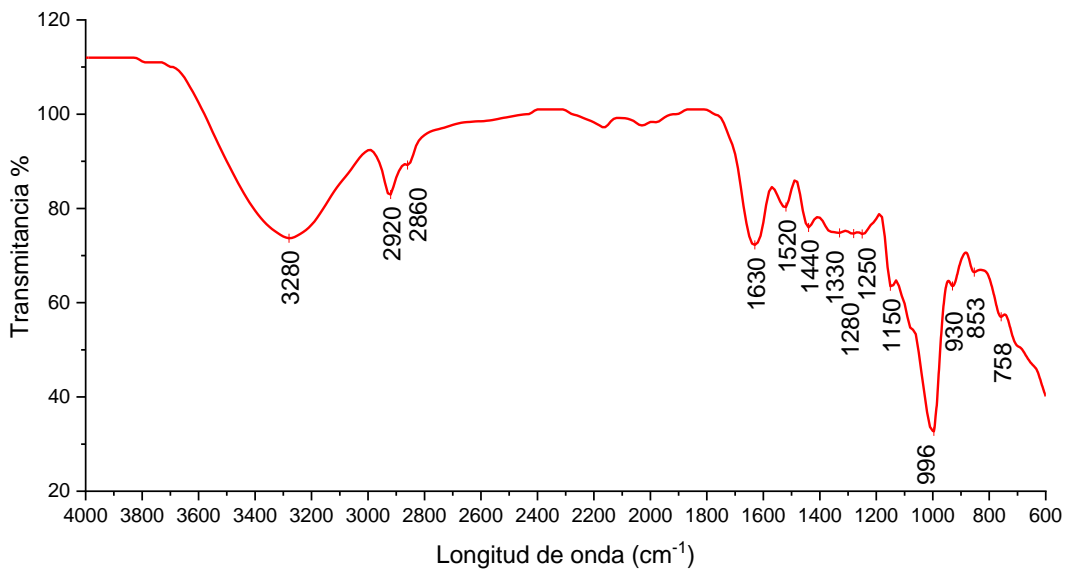


Figura 13. Espectro FTIR de fibra de semilla de palta.

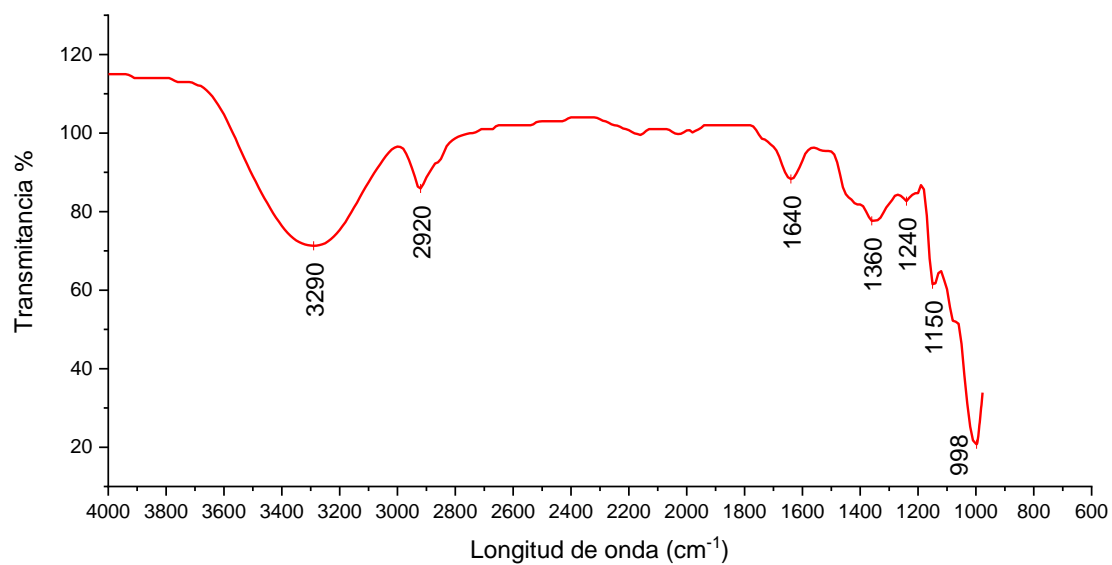


Figura 14. Espectro FTIR DE T1.

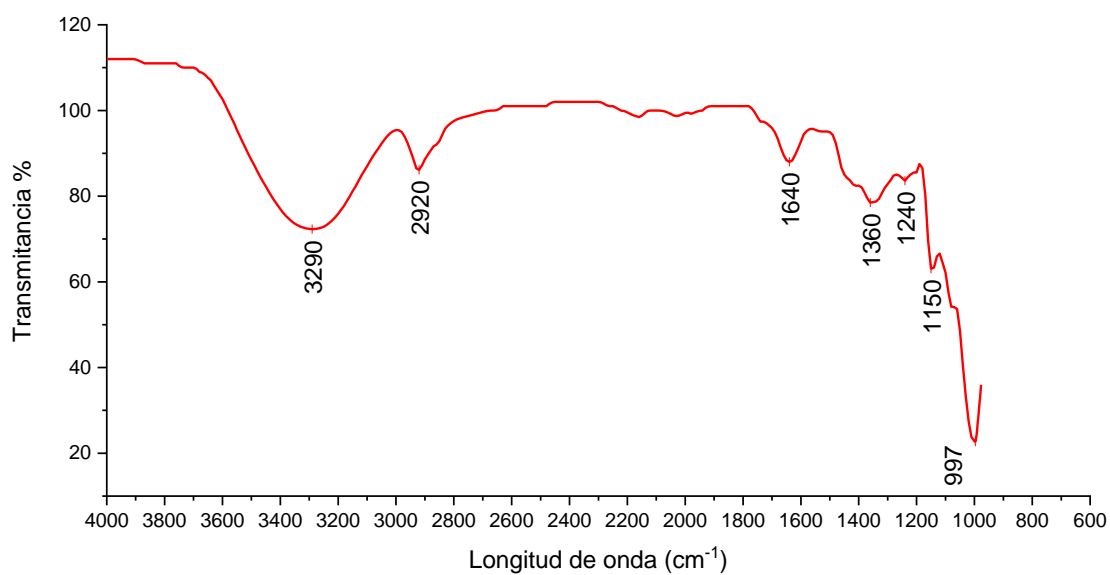


Figura 15. Espectro FTIR de T2.

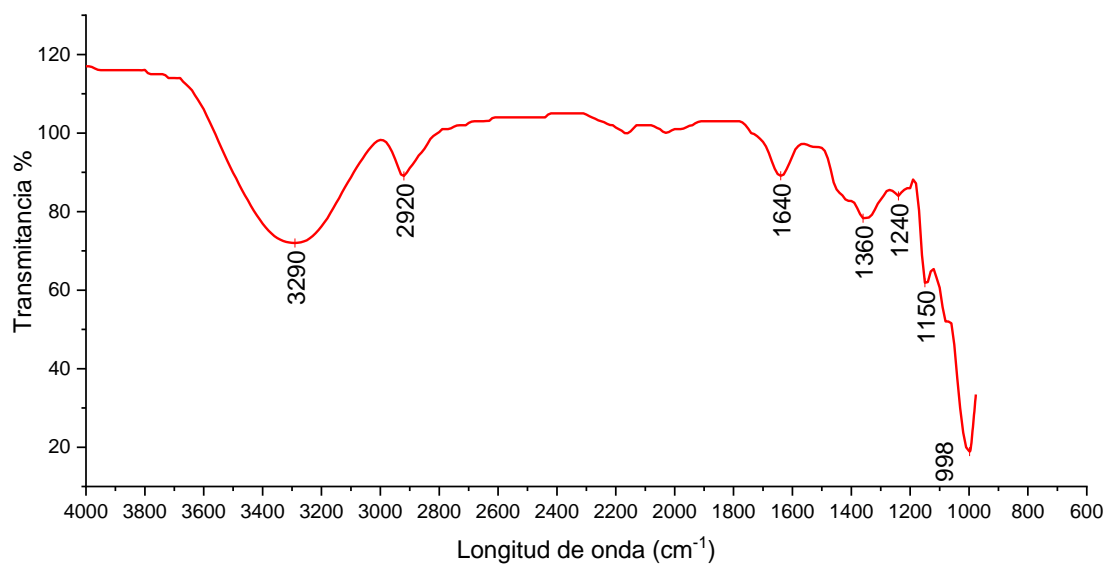


Figura 16. Espectro FTIR de T3.

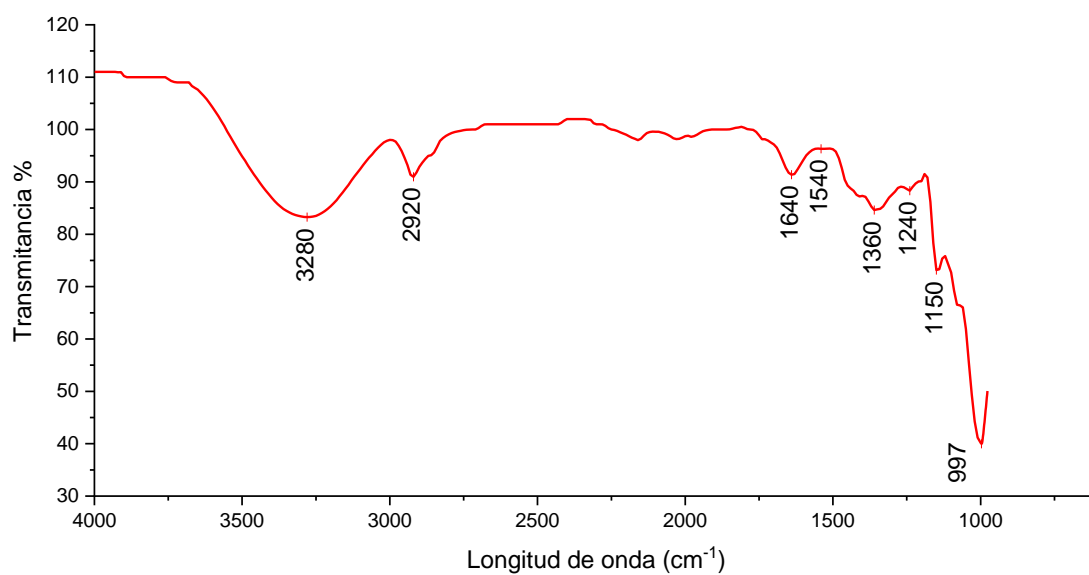


Figura 17. Espectro FTIR de T4.

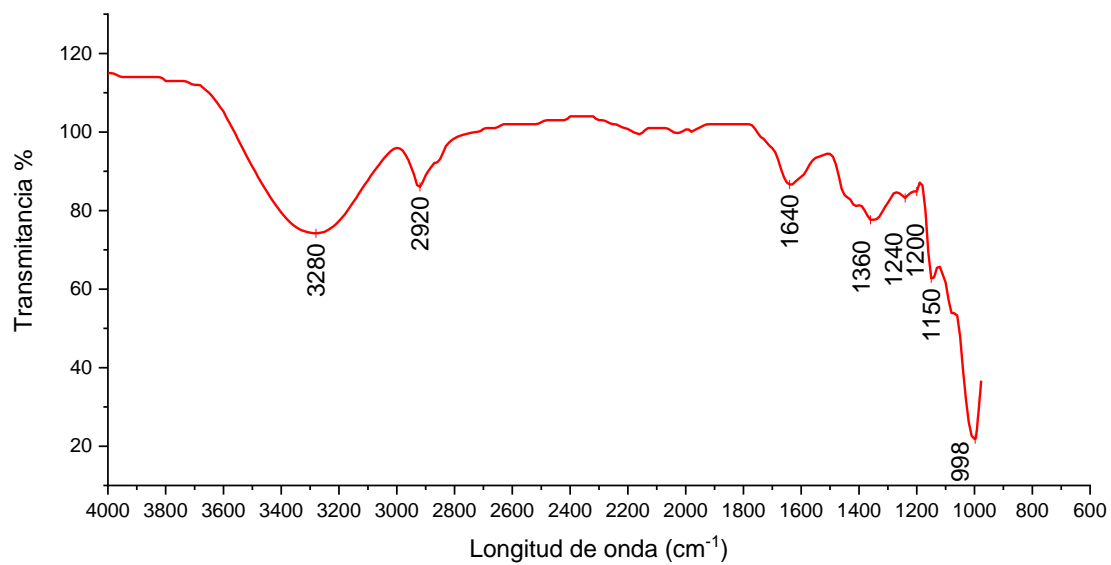


Figura 18. Espectro FTIR de T5.

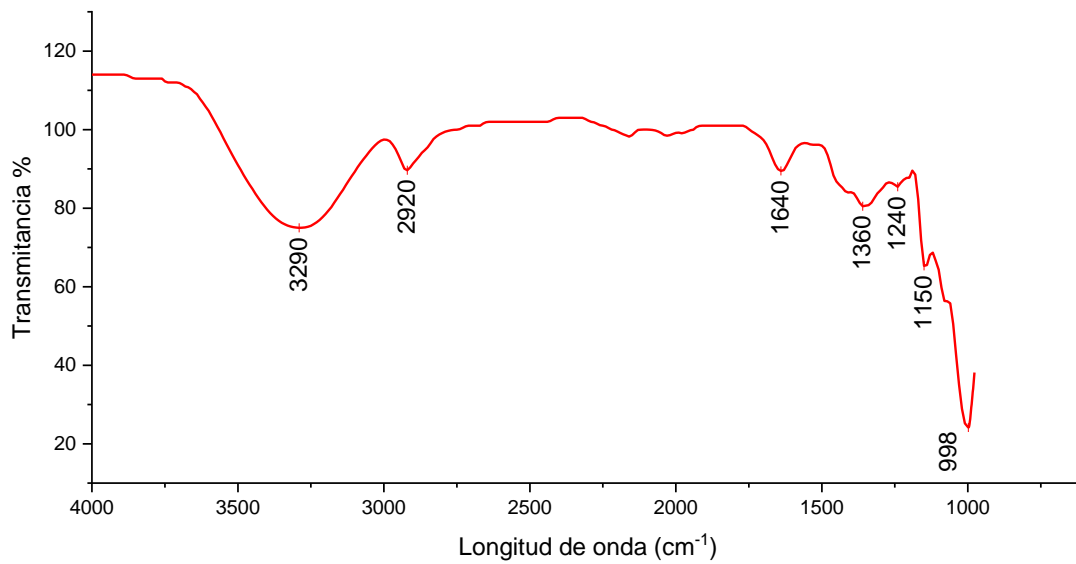


Figura 19. Espectro FTIR de T6.

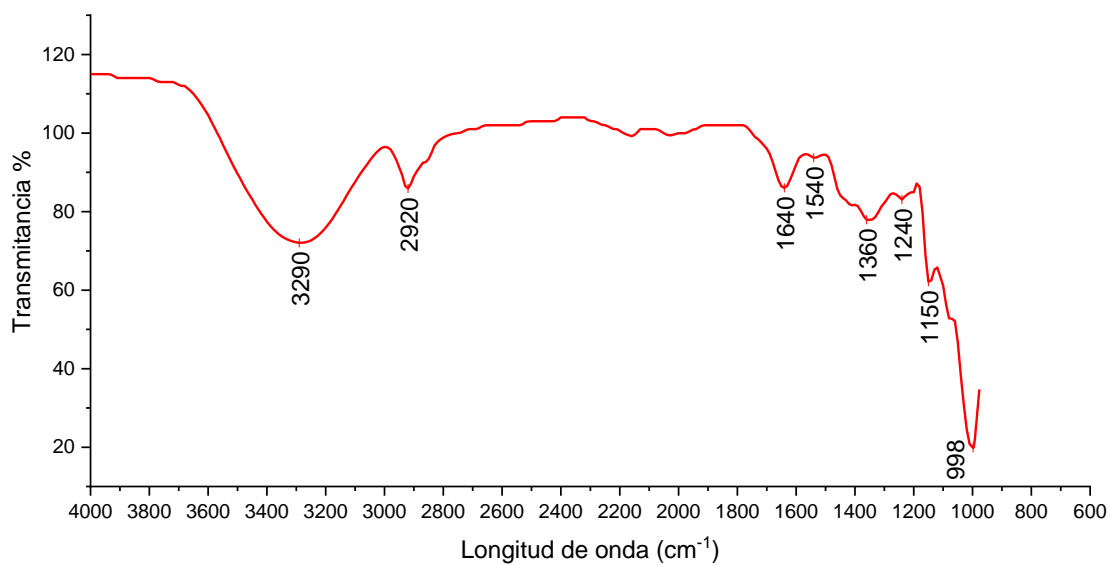


Figura 20. Espectro FTIR de T7

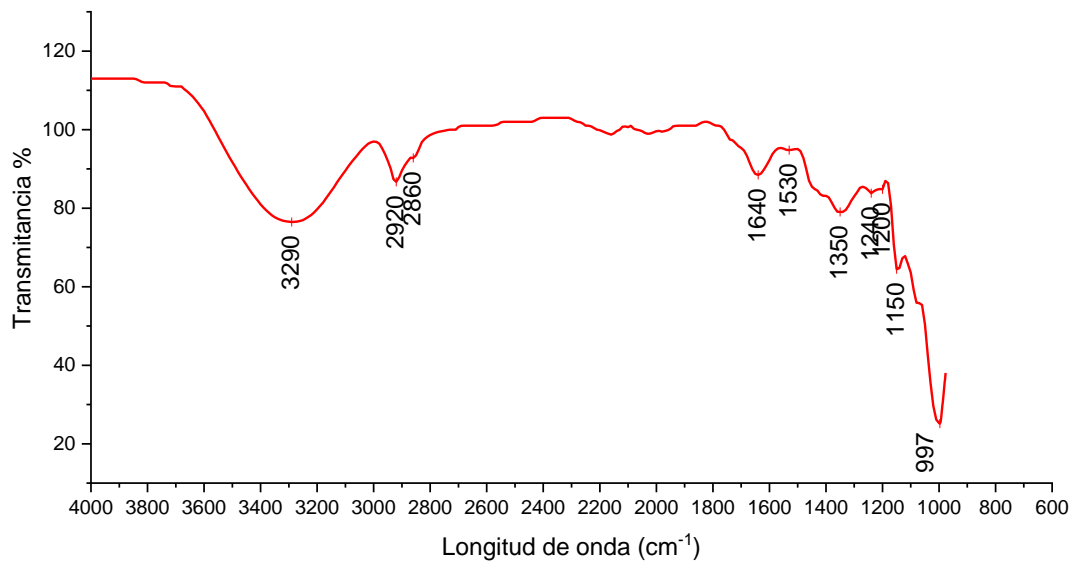


Figura 21. Espectro FTIR de T8.

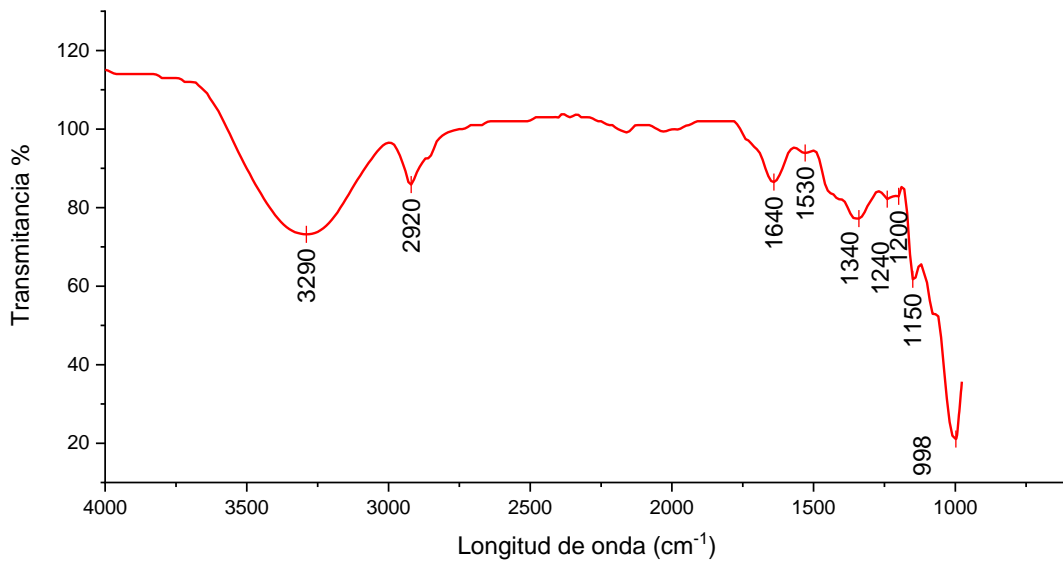


Figura 22. Espectro FTIR de T9.

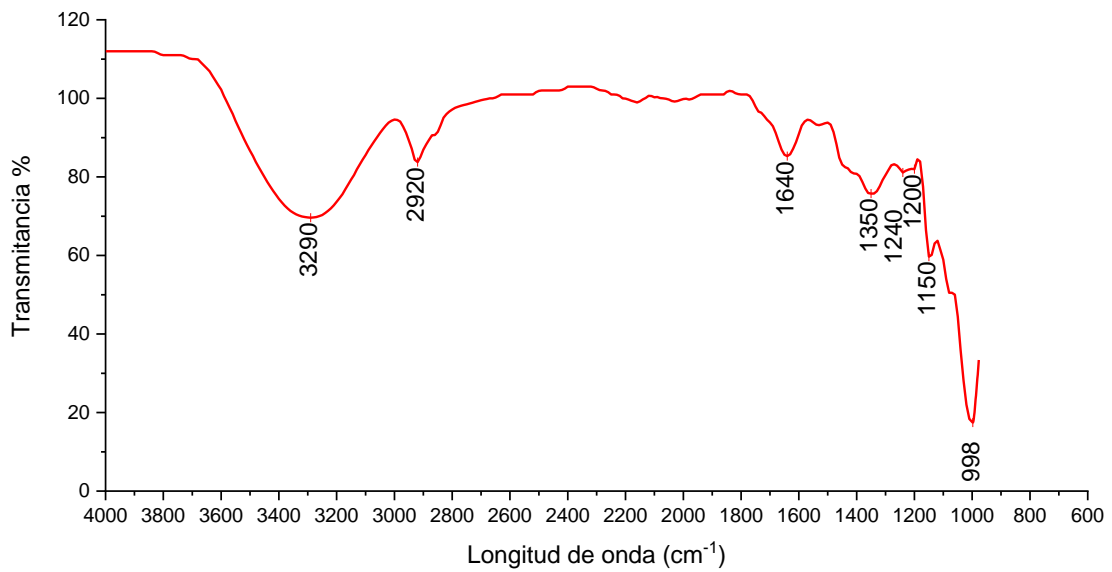


Figura 23. Espectro FTIR de T10.

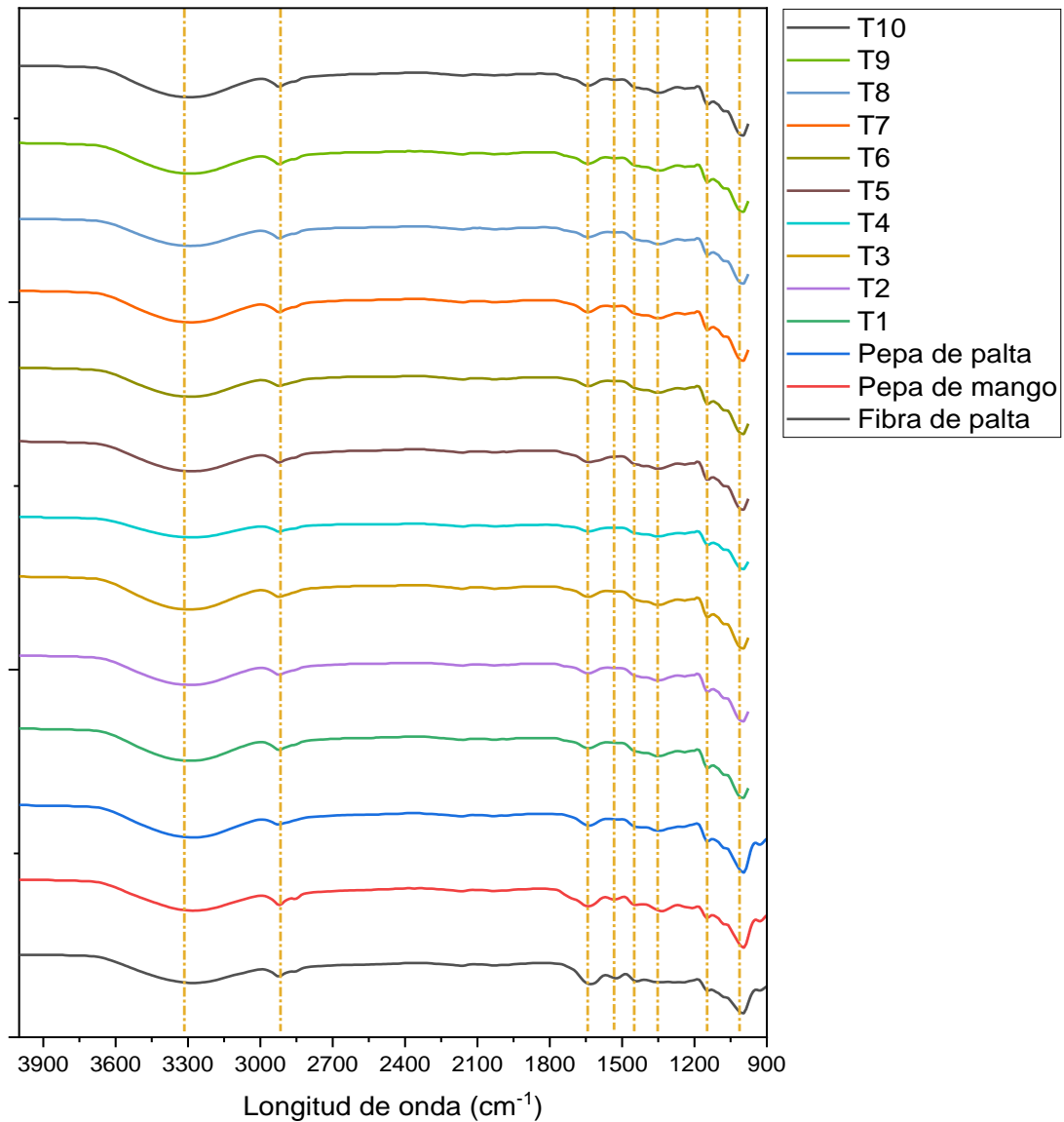


Figura 24. Espectros FTIR comparativo, de los 10 Tratamientos.

La figura 11 representa el espectro FTIR de la muestra de almidón de semilla de palta y la figura 12 representa el espectro FTIR de la muestra del almidón de semilla de mango, y demuestran las señales propias de este tipo de polisacáridos, con anillos glucopiranosos como bandas OH entre 3280 cm^{-1} , estiramiento vibracional de CH en grupos alifáticos a 2920-2930 cm^{-1} , señales de agua absorbida a 1640 cm^{-1} y estiramiento en CO a 1150 cm^{-1} , y vibración de flexión en C-OH a 996 cm^{-1} (Pozo et al., 2018).

En la figura 13 que representa el espectro FTIR de la fibra de semilla de palta, presenta un ligero desplazamiento de algunas señales en comparación con el almidón. La banda

alrededor de 3280 cm^{-1} se asigna a la multitud de frecuencias de estiramiento OH del almidón, mientras que picos alrededor de 1520 y 1630 cm^{-1} indica presencia de enlaces aromáticos por contenido de lignina, además del pico 1440 cm^{-1} que generalmente se asocia con carbohidratos y lignina (deformación C-H en lignina y carbohidratos) (Sánchez et al., 2017). No obstante, una banda de 930 cm^{-1} que indica notoriamente la vibración de C-O-C del puente de anhidrogalactosa y enlaces glicosídicos del almidón (Pratywi et al., 2018).

Por otro lado, se observa que los Tratamientos presentaron bandas de 3280-3290 cm^{-1} atribuido al estiramiento de OH entre los enlaces de hidrógeno de las materias primas empleadas; a su vez, se encuentra una banda alrededor de 1640 cm^{-1} asociada con la flexión O-H de la molécula de agua, señalando que el agua interactúa con otros componentes de la mezcla (Ferreira et al., 2019). Así mismo, las bandas de 2920 cm^{-1} se atribuye a la vibración de estiramiento del metil C-H (Zhang-Yu & Zhang, 2019). La banda 1150 cm^{-1} se le atribuye al estiramiento asimétrico de C-O-C (Abdullah et al., 2018).

Las bandas entre 996-998 cm^{-1} puede correlacionarse con las vibraciones características del anillo de piranosa en unidades particulares que pertenecen a la glucosa, propias del almidón (Oniszczyk et al., 2019). Sin embargo, los Tratamientos en comparación con los componentes de la mezcla, se observa la atenuación de los picos alrededor de 1520 y 1440-1420 cm^{-1} que generalmente se les asocia a una amida secundaria y a la flexión simétrica de CH₂ (Defeyt et al., 2017; Yang et al., 2010).

Tabla 9. **Bandas características del espectro FTIR obtenida de los Tratamientos y sus componentes de mezcla.**

| Muestra | Bandas (cm⁻¹) | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| Fibra de palta | 3280 | 2920 | 1630 | 1330 | 1250 | 1150 | 996 | 1520 | 1440 |
| Almidón semilla de mango | 3280 | 2920 | 1640 | 1340 | 1210 | 1150 | 996 | 1530 | 1440 |
| Almidón semilla de palta | 3280 | 2920 | 1640 | 1350 | 1250 | 1150 | 996 | 1520 | 1420 |
| T1 | 3290 | 2920 | 1640 | 1360 | 1240 | 1150 | 998 | | |
| T2 | 3290 | 2920 | 1640 | 1360 | 1240 | 1150 | 997 | | |
| T3 | 3290 | 2920 | 1640 | 1360 | 1240 | 1150 | 998 | | |
| T4 | 3280 | 2920 | 1640 | 1360 | 1240 | 1150 | 997 | | |
| T5 | 3280 | 2920 | 1640 | 1360 | 1240 | 1150 | 998 | | |
| T6 | 3290 | 2920 | 1640 | 1360 | 1240 | 1150 | 998 | | |
| T7 | 3290 | 2920 | 1640 | 1360 | 1240 | 1150 | 998 | | |
| T8 | 3290 | 2920 | 1640 | 1350 | 1240 | 1150 | 997 | | |
| T9 | 3290 | 2920 | 1640 | 1340 | 1240 | 1150 | 998 | | |
| T10 | 3290 | 2920 | 1640 | 1350 | 1240 | 1150 | 998 | | |

4.2. Propiedades físicas

En la tabla 10 el análisis de varianza para color de los 10 Tratamientos elaborados con 3 repeticiones; determinando que los diferentes porcentajes de almidón y fibra de semilla de palta y almidón de semilla de mango generan una diferencia estadísticamente significativa entre la media de color de un nivel de Tratamiento y otro, resultando un valor $p < 0.05$, con un nivel del 95.0% de confianza. Demostrando la variación de los tonos en las superficies de las bandejas biodegradables, como se observa en la figura 25.

Tabla 10. **ANOVA, Análisis de varianza para Color.**

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Tratamiento | 82.247 | 9 | 9.13856 | 10.54 | 0.0000 |
| Error | 17.3467 | 20 | 0.867333 | | |
| Total (Corregido) | 99.5937 | 29 | | | |

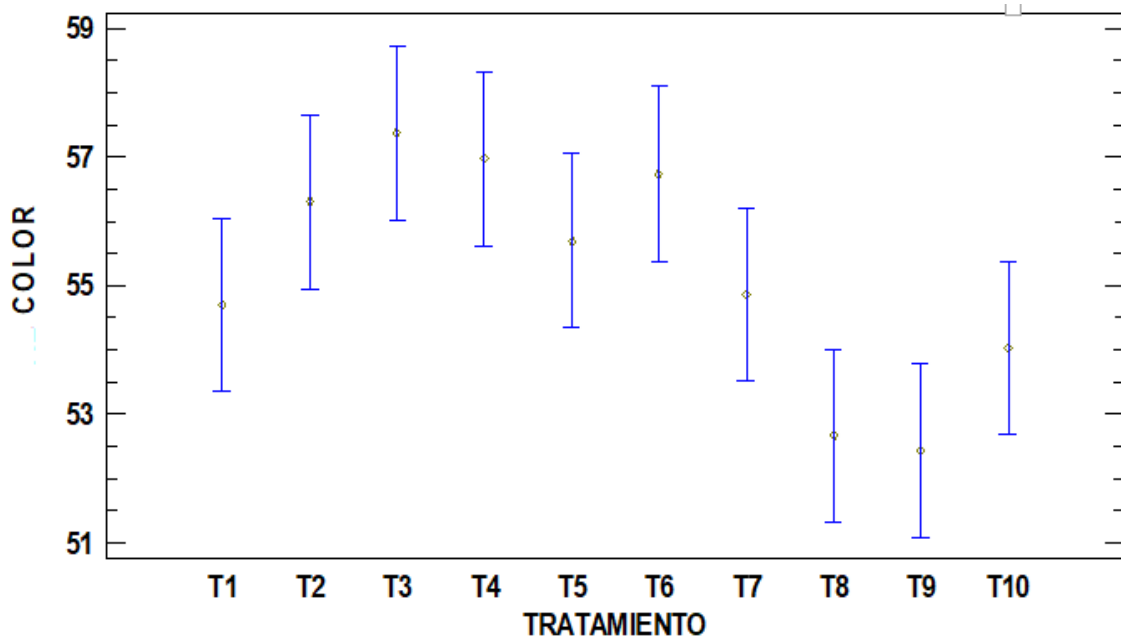


Figura 25. Medias de color de las bandejas de los 10 Tratamientos.

De acuerdo a los valores presentados en la tabla 11, se observa un comportamiento de diferencia de color en las superficies de las bandejas biodegradables $T1 < T2 < T3$, dichos tratamientos contienen las proporciones (45/45/10), (47.5/47.5/5) y (50/50/0), respectivamente, se puede apreciar que a mayor porcentaje de fibra de semilla de palta el valor es menor, esto se debe a la presencia de lignina en la fibra generando bandejas más oscuras (Luna et al., 2021). El efecto visual en las bandejas tiende a tono rojo según menciona Romero-Domínguez (2019) debido al oscurecimiento de las bandejas por reacciones de Maillard (pardeamiento no enzimático).

Para explicar el comportamiento del diferencial de color, se tomó en cuenta cada parámetro, inicialmente se realizó el análisis de varianza para el parámetro L^* de los 10 Tratamientos elaborados con 3 repeticiones; en el anexo 8 nos demuestra que los diferentes porcentajes de almidón y fibra de semilla de palta y almidón de semilla de mango influye significativamente en el parámetro, resultando un valor $p < 0.05$, con un nivel del

95.0% de confianza. Para determinar la diferencia entre las medias de luminosidad de los Tratamientos se realizó la prueba de Tukey, según se muestra en anexo 9.

Los valores de luminosidad en las bandejas con solo presencia de almidón de semilla de mango y fibra de semilla de palta (T8, T9), 50.4 y 50.2, son menores frente a (T2, T3, T4, T5, T6); 53.3, 53.9, 53.7, 53.1, 53.9; respectivamente, son parecidos a los obtenidos en bandejas elaboradas con 3% de rastrojo de maíz y 4% de Glicerol en la investigación de Díaz (2017) en la con resultado de 53.50 en la iluminación. Además, indica que las bandejas elaboradas con 10% de rastrojo de maíz y 6.5% de glicerol presentan 50.35 como valor en iluminación, siendo similar los valores de T8 y T9.

Los valores de luminosidad de los Tratamientos (T1, T8, T9 y T10) son parecidos a lo demostrado por Cruz Rodriguez (2021) en la bandeja elaborada con almidón y fibra de pseudotallo de banana en proporción 80/20, respectivamente, 51.52, pero no comparado con los valores (100/0 es 68.44, 95/5 es 61.67 y 90/10 es 56.69) observándose que a menor proporción de fibra mayor luminosidad.

En la investigación de Amaya (2017) indica que sus resultados de iluminación en bandejas elaboradas con nanofibras de peladilla de espárrago y almidón de oca muestra en los datos obtenidos que la nanofibra incrementó la iluminación con valores entre 70.96, 72.96 y 73.78, para 0.5, 2.5, 5% de nanofibra respectivamente, comparando con los que solo tuvieron fibra, ya que fueron menores sus valores. Esto quiere decir que al utilizar fibra se obtiene una mayor iluminación que realizándolas con nanofibras.

En el anexo 10 el análisis de varianza para el parámetro a^* de los 10 Tratamientos elaborados con 3 repeticiones; nos demuestra que los diferentes porcentajes de almidón y fibra de semilla de palta y almidón de semilla de mango influye significativamente en el parámetro, resultando un valor $p < 0.05$, con un nivel del 95.0% de confianza. Para

determinar la diferencia entre las medias del parámetro a^* de los Tratamientos se realizó la prueba de Tukey, según se muestra en el anexo 11.

El parámetro a^* aumentó al adicionarse fibra de semilla de palta en ausencia de almidón de semilla de palta en los Tratamientos ($T_{10} < T_8 < T_9$); sin embargo, la diferencia significativa se muestra entre los Tratamientos ($T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6$ y T_7). De acuerdo a Cruz, (2021) el enrojecimiento de la bandeja puede deberse a la presencia de fibra que contiene lignina (Gutierrez & Yunuen, 2021).

En el anexo 12 el análisis de varianza para el parámetro b^* de los 10 Tratamientos elaborados con 3 repeticiones; nos demuestra que los diferentes porcentajes de almidón y fibra de semilla de palta y almidón de semilla de mango influye significativamente en el parámetro, resultando un valor $p < 0.05$, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar la diferencia entre las medias del parámetro b^* de los Tratamientos se realizó la prueba de Tukey, según se muestra en el anexo 13.

Los valores del parámetro b^* de los Tratamientos oscilan entre 13.8 y 18.4, inclinándose al tono amarillo, estos valores se asemejan a lo reportado por (Espinoza M. et al., 2016) al utilizar fibra de peladilla de espárrago y almidón de camote en bandejas biodegradables en el rango de 15-20%, cuyos valores están entre 14.8 y 17.37.

Por otro lado, Amaya-Quiroz (2017) indica que en la bandeja elaborada con la formulación de 95% de almidón de oca y 5% de fibra de peladilla de espárrago obtuvo como resultado 15.53 en el parámetro b^* , que es cercano al T_1 (45/45/10) con 15.5.

Tabla 11. Promedio de los parámetros L*, a*, b*; de las bandejas biodegradables en los diferentes Tratamientos.

| Tratamiento | PROMEDIO L* | PROMEDIO a* | PROMEDIO b* | Color |
|-------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|
| T1 | 52.5±0.8 ^{a,b} | 5.9±0 ^{a,b,c} | 15.5±0.3 ^{b,c,d} | 54.7±0.8 ^{d,e} |
| T2 | 53.3±0.2 ^a | 6.2±0.1 ^{a,b} | 16.9±0.4 ^{a,b} | 56.3±0.3 ^{a,b,c} |
| T3 | 53.9±1.4 ^a | 6.6±0.5 ^a | 18.4±1.1 ^a | 57.4±1.6 ^a |
| T4 | 53.7±0.4 ^a | 6.4±0.6 ^{a,b} | 17.8±1.8 ^{a,b} | 56.9±0.8 ^{a,b} |
| T5 | 53.1±0.7 ^a | 5.9±0.3 ^{a,b,c} | 15.7±1.2 ^{b,c,d} | 55.7±1.1 ^{b,c,d} |
| T6 | 53.9±0.3 ^a | 5.9±0.3 ^{a,b,c} | 16.6±0.4 ^{a,b,c} | 56.73±0.4 ^{a,b} |
| T7 | 52.2±1.6 ^{a,b} | 5.9±0.2 ^{a,b,c} | 15.9±0.4 ^{b,c,d} | 54.86±1.6 ^{c,d,e} |
| T8 | 50.4±0.7 ^b | 5.1±0.6 ^{c,d} | 14.4±0.2 ^{c,d} | 52.66±0.6 ^{f,g} |
| T9 | 50.2±0.3 ^b | 5.5±0.3 ^{b,c,d} | 13.9±0.2 ^d | 52.43±0.4 ^g |
| T10 | 52.0± 0.3 ^{a,b} | 4.6±0.1 ^d | 13.8±0.5 ^d | 54.03±0.7 ^{e,f} |

Valores de resultados expresados en media de 3 muestras ± desviación estándar.

a-b-c-d-e-f-g: La prueba Tukey ($p < 0.05$) refleja la diferencia significativa que existe entre las medias aritméticas de los Tratamientos en la misma columna, se representan con letras pequeñas diferentes.

En la tabla 12 el análisis de varianza para el espesor de los 10 Tratamientos elaborados con 3 repeticiones; nos demuestra que los diferentes porcentajes de almidón y fibra de semilla de palta y almidón de semilla de mango no genera una diferencia estadísticamente significativa entre la media de espesor entre un nivel de Tratamiento y otro, resultando un valor $p > 0.05$, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 12. ANOVA, Análisis de varianza para el espesor.

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|-------------------|-------------------|----|----------------|---------|---------------|
| Tratamiento | 1.41815 | 9 | 0.157572 | 2.34 | 0.0543 |
| Error | 1.34587 | 20 | 0.0672933 | | |
| Total (Corregido) | 2.76402 | 29 | | | |

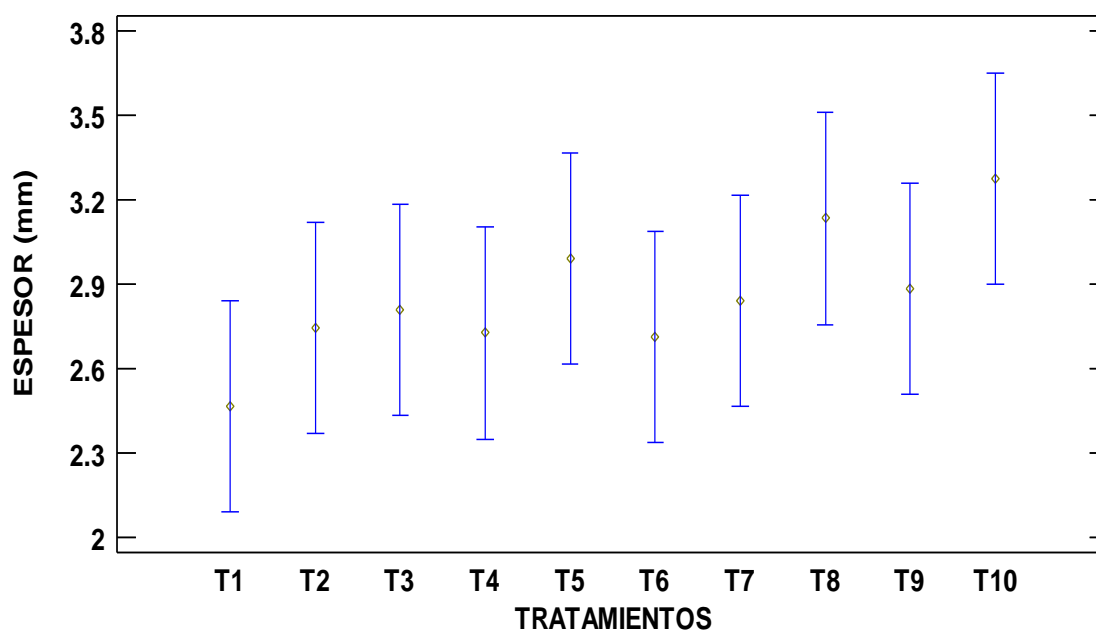


Figura 26. Medias de espesor de las bandejas de los 10 Tratamientos.

Se determinó una expansión uniforme durante el termoformado de las bandejas, reflejado en los valores de la figura 26, y según Beltran (2017) mientras el porcentaje de fibra en la masa de almidón sea menor de 20% el espesor de la bandeja aumentará reflejando un comportamiento de expansión durante la formación de bioespuma, y que en altas concentraciones de fibra (30% y 40%) el espesor disminuye, esto se debe a que al aumentar el porcentaje de fibra baja la viscosidad de la masa de almidón (Pornsuksomboon et al., 2016) por la buena interacción fibra-almidón (Soykeabkaew et al., 2015).

En la tabla 13 el análisis de varianza para la densidad de los 10 Tratamientos elaborados con 3 repeticiones; se demuestra que los diferentes porcentajes de almidón y fibra de semilla de palta y almidón de semilla de mango no genera una diferencia estadísticamente significativa entre la media de densidad entre un Tratamiento y otro, resultando un valor $p > 0.05$, con un nivel del 95.0% de confianza, como se observa en la figura 27.

Tabla 13. **ANOVA, Análisis de varianza para el Densidad.**

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Tratamiento | 0.0201383 | 9 | 0.00223759 | 1.72 | 0.1497 |
| Error | 0.0260207 | 20 | 0.00130103 | | |
| Total (Corregido) | 0.046159 | 29 | | | |

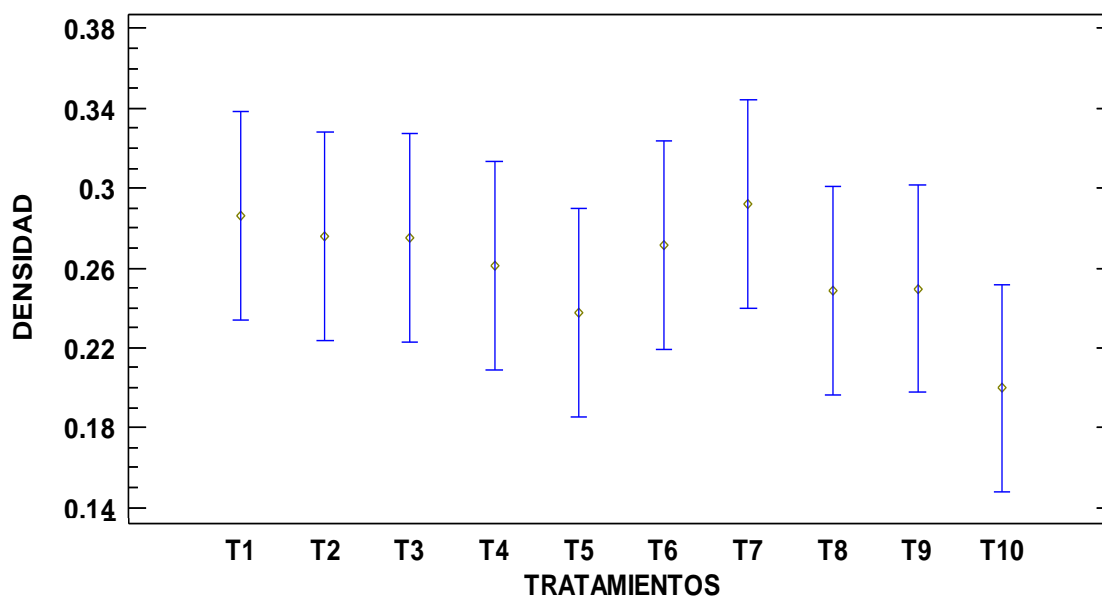


Figura 27. **Medias de la densidad de las bandejas de los 10 Tratamientos.**

Se obtuvo valores de densidad entre 0.200 g/cm^3 y 0.292 g/cm^3 , y promedio de 0.260 g/cm^3 ; estos valores son altos en comparación con la baja densidad de las bandejas de poliestireno, 0.04 g/cm^3 (Ferreira et al., 2019), utilizándolas como referencia por ser las

más comercializadas y presentar buenas propiedades mecánicas (Romero-Domínguez, 2019)

Se determinaron valores de densidad similares en la investigación realizada por Cruz-Tirado (2017) cuyas bandejas formadas con almidón de camote y fibra de peladilla de espárrago dieron como resultado 0.193 g/cm^3 hasta 0.300 g/cm^3 .

Chel-Guerrero et al. (2016) explica que, la estabilidad del almidón de semilla de palta se debe su naturaleza, presentando un comportamiento de baja retrogradación y consistencia en procesos mecánicos de calentamiento y enfriamiento; y según Kringel et al. (2020) se debe a su alto grado de asociación entre componentes moleculares. Los valores de densidad en la investigación de Matsuda et al. (2013) de bandejas de almidón de yuca y nanoarcilla son parecidos a las muestras con mayor cantidad de almidón de semilla de palta o fibra de semilla de palta, entre $0,2809$ a $0,3075 \text{ g/cm}^3$.

Los valores de densidad registrados en las bandejas son mayores que los obtenidos por Amaya-Quiroz (2017) en bandejas con almidón de oca, fibra de celulosa o nanofibras de celulosa en concentraciones de 1.5%, 2.5% y 5%; sin embargo, existe el mismo comportamiento de aumentar la densidad al incrementar el porcentaje de fibra de celulosa resultando valores desde 0.14 g/cm^3 a 0.17 g/cm^3 ; sin embargo, no hay diferencia estadísticamente significativa; mientras que las densidades en las bandejas con nanofibras de celulosa todas son 0.17 g/cm^3 debido a la pequeña diferencia entre las concentraciones y homogénea distribución en la masa de almidón.

Además, Cruz et al. (2020), explica que la masa de almidón debe tener una viscosidad que retenga las burbujas de aire formadas en el mezclado, sin colapsar la estructura expandida, formando bandejas de baja densidad. Y el almidón de semilla de palta posee viscosidad de comportamiento tipo B (dilatación restringida) (Sanchez, 2019).

En la tabla 14 el análisis de varianza para la humedad de los 10 Tratamientos elaborados con 3 repeticiones; nos demuestra que los diferentes porcentajes de almidón y fibra de semilla de palta y almidón de semilla de mango influye significativamente en la humedad, resultando un valor $p < 0.05$, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar la diferencia entre las medias de humedad de los Tratamientos se realizó la prueba de Tukey, según se muestra en la figura 28.

Tabla 14. **ANOVA, Análisis de varianza para el Humedad.**

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Tratamiento | 1.19616 | 9 | 0.132907 | 3.54 | 0.0089 |
| Error | 0.750333 | 20 | 0.0375167 | | |
| Total (Corregido) | 1.9465 | 29 | | | |

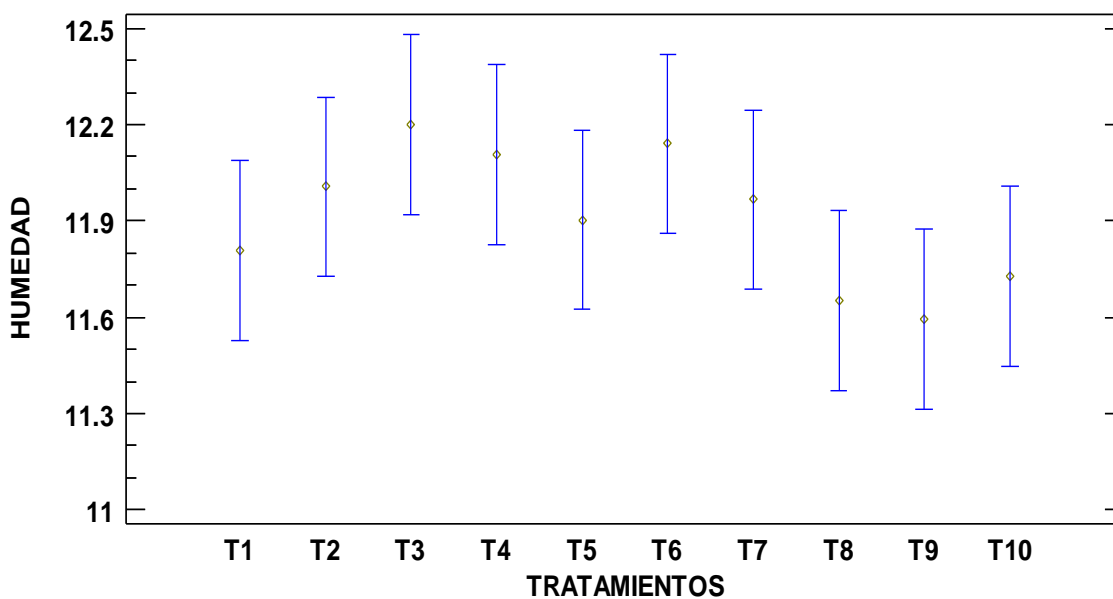


Figura 28. Medias de humedad de las bandejas de los 10 Tratamientos.

Los valores de Humedad presentan tendencia a disminuir al aumento de concentración de fibra en bandejas con misma proporción de ambos almidones ($T1 < T2 < T3$), y en

bandejas con solo almidón de semilla de mango (T9<T8<T10); y la humedad aumenta cuando la proporción de almidón de palta es mayor al almidón de mango (T5<T4) y (T7<T6).

Obteniéndose el mayor valor de Humedad en la bandeja del T3 (50/50/0) y el menor valor en el T9 (0/90/10), esto se debe a que la fibra actúa como agente nucleante (Soykeabkaew et al., 2015) por tener poca afinidad al agua, y la adición de este material disminuye la cantidad de absorción de humedad (Viviano, 2019), el valor de la humedad de una bandeja de solo almidones nativos es mayor que una con fibra de semilla de palta, esta característica hidrofílica se debe a la hidrofilia del almidón nativo de la semilla de palta (Saavedra et al., 2017).

En la tabla 15 el análisis de varianza para la Capacidad de absorción de agua de los 10 tratamientos elaborados con 3 repeticiones; nos demuestra que los diferentes porcentajes de almidón y fibra de semilla de palta y almidón de semilla de mango influye significativamente en el parámetro, resultando un valor $p < 0.05$, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar la diferencia entre la media de Capacidad de absorción de agua de un tratamiento con otro se realizó la prueba de Tukey, según se muestra en la figura 29.

Tabla 15. **ANOVA, Análisis de varianza para el Capacidad de absorción de agua.**

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Tratamiento | 10243.3 | 9 | 1138.14 | 4604.04 | 0.0000 |
| Error | 4.94411 | 20 | 0.247206 | | |
| Total (Corregido) | 10248.2 | 29 | | | |

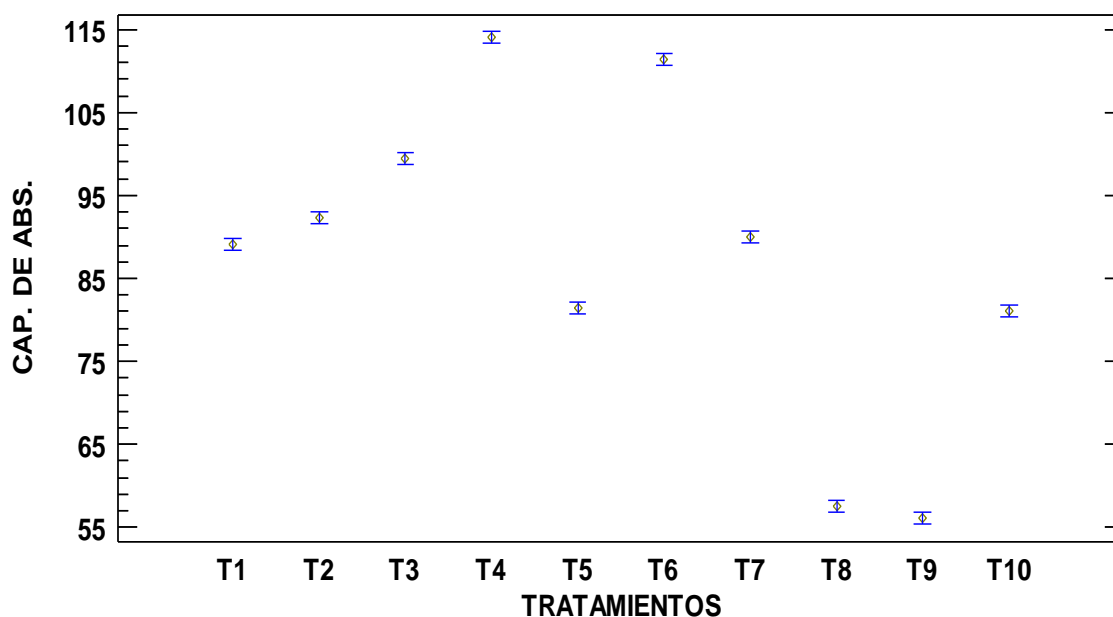


Figura 29. Medias de Capacidad de absorción de agua de las bandejas de los 10 Tratamientos.

Las bandejas elaboradas con almidón de semilla de palta contienen mayor Capacidad de absorción de agua T4(70/25/5) y T6(60/30/10), esto se debe a que no contiene un alto contenido de amilosa; puesto que, a mayor porcentaje de amilosa existe mayor fuerza de atracción entre los granos de almidón, lo cual impide el ingreso de agua dentro de los gránulos (Alarcón et al., 2016).

La semilla de palta muestra un comportamiento de alta higroscopia (Saavedra et al., 2017) la tendencia del almidón nativo de la semilla de palta en absorción de agua es de 79,88 g H₂O/100 g de almidón (Silva et al., 2017) y este comportamiento se demuestra en el T4 (70/25/5), el cual contiene la mayor CAA con el valor de 114.132%.

De la misma manera, las bandejas elaboradas con semilla de mango contienen menor Capacidad de absorción de agua T8 (57.50%) y T9 (56.05%), debido a que contiene 12.45 – 13.02% de amilosa en el almidón del cotiledón, además, una capacidad de absorción de 1.40 – 1.75 g H₂O / g de almidón (Medina et al., 2010); sin embargo, son datos obtenidos son elevados a comparación de la bandeja de poliestireno expandido con una capacidad de absorción de agua entre 1-3% (ANAPE, 2020).

En la investigación de Romero (2019) indica que obtuvo resultados de la capacidad de absorción de agua de 55.41 % en bandejas de almidón de camote, siendo el valor muy cercano al T9 (0/90/10) con 56.0725%, esto indica que la cantidad de absorción de bandeja de almidón de semilla de mango es parecida a la bandeja de camote. Usaquén & Zafra (2018) indican que una bandeja biodegradable compacta, tiene mayor densidad y menor porosidad. También indican que, obtuvo 99.72% de capacidad de absorción de agua para la bandeja de almidón de arracacha, siendo este valor parecido al T3 (50/50/0) con 99.3861%.

Tabla 16. **Valores de espesor, densidad, humedad y capacidad de absorción de agua en bandejas de almidón de semilla de mango, almidón y fibra de semilla de palta.**

| Tratamiento | Espesor (mm) | Densidad (g/cm³) | Humedad (%) | Capacidad de Absorción de Agua (%) |
|--------------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---|
| T1 | 2.467 ± 0.080 ^a | 0.286 ± 0.013 | 11.81 ± 0.09 ^{a,b} | 89.036±0.2424 ^e |
| T2 | 2.747 ± 0.282 ^{a,b} | 0.276 ± 0.023 | 12.01 ± 0.08 ^{a,b} | 92.3565±0.3754 ^d |
| T3 | 2.810 ± 0.236 ^{a,b} | 0.275 ± 0.055 | 12.20 ± 0.03 ^a | 99.3861±0.2132 ^c |
| T4 | 2.727 ± 0.441 ^{a,b} | 0.261 ± 0.018 | 12.11 ± 0.19 ^{a,b} | 114.132±0.4311 ^a |
| T5 | 2.990 ± 0.244 ^{a,b} | 0.237 ± 0.040 | 11.90 ± 0.23 ^{a,b} | 81.4644±0.8545 ^f |
| T6 | 2.713 ± 0.240 ^{a,b} | 0.271 ± 0.016 | 12.14 ± 0.19 ^{a,b} | 111.3±0.9541 ^b |
| T7 | 2.840 ± 0.352 ^{a,b} | 0.292 ± 0.027 | 11.97 ± 0.31 ^{a,b} | 90.0617±0.1547 ^e |
| T8 | 3.133 ± 0.222 ^{a,b} | 0.248 ± 0.071 | 11.65 ± 0.22 ^{a,b} | 57.5073±0.1241 ^a |
| T9 | 2.883 ± 0.090 ^{a,b} | 0.250 ± 0.011 | 11.59 ± 0.25 ^b | 56.0725±0.2828 ^a |
| T10 | 3.273 ± 0.195 ^b | 0.200 ± 0.033 | 11.73 ± 0.17 ^{ab} | 81.0186±0.5306 ^f |

Valores de resultados expresados en media de 3 muestras ± desviación estándar

^{a-b-c-d-e-f}: La prueba Tukey (p<0.05) muestra diferencia significativa entre las medias aritméticas de los Tratamientos en la misma columna, se representan con letras pequeñas diferentes.

4.3. Propiedades mecánicas

La evaluación de las propiedades mecánicas es de gran importancia para determinar la utilidad de las bandejas biodegradables (Cruz, 2021).

La primera evaluación fue la comparación de la resistencia a la rotura por corte con carga de tensión en las bandejas de los 10 tratamientos, se demostró con el análisis de varianza en la tabla 17 que, los diferentes porcentajes de almidón y fibra de semilla de palta y almidón de semilla de mango no genera una diferencia estadísticamente significativa entre la media de tensión entre un nivel de Tratamiento y otro, resultando un valor ($p > 0.05$), con un nivel del 95.0% de confianza, como se observa en la figura 30.

Tabla 17. ANOVA, Análisis de varianza para Tensión (MPa)

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|-------------------|-------------------|----|----------------|---------|---------------|
| Tratamiento | 0.0670133 | 9 | 0.00744593 | 1.81 | 0.1299 |
| Error | 0.0824667 | 20 | 0.00412333 | | |
| Total (Corregido) | 0.14948 | 29 | | | |

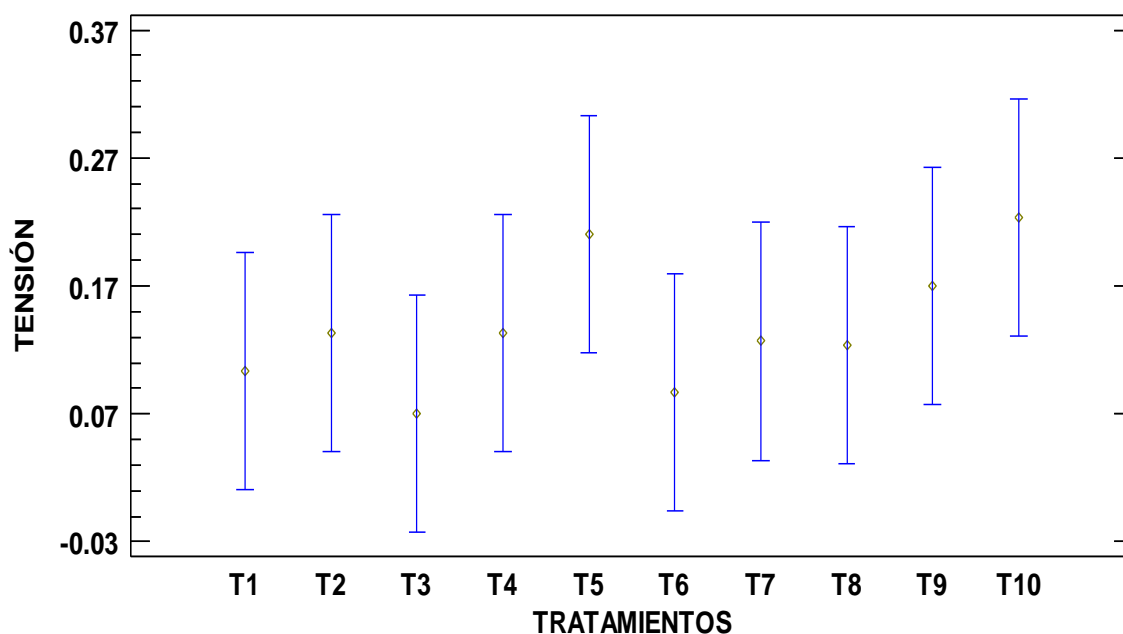


Figura 30. Medias de tensión de las bandejas de los 10 tratamientos.

Los datos obtenidos en la resistencia a la rotura por tensión en la presente están dentro del intervalo ($0.07 \pm 0.02 - 0.22 \pm 0.01$ MPa), como se observa en la tabla 24, a pesar de ser valores bajos están dentro del rango de tensión de la bandeja de poliestireno entre 0.10 a 0.58 MPa (Granados, 2021); sin embargo, en comparación con las bandejas de poliestireno analizadas por Cruz-Tirado *et al.* (2019) cuyo valor fue 1.32 MPa.

Pero comparando con el resultado de resistencia a la tracción en la investigación de Romero (2019) cuyas bandejas de almidón de arracacha la tensión fue 0.52 MPa, en la bandeja de almidón de oca fue 0.65 MPa, en la bandeja de almidón de camote 0.67 MPa.

En la tabla 18 el análisis de varianza para la Elongación de los 10 tratamientos elaborados con 3 repeticiones; nos demuestra que los diferentes porcentajes de almidón y fibra de semilla de palta y almidón de semilla de mango influye significativamente en el parámetro, resultando un valor ($p < 0.05$), con un nivel del 95.0% de confianza.

Para determinar la diferencia entre la media de Elongación de un tratamiento con otro se realizó la prueba de Tukey.

Tabla 18. **ANOVA, Análisis de varianza para Elongación (%)**

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|-------------------|-------------------|----|----------------|---------|---------------|
| Tratamiento | 0.85228 | 9 | 0.0946978 | 7.43 | 0.0001 |
| Error | 0.255067 | 20 | 0.0127533 | | |
| Total (Corregido) | 1.10735 | 29 | | | |

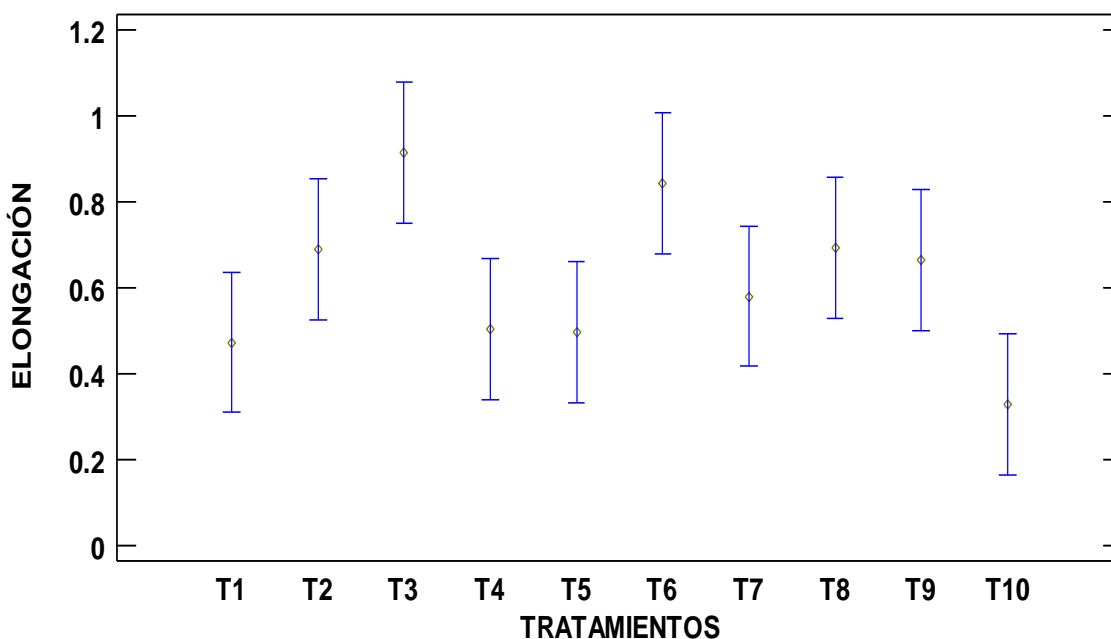


Figura 31. Medias de elongación de las bandejas de los 10 Tratamientos.

Los valores de elongación de los tratamientos varían desde 0.33 a 0.91 MPa, según se muestra en la figura 31. La presencia de hemicelulosa disminuye los valores de las propiedades de tracción y elongación a la rotura (Luna et al., 2021), este comportamiento se ve reflejado cuando existe incremento de fibra en las formulaciones,

T1 (45/45/10), T2 (47.5/47.5/5) y T3 (50/50/0), en los cuales los resultados fueron 0.47, 0.69 y 0.91 MPa respectivamente.

También, se observó que el T1 y T3 tuvieron una densidad de 0.286 y 0.275 g/cm³, y elongación 0.47 y 0.97%, respectivamente. En estos valores obtenidos se puede apreciar que a mayor densidad existió menor elongación. Lawton et al. (1999), explica que es debido a que las bandejas con mayor densidad tienen menos flexibilidad.

Asimismo, tiene comportamiento distinto el T3 (50/50/0) y T10 (0/100/0) con elongación de 0.91 y 0.33%, respectivamente. El T3 está compuesto por ambos almidones (Semilla de palta y semilla de mango) en las mismas proporciones, mientras que el tratamiento 10 está compuesto totalmente por almidón de semilla de mango. El contenido de amilosa del almidón de semilla de mango está entre 12.45 – 13.02% (Medina et al., 2010) y de la semilla de palta 12% (Sánchez, 2019). Un mayor porcentaje de contenido de amilosa asegura mayor viscosidad en la masa de almidón (Espinoza & Puglisevich, 2019) y una masa con dicha cualidad genera bandejas de buena resistencia mecánica pero baja flexibilidad (Diaz, 2021).

En la tabla 19 el análisis de varianza para la Resistencia a la perforación (N) de los 10 Tratamientos elaborados con 3 repeticiones; nos demuestra que los diferentes porcentajes de almidón y fibra de semilla de palta y almidón de semilla de mango no genera una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Resistencia a la perforación (N) entre un nivel de Tratamiento y otro, resultando un valor $p > 0.05$, con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 19. ANOVA, Análisis de varianza para Resistencia a la perforación (N)

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Tratamiento | 632.127 | 9 | 70.2363 | 0.92 | 0.5251 |
| Error | 1519.82 | 20 | 75.9909 | | |
| Total (Corregido) | 2151.94 | 29 | | | |

Las bandejas desarrolladas presentaron valores de resistencia a la perforación entre 19.71 a 34.00 N, demostrando que se necesitó menor fuerza de perforación en comparación con una bandeja de poliestireno expandido con 43.47 N (Salmerón, 2019)

Existen estudios que establecen una relación directamente proporcional entre la resistencia a perforación y el espesor del material (Díaz, 2021); sin embargo, solo se cumple en T4, T5, T6 y T7; donde las bandejas con proporción mayor de almidón de semilla de palta tienen menor espesor y una resistencia a la perforación menor.

Soykeabkaew et al. (2015), explica que a menudo, salvo alguna excepción, la adición de fibra aumenta la resistencia a la perforación de las bandejas biodegradables. Y (Cruz-Tirado et al. (2019); explica que la presencia de fibra reduce la interacción entre las cadenas del mismo, produciendo discontinuidad en su matriz, sin embargo, la proporción de hasta un 10% de fibra de semilla de palta no repercutió en el comportamiento de los valores de resistencia a la perforación; esto se explica con qué, el porcentaje es menor que en la investigación de Lawton et al. (2004) donde se determina que, las bandejas que contienen fibra natural con cantidad mayor de 15% en su formulación no tienen mejor resistencia mecánica.

En la tabla 20 el análisis de varianza para la deformación de los 10 tratamientos elaborados con 3 repeticiones; nos demuestra que los diferentes porcentajes de almidón y fibra de semilla de palta y almidón de semilla de mango influye significativamente en

el parámetro, resultando un valor $p < 0.05$, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar la diferencia entre la media de Elongación de un tratamiento con otro se realizó la prueba de Tukey, según se muestra en la figura 32.

Tabla 20. ANOVA, Análisis de varianza para Deformación (mm)

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|-------------------|-------------------|----|----------------|---------|---------------|
| Tratamiento | 12.6712 | 9 | 1.40791 | 3.24 | 0.0138 |
| Error | 8.70413 | 20 | 0.435207 | | |
| Total (Corregido) | 21.3753 | 29 | | | |

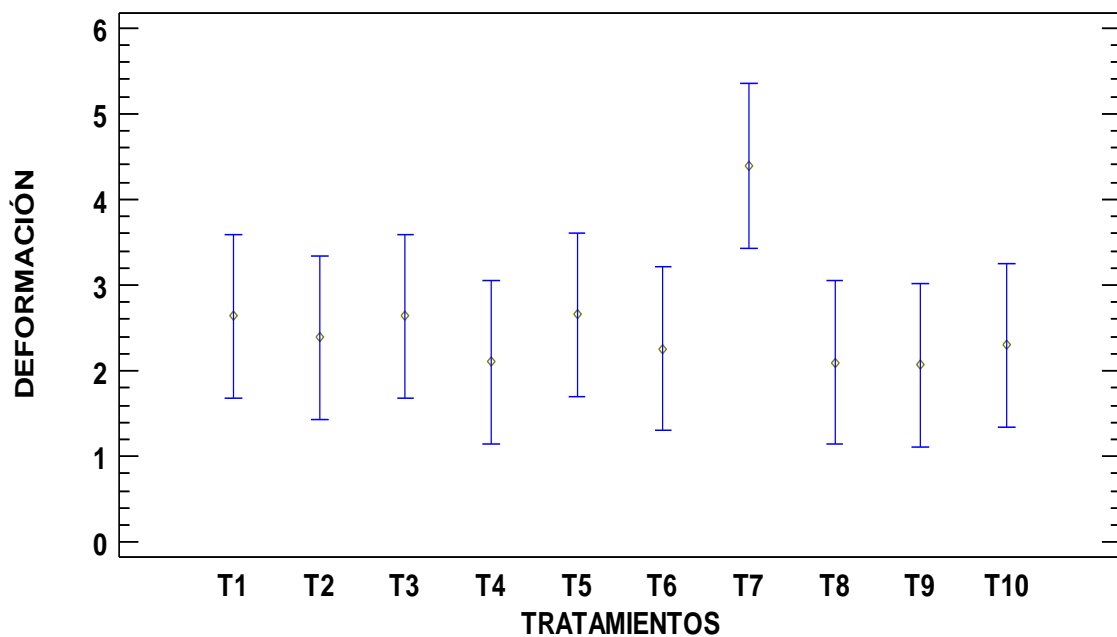


Figura 32. Medias de Deformación de las bandejas de los 10 Tratamientos.

La diferencia significativa la obtuvieron T2 (2.39 mm), T4(2.10 mm), T6(2.25 mm), T8(2.09 mm), T9 (2.07 mm), T10(2.30 mm) frente al valor de T7(4.39 mm); los valores obtenidos son menores a los deseables comparado a la bandeja de EPS con una distancia de 5.54 mm (Cabanillas et al., 2019).

Los datos coinciden con los demostrados de bandejas biodegradables en Cabanillas et al. (2019), donde la bandeja con almidón de yuca y fibra de cáscara de piña (80/20) tiene un valor de deformación de 2.31 mm; también demuestra que, a medida que incrementa la proporción de fibra disminuye la distancia previa a la fracturación de la bandeja, puesto que, su incorporación reduce la capacidad de absorción de agua (Cruz, 2021).

Las comparaciones de la distancia de deformación en las bandejas con igualdad de porcentaje de almidón de semilla de palta y almidón de semilla de mango en diferentes proporciones de fibra de semilla de palta (T1, T2, T3) demuestran que no hay diferencia significativa entre sus medias; sin embargo, la hay entre T6 y T7, donde con la misma proporción de fibra de semilla de palta y mayor proporción de almidón de semilla de mango existe mayor resistencia a la fracturación, demostrándose que la combinación de los dos almidones con la fibra en porcentajes (25/70/5) tienen una mejor interacción en la masa de almidón; coincidiendo con Lawton et al. (2004) que, los porcentajes de fibra deben ser bajos, debido que su aumento en la mezcla genera mayor discontinuidad en la masa de almidón, generando un producto menor resistencia mecánica.

En la tabla 21 se muestra un resumen de valores de tensión (MPa), elongación (%), resistencia a la perforación (N) y deformación (mm) en bandejas biodegradables de los 10 tratamientos con diferentes proporciones de almidón de semilla de mango, almidón y fibra de semilla de palta.

Tabla 21. Valores de tensión, elongación, resistencia a la perforación y deformación en bandejas de almidón de semilla de mango, almidón y fibra de semilla de palta.

| Tratamiento | Tensión (MPa) | Elongación (%) | Resistencia a la perforación (N) | Deformación (mm) |
|-------------|---------------|----------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| T1 | 0.10±0.03 | 0.47±0.15 ^{c,d} | 20.39±5.61 | 2.64±0.80 ^{a,b} |
| T2 | 0.13±0.01 | 0.69±0.10 ^{a,b,c} | 33.37±6.42 | 2.39±1.08 ^b |
| T3 | 0.07±0.02 | 0.91±0.11 ^a | 25.96±11.63 | 2.64±0.44 ^{a,b} |
| T4 | 0.13±0.14 | 0.50±0.13 ^{c,d} | 19.71±11.62 | 2.10±0.13 ^b |
| T5 | 0.21±0.08 | 0.50±0.12 ^{c,d} | 28.54±4.86 | 2.66±1.00 ^{a,b} |
| T6 | 0.09±0.03 | 0.84±0.12 ^{a,b} | 22.39±8.26 | 2.25±0.30 ^b |
| T7 | 0.13±0.02 | 0.58±0.06 ^{b,c,d} | 27.82±14.42 | 4.39±0.25 ^a |
| T8 | 0.12±0.06 | 0.69±0.13 ^{a,b,c} | 25.89±7.83 | 2.09±0.60 ^b |
| T9 | 0.17±0.03 | 0.66±0.10 ^{a,b,c} | 34.00±3.83 | 2.07±0.48 ^b |
| T10 | 0.22±0.1 | 0.33±0.10 ^d | 25.66±6.40 | 2.30±0.76 ^b |

Valores de resultados expresados en media de 3 muestras ± desviación estándar

^{a-b-c-d}: La prueba Tukey ($p < 0.05$) muestra diferencia significativa entre las medias aritméticas de los Tratamientos en la misma columna, se representan con letras pequeñas diferentes.

V. CONCLUSIONES

- Se demostró que las diferentes proporciones y almidón de semilla de palta, almidón de semilla de mango y fibra de semilla de palta; no influyen en las propiedades predictoras del comportamiento de material biodegradable, las cuales son, densidad y resistencia a la perforación, siendo la excepción el espesor en las formulaciones T1 (45/45/10) y T10 (0/100/0), diferenciándose entre ellas.
- Se determinó que adicionar fibra de semilla de palta en los Tratamientos, disminuye el % de humedad bandejas biodegradables, así mismo, disminuye la luminosidad y el tono rojizo-amarillento que presentan en su superficie.
- Se puede concluir que las formulaciones con mayor porcentaje de fibra y la compuesta de solo almidón de semilla de mango tienen menor Capacidad de absorción de agua CAA; por el contrario, las bandejas elaboradas con mayor porcentaje de almidón de semilla de palta muestran mayor CAA.
- Se demostró que las bandejas elaboradas no presentaron comportamiento diferente en la tensión, siendo todas menos resistentes en comparación a una bandeja de poliestireno expandido.
- Se determinó que a mayor porcentaje de fibra de semilla de palta disminuye el % de Elongación en bandejas con igual porcentaje de ambos almidones; sin embargo, el valor es el doble en bandejas de almidón de semilla de mango con fibra que en una bandeja de solo almidón de semilla de mango.
- Se obtuvo el máximo valor de deformación en la bandeja elaborada con el doble de porcentaje de almidón de semilla de mango respecto al almidón de semilla de palta con 10% de fibra de semilla de palta.

VI. RECOMENDACIONES

- Repetir la investigación, formando bandejas con otros moldes para analizar las propiedades al tener otra forma y su viabilidad.
- Investigar de manera comparativa bandejas formadas con almidón obtenido de diferentes variedades de semillas de palta para comparar sus características.
- Evaluar si las bandejas biodegradables son aptas para el consumo humano y sus propiedades nutricionales.
- Realizar un estudio agregando nanofibra para reforzar la impermeabilidad a los líquidos en las bandejas biodegradables.
- Utilizar vaso cóncavo de vidrio, durante el batido de la masa de almidón.
- Utilizar batidora manual con varillas de acero inoxidable, para evitar la contaminación de la muestra.
- Mantener ventanas y puertas correctamente cerradas durante todo el proceso de obtención de bandeja biodegradable, para garantizar una H° R° y T° constantes dentro del laboratorio y evitar el hinchamiento de la base de la bandeja recién formada.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdullah, A. H. D., Chalimah, S., Primadona, I., & Hanantyo, M. H. G. (2018). Physical and chemical properties of corn, cassava, and potato starchs. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 160(1), 1–7.
- Acosta Dávila, S. (2014). *Propiedades de films de almidón de yuca y gelatina. Incorporación de aceite esenciales con efecto antifungico*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Albaran, Valerie Correa, et al. (2019). Aprovechamiento de la semilla de aguacate (Persea americana Mill.) tipo Hass para la extracción de almidón/Use of the avocado seed (Persea americana Mill.) Type Hass for starch extraction. *Informador Tecnico*, vol. 83, no. 2 S1, pp. 120.
- Albujar Zelada, M. A. (2019). *Aislamiento y propiedades de almidón de semillas de frutos*. Trujillo – Perú.
- Alison Trowsdale, Tom Housden & Becca Meier. (2018). 5 cosas maravillosas que existen gracias al plástico. 04/08/2018, de BBC New Mundo Sitio web: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44297330>
- Álvarez, C. & Lock, O. (1992). Taninos. *Revista de Química*, Vol.VI (num. 1), pp. 47-63.
- Amaya Quiroz, L. (2017). *Influencia de la concentración de nanofibras de peladilla de espárrago en las propiedades físico-mecánicas de bandejas biodegradables*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- ANAPE. (2020). *Propiedades del poliestireno*. ASOCIACION NACIONAL DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO. Retrieved from <http://www.anape.es/index.php?accion=producto>

- Angeles Chero, Pedro. (2015). Diseño de un proceso industrial para obtener plástico biodegradable a partir de almidón de yuca manihot sculenta.
- Arévalo, A. (2017). Caracterización de las propiedades fisicoquímicas y térmicas de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*). Trujillo- Perú: Repositorio de la Universidad Nacional de Trujillo.
- Aristizábal, J., Sánchez, T., & Lorío, D. M. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Ayala, G., Agudelo, A., & Vargas, R. (2012). Effect of glicerol on the electrical properties and phase behavior of cassava starch biopolymers. *DYNA (Colombia)* 79 (171), 138-147.
- Badui Dergal, S. (2006). Química de alimentos. México: Pearson.
- Badui Dergal, S. (2013). Química de los alimentos. México, Pearson.
- Badui Dergal, S. (2016). Química de los alimentos. México, Pearson.
- Banerjee, S., Ranganathan, V., Patti, A. & Arora, A. (2018). Valorización de residuos de piña para aplicaciones alimentarias y terapéuticas. *Trends in Food Science and Technology*, 82, 60-70.
- Beltrán Ramos, P. (2017). Propiedades mecánicas, térmicas y físicas de bandejas hechas de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) incorporando fibra de residuos agroindustriales. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Benítez, R. (2014, 22 julio). Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

- BeMiller, J. N. (2019). Corn Starch Modification. *Corn*, 537–549.
- Builders, P. F., Nnurum, A., Mbah, C. C., Attama, A. A., & Manek, R. (2010). The physico-chemical and binder properties of starch from *Persea americana* Miller (Lauraceae). *Starch-Stärke*, 62(6), 309-320.
- Cabanillas, A., Nuñez, J., Cruz-Tirado, J., Vejarano, R., Tapia-Blácido, D. R., Arteaga, H., & Siche, R. (2019). Pineapple shell fiber as reinforcement in cassava starch foam trays. *Polymers and Polymer Composites*, 27(8), 496–506.
- Carrillo E., Sanz E., Dix D., Robayo A. & Bernal O. (2021). Aprovechamiento de la almendra de semilla de mango para la obtención de aceite de repostería. Universidad del Zulia. Bogotá – Colombia. 38: pg. 404-420.
- Cruz, J. C. da, Koester, D. L., Deon, V. G., Biduski, B., Amorin, S. G. de, Quast, L. B., & Pinto, V. Z. (2020). Expanded foams from potato starch reinforced by malt pomace. *Research, Society and Development*, 9(9), e875997630.
- Cruz Rodríguez, G. D. (2021). Efecto de la proporción de fibra y almidón obtenidos del pseudotallo de banano (*Musa acuminata*) en las propiedades de bandejas biodegradables.
- Cruz-Tirado, J. P., Vejarano, R., Tapia-Blácido, D. R., Barraza-Jáuregui, G., & Siche, R. (2019). Biodegradable foam tray based on starches isolated from different Peruvian species. *International journal of biological macromolecules*, 125, 800-807.
- Chaparro Acuña, S., P., Lara Sandoval, A., E., Sandoval Amador, A., Sosa Suarique, S., J., Martínez Zambrano, J., J., y Gil González, J., H. Caracterización funcional de la almendra de las semillas de mango (*Mangifera indica* L.). *Ciencia en Desarrollo* 6. n.o 1. 2015. pp. 67–75.

- Chel-Guerrero, L., Barbosa-Martín, E., Martínez-Antonio, A., González-Mondragón, E., & Betancur-Ancona, D. (2016). Some physicochemical and rheological properties of starch isolated from avocado seeds. *International journal of biological macromolecules*, 86, 302-308.
- Culebro Ramírez, C. (2017). Extracción de aceite de la semilla del mango Tommy atkins. Chiapas: Universidad de Ciencias y artes de Chiapas.
- Dart. (2015). Ficha Formativa: Unicel (poliestireno expandido/EPS, por sus siglas en inglés). México.
- De Laroussilhe, F. (1980). *Le manguier*. Maisonneuve et Larose. París.
- Defeyt, C., Langenbacher, J., & Rivenc, R. (2017). Polyurethane coatings used in twentieth century outdoor painted sculptures. Part I: Comparative study of various systems by means of ATR-FTIR spectroscopy. *Heritage Science*, 5(1), 1–11.
- Díaz Alejandro, A. M. (2021). Elaboración y caracterización fisicomecánica de una película biodegradable utilizando harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.). [Tesis: Ingeniería en Agroindustria Alimentaria]
- Díaz Cárdenas, X. (2017). Caracterización y optimización de una bandeja biodegradable a partir maíz, papa,soya y glicerol por el método de termoprensado. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.
- Dos Santos, D. M., Ascheri, D. P. R., de Lacerda Bukzem, A. Morais. C. C., Carvalho, C. W. P., & Ascheri, J. L. R. (2017). Physicochemical properties of starch from avocado seed (*persea americana* mili). *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 34(2).

- Dos Santos, F. S., De Figueirêdo, R. M. F., De Lima, T. L. B., De Lima, A. R. C., DE, A. J., & Queiroz, M. (2018). Caracterização física de farinha de amêndoas de manga. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018, Maceió-AL, Brasil.
- ECOagricultor. (2014). Semillas: partes que la componen, germinación, longevidad y almacenamiento. 11/10/2018, de Productos Ecológicos Sitio web: <https://www.ecoagricultor.com/semillas-almacenamiento>.
- Espinoza Miguel; Cruz-Tirado J.P.; Siche Raúl. (2016). Propiedades mecánicas de bandejas elaboradas con almidón de especies vegetales nativas y fibras de residuos agroindustriales. *Scientia Agropecuaria*, 7, 133-143.
- Espinoza FH, Puglisevich DC. (2019). Influencia del porcentaje de glicerol sobre la resistencia y deformación en tracción de plásticos biodegradables a base de almidón del tubérculo "Manihot esculenta crantz" [Tesis]. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo. 116 p. <https://cutt.ly/KmcEG28>.
- Evaluación del efecto de Tratamientos con solventes orgánicos, agua y el tiempo de extracción en el rendimiento de polifenoles totales de la harina de semilla de palta (*Persea americana*).
- Fernández, A. (2019). Identificación de nuevas tecnologías de empaques biodegradables en la industria de alimentos con mayor potencial de desarrollo en Colombia.
- Ferreira, D. C. M., Molina, G., & Pelissari, F. M. (2019). Biodegradable trays based on cassava starch blended with agroindustrial residues. *Composites Part B: Engineering*, 107682.
- Figuroa, C.G.A., Villalobos, B.J.F., Torres, M.M.F. & Siles, A.F.P. (2019). Elaboración de

compota de sanky. Universidad San Ignacio de Loyola Lima, Perú. 331 pp

Florian, H., Govyadinov, A., Amarie, S., Nuansing, W., Keilmann, F. & Hillenbrand, R. (2012). Espectroscopía de absorción Nano-FTIR de huellas dactilares moleculares a una resolución espacial de 20 nm, *Nano Letters*, 12 (8), 3973-3978.

Fuentes, N. M., Bosch, O. C. & Sánchez, R. F. (2008). Aplicación de espectroscopia de infrarrojos medios en química analítica de procesos, *Bol. Soc. Quím. Méx.*, 2(3), 93-103.

Florindez Calderón C. & Florindez Panduro G. (2009). Caracterización físico-química del almidón de almendra de mango (*Mangifera indica* L.) variedad chico rico para la obtención de talco medicinal. Repositorio de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, pg 70.

Galvis, J. A., & Herrera, A. (1995). El Mango manejo postcosecha. SENA, 1– 71. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/5509/1/mango_mangiferi_a_manejo_postcosecha.PDF

Guo, K., Lin, L., Fan, X., Zhang, L., & Wei, C. (2018). Comparison of structural and functional properties of starches from five fruit kernels. *Food chemistry*, 257, 75-82.

Güzel, M., & Akpınar, Ö. (2019). Valorisation of fruit by-products: Production characterization of pectins from fruit peels. *Food and Bioproducts Processing*, 115, 126–133.

Granados Romero, L. L. (2021). Desarrollo de un empaque postcosecha a partir de residuos de piña (Tesis de Ingeniería). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia.

Grossi, G., Ohaco Domínguez, E., & De Michelis, A. (s.f). Determinación de fibra dietética total, soluble e insoluble en hongos comestibles de cultivo *Pleurotus ostreatus*. Río Negro:

Universidad Nacional de Comahue.

GROUP, S. (2020). Envases biodegradables: ventajas y desventajas. Obtenido de <https://www.spg-pack.com/blog/envasesbiodegradables-pros-ycontras/#:~:text=Envases%20pl%C3%A1sticos%20biodegradables%3A%20son%20aquellos,ambiente%20convirti%C3%A9ndose%20en%20biomasa%20y>

Guagua Salavarría, T. E. (2021). Caracterización físico-Química del fruto de mango en línea mejorada y cultivares comerciales (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil).

Guillén Sánchez, J. (2016). Obtención y Caracterización Físicoquímica Del Aceite de Palta Hass (*Persea Americana*) extraído por método en frío (Prensado) y caliente (Soxhlet). Nuevo Chimbote-Perú: Universidad Nacional del Santa.

Guo, K., Lin, L., Fan, X., Zhang, L., & Wei, C. (2018). Comparison of structural and functional properties of starches from five fruit kernels. *Food chemistry*, 257, 75-82.

Gutierrez, C., Rivera, Y., Gómez, R., Bastidas, V., & Izaguirre, C. (2015). Extracción y caracterización de grasa y almidón de la almendra de mango variedad Alphonso (*Mangifera indica* L). *Revista de la facultad de farmacia*, 57(2): 33-42.

Hennessey Ramos, L. (2017). Aprovechamiento de la semilla de aguacate variedad lorena como un colorante natural y del aceite de mesocarpios residuales de la variedad hass como componentes funcionales en un jabón líquido. Manizales: universidad de manizales.

Huamán, M. (2014). Evaluación del efecto de Tratamientos con solventes orgánicos, agua y el tiempo de extracción en el rendimiento de polifenoles totales de la harina de semilla de palta (*Persea americana*). Huancayo-Perú: Repositorio de la Universidad Nacional den

centro del Perú.

Huerta-Abrego, A., Segura-Campos, M., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2010).

Changes in the functional properties of three starches by interaction with lima bean proteins. *Food Technology and Biotechnology*, 48(1), 36-41.

Indecopi. (2015). ENVASES Y EMBALAJES. Requisitos de los envases y embalajes. Programa de ensayo y criterios de evaluación de biodegradabilidad. NORMA TÉCNICA PERUANA 900.080.

II Cumbre sobre Reducción de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos en América Latina y el Caribe. (2021, 17 noviembre). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

INFOCOMM. (2016). MANGO - Perfil de INFOCOMM. CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE COMERCIO Y DESARROLLO, 3–23.

Juárez José R., Castro Américo J., Jaúregui José F., Lizano Jesús V., Carhuapoma Mario, Choquesillo Fritz F., Félix Luis M., Cotillo Pedro A., López Julio P., Jaramillo Marilú R., Córdova Augusta I., Ruíz Julio R. & Ramos Norma J. (2010). Composición química, actividad antibacteriana del aceite esencial de *Citrus sinensis* L. (Naranja Dulce) y formulación de una forma farmacéutica. *Ciencia e Investigación* 2010; 13(1): 9-13.

Kaewtatip, K., & Tanrattanakul, V. (2008). Preparation of cassava starch grafted with polystyrene by suspension polymerization. *Carbohydrate Polymers*, 73 (4), 647-655.

Kringel, D. H., Dias, A. R. G., Zavareze, E. da R., & Gandra, E. A. (2020). Fruit Wastes as Promising Sources of Starch: Extraction, Properties, and Applications. *Starch - Stärke*, 72(3-4), 1900200.

- Koo, W. (2018). AGRODATAPERU. Obtenido de agrodataperu web site: <https://www.agrodataperu.com/2018/09/aguacate-paltas-peru-exportacion-2018-agosto.html>
- Koo, W. (2018). AGRODATAPERU. Obtenido de AGRODATAPERU Web site: <https://www.agrodataperu.com/2018/07/mango-en-conservas-peru-exportacion-2018-junio.html>
- Kuakpetoon, D., & Wang, Y. J. (2006). Structural characteristics and physicochemical properties of oxidized corn starches varying in amylose content. *Carbohydrate Research*, 341(11), 1896-1915.
- L. Guerra, L. Soto, Z. Medina, G. Ojeda de R. & J. Peña (2014). Actividad antibacteriana del aceite esencial de cortezas de naranja (*Citrus sinensis*) var. Valencia frente a microorganismos gram positivos y gram negativos. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 31: 215-232
- Lavy A. (2016). Utilización de carne de llama (*Lama glama*) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en butifarra dulce. Repositorio Institucional de Universidad Agraria la Molina. 38. Lima - Perú.
- Lovedeep. K., Narpinder, S., & Navdeep, S. S. (2002). Some properties of potatoes and their starches. II Morphological, thermal and rheological properties of starches. *Food Chemistry*, 79, 183-192.
- Luna, P., Darniadi, S., Chatzifragkou, A., & Charalampopoulos, D. (2021, May). Biodegradable foams based on extracted fractions from sorghum by-products. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 749, No. 1, p. 012057). IOP Publishing.
- Matignon, A., & Tecante, A. (2017). Starch retrogradation: From starch components to cereal products. *Food Hydrocolloids*, 68, 43–52.

- Mantilla Roldan, J. M., & Zavala Agreda, J. M. (2018). Extracción y caracterización de almidón de las semillas de *Persea americana* Mill (Palta) Var. Fuerte, Hass y Criolla.
- Martínez, O., Calderón, B. L., Rodríguez, J. P., Cabrera, C. Z., & Valle, F. M. (2015). Mecanismo de gelatinización del almidón nativo de banano exportable del Ecuador. *Revista Colombiana de Química*, 44(2), 16-21.
- Márquez, C. J., Yepes, D. P., Sanchez, L., & Osorio, J. A. (2017). Cambios físico-químicos del aguacate (*Persea americana* Mill. cv. "Hass") en poscosecha para dos municipios de Antioquia.
- Martelli- Tosi, M., Assis, O.B.G., Silva, N. C., Esposto, B. S., Martins, M. A., & Tapia- Blárido, D. R. (2017). Chemical treatment and characterization of soybean Straw and soybean protein isolate/Straw composite films. *Carbohydrate Polymers*, 157, 512-520
- Matsuda, D. K. M., Vercezeze, A. E. S., Carvalho, G. M., Yamashita, F., & Mali, S. (2013). Baked foams of cassava starch and organically modified nanoclays. *Industrial Crops and Products*, 44, 705–711.
- Maulida S., Kartika, T., Harahap, M. B., & Ginting, M. H. S. (2018, February). Utilization of mango seed starch in manufacture of bioplastic reinforced with microparticle clay using glycerol as plasticizer. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 309, No. 1, p. 012068). IOP Publishing.
- Medina, Carlos, Paredes, Alison, Rodríguez, María E, Moreno, Mario, Belén-Camacho, Douglas, García, David, & Ojeda, Carlos. (2010). Evaluación de dos métodos de extracción de almidón a partir de cotiledones de mango. *Bioagro*, 22(1), 67-74.

- Moo-Huchin, V. M., Cabrera-Sierra, M. J. Estrada-León. R. J., Ríos-Soberanis, C. R., Betancur-Ancona, D., Chel-Guerrero, L., & Pérez-Pacheco, E. (2015). Determination of some physicochemical and rheological characteristics of starch obtained from *Brosimum allicastrum* Swartz seeds. *Food Hydrocolloids*, 45, 48-54.
- Moorthy, S. N. (2002). Physicochemical and functional properties of tropical tuber starches: A review. *Starch/Staerke*, 54(12), 559–592.
- Mora Montero, J., Gamboa Porras, J., & Elizondo Murillo, R. (2002). Guía para el cultivo de mango.
- Moreno L. (2013). Estrategias de mejoramiento del proceso productivo de la línea de termoforado en la empresa Creapack Ltda. Repositorio Universidad Libre Colombia. 56. Bogotá – Colombia.
- Moreno Ulloa, S., & Pizarro Ureta, Y. (2013). Sustitución parcial de la harina de coronta de maíz morado (*Zea mays* L.) por harina de trigo en las características tecnofuncionales del pan artesanal. Tarma: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Mori Arismendi, K. S. (2018). Determinación del contenido total de polifenoles en la semilla de palta Hass (*Persea Americana*) y su aplicación en pulpa y aceite de palta como antioxidante natural. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimboe, Perú.
- Oniszczyk, T., Combrzyński, M., Matwijczuk, A., Oniszczyk, A., Gładyszewska, B., Podleśny, J., Wójtowicz, A. (2019). Physical assessment, spectroscopic and chemometric analysis of starch-based foils with selected functional additives. *PLoS ONE*, 14(2), 1–19.
- ONU Medio Ambiente (2018). PLÁSTICOS DE UN SOLO USO: Una hoja de ruta para la sostenibilidad (Rev. ed., págs vi; 6)

- Ortiz Ramírez, M. A. (2019). Evaluación de un bioplástico de almidón de semillas de mango (*Mangifera indica*) con aplicación potencial en envases. Universidad El Bosque. Bogotá, Colombia.
- Pardo, O. H., Castañeda, J. C., & Ortiz, C. A. (2013). Caracterización estructural y térmica de almidones provenientes de diferentes variedades de papa. *Acta Agronómica*, 62(4), 289-295.
- Peña Carrasco, E. F. (2017). Extracción y caracterización fisicoquímica y funcional de almidones de cinco variedades de papas nativas procedentes de Ilave (Puno). Puno, Perú.
- Pornsuksomboon, K., Holló, B. B., Szécsényi, K. M., & Kaewtatip, K. (2016). Properties of baked foams from citric acid modified cassava starch and native cassava starch blends. *Carbohydrate polymers*, 136, 107-112.
- Pozo, C., Rodríguez-Llamazares, S., Bouza, R., Barral, L., Castaño, J., Müller, N., & Restrepo, I. (2018). Study of the structural order of native starch granules using combined FTIR and XRD analysis. *Journal of Polymer Research*, 25(12).
- Pratywi, C. D., Marantika, S., Dwijananti, P., & Masturi. (2018). Characterization of starch degradation during simple heating for bioethanol production from the avocado seed. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 432(1).
- Ramos P., (2017). Propiedades mecánicas, térmicas y físicas de bandejas hechas de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) incorporando fibra de residuos agroindustriales.
- Ramya, K. V., Wawre, A., Kumar, M., & Giri, R. (2018). Design and Development of Poly Lactic Acid (PLA)/Mango Seed Kernel Starch Composites Films. *Journal of Scientific and Technical Research (Sharda University, Noida)*, 8(2), 5-12.

- Rodríguez R. 2016. Evaluación de características físicas y químicas del vino obtenido a partir de Mango (*Mangifera indica* L) Ataulfo y Tommy Atkins utilizando tres concentraciones diferentes de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). Tesis de Ingeniería Agroindustrial. Guayaquil, Ecuador. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. 108 p.
- Rojas Alba Mario, Villanueva Heredia María & Flores García Rosario Eugenia. (2009). El Aguacate (*Persea americana* Mill.), no sólo un alimento. 10/11/2018, de Tlahui-Medic
- Romero Domínguez, J.R. (2019). Caracterización de bandejas biodegradables provenientes de diferentes almidones nativos peruanos (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, La Libertad.
- Rosales J. & Tang T. (1996). Composición química y digestibilidad de insumos alimenticios de la zona de Ucayali. *Folia Amazónica*. 8(2), 13-27.
- Ruiloba, I., Li, M., Quintero, R., & Correa, J. (2018). Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango. *Revista de iniciación científica*, vol.4 pp. 28-32.
- Saavedra J. (2000). Obtención y caracterización del almidón de la almendra de mango (*Mangifera indica* L.) variedad criolla. Tarapoto-Perú: Repositorio de la Universidad Nacional de San Martín.
- Saavedra, J., Córdova, A., Navarro, R., Díaz-Calderón, P., Fuentealba, C., Astudillo-Castro, C. & Galvez, L. (2017). Industrial avocado waste: Functional compounds preservation by convective drying process. *Journal of Food Engineering*, 198, 81–90.
- Salcedo, J. G., Mogollón, C. G., & Hernández, D. S. (2018). Propiedades funcionales de almidones de ñame (*Dioscorea alata*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 16(2), 99-107.

- Salmerón, F. I. (2019). Elaboración y caracterización de un material biodegradable utilizando desechos de lechuga de la Planta Poscosecha en la Escuela Agrícola Panamericana.
- Sánchez Banda, L. R. (2019). Propiedades químicas, morfológicas y funcionales de almidón de semilla de palta (*Persea americana* Mill.) CV fuerte (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, La Libertad.
- Sánchez, F., Araus, K., Domínguez, M. P., & Miguel, G. S. (2017). Thermochemical Transformation of Residual Avocado Seeds: Torrefaction and Carbonization. *Waste and Biomass Valorization*, 8(7), 2495–2510.
- Siller-Cepeda, J., Muy-Rangel, D., Báez-Sañudo, M., Araiza-Lizarde, E., & Ireta-Ojeda, A. (2009). Calidad poscosecha de cultivares de mango de maduración temprana, intermedia y tardía. *Revista fitotecnia mexicana*, 32(1), 45-52.
- Silva, Izis Rafaela Alves; Magnani, Marciane; de Albuquerque, Fabiola Samara Medeiros; Batista, Kamila Sabino; Aquino, Jailane de Souza; Queiroga-Neto & Vicente (2017). Characterization of chemical and structural properties of native and acetylated starches from avocado (*Persea americana* Mill.) seeds. *International Journal of Food Properties*,
- Silva-Cruz S. (2018). Extracción y caracterización de la grasa de la almendra de mango (*Mangifera indica* L.) variedad kent por prensa mecánica. Repositorio Institucional de Universidad Agraria la Molina. Lima - Perú.
- Skoog, D. (2007). Principios del análisis instrumental. Cengage Learning Editores.
- Soykeabkaew, N., Thanomsilp, C., & Suwantong, O. (2015). A review: Starch-based composite foams. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 78, 246–263.
- Lawton, J. W.; Shogren, R. L. & Tiefenbacher, K. F. (1999). Effect of Batter Solids and Starch

- Type on the Structure of Baked Starch Foams. *Cereal Chemistry*, 76(5), 682–687.
- Tsakama, M., Mwangwela, A. M., Manani, T. A., & Mahungu, N. M. (2010). Physicochemical and pasting properties of starch extracted from eleven sweetpotato varieties. *African Journal of Food Science and Technology*, 1(4), 090-098.
- Tsang, Y. F., Kumar, V., Samadar, P., Yang, Y., Lee, J., Ok, Y. S., Song, H., Kim, K. H., Kwon, E. E., & Jeon, Y. J. (2019). Production of bioplastic through food waste valorization. *Environment international*, 127, 625–644.
- Tapia Santos, M., Pérez Armendáriz, B., Cavazos Arroyo, J., & Mayyet Moreno, Y. (2013). Obtención de aceite de semilla de mango manila (*Mangifera indica* L.) como una alternativa para aprovechar subproductos agroindustriales en regiones tropicales. *Revista mexicana de agronegocios*, vol. 32 pp. 258- 266.
- Tester, R. F., Karkalas, J., & Qi, X. (2004). Starch: composition, fine structure and architecture. *Journal of Cereal Science*, 39(2), 151–165.
- Throne, J. (1996). *Technology of Thermoforming*. Hanser Publishers, Alemania.
- Tupa Valencia, M. V. (2019). Modificación organocatalítica de almidón para la obtención sostenible de derivados de alto valor agregado.
- Usaquén Ramírez, M. J., & Zafra Agudelo, M. A. (2018). Evaluación del proceso de obtención de aceite esencial de semilla de mango a nivel laboratorio (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).
- Viviano Agreda, E. W. (2019). Mejoramiento de las propiedades Microestructurales, Físicas y Mecánicas de Matrices Poliméricas. Tesis de Grado. Trujillo, Perú.

- Yang, Z., Peng, H., Wang, W., & Liu, T. (2010). Crystallization behavior of poly(ϵ -caprolactone)/layered double hydroxide nanocomposites. *Journal of Applied Polymer Science*, *116*(5), 2658–2667.
- Yuan, Y., Zhang, L., Dai, Y., & Yu, J. (2007). Propiedades fisicoquímicas del almidón obtenido de (*Dioscorea nipponica*) y comparación con otros almidones de tubérculos. *Diario de ingeniería de alimentos*, 436-442.
- Zavala Zavala, L., Castro De La Cruz, Y., Calva Angeles, F., Morales Cruz, A., Sánchez Mundo, M., & Chávez Reyes, Y. (2020). OPTIMIZACIÓN DE DESHIDRATACIÓN DE LA SEMILLA DE MANGO CON MICROONDAS Y CONSERVACIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS. *Mexicana de Agroecosistemas*, *7*(1), pg.7.
- Zhang, Y., & Zhang, G. (2019). Starch content and physicochemical properties of green wheat starch. *International Journal of Food Properties*, *22*(1), 1463–1474.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Tabla de datos de análisis de espesor en las bandejas de los 10 tratamientos y las 3 repeticiones.

| TRATAMIENTO | A | B | C | L | | | PROMEDIO L | a | | | PROMEDIO a | b | | | PROMEDIO b | Color |
|----------------|------|------|----|------|------|------|------------|-----|-----|-----|------------|------|------|------|------------|-------|
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 50.2 | 51.1 | 53.3 | 51.5 | 5.7 | 6.3 | 5.6 | 5.9 | 14.7 | 14.9 | 16 | 15.2 | 54.0 |
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 50.3 | 51.9 | 53.2 | 51.8 | 5.8 | 6.3 | 6.1 | 6.1 | 15.7 | 15.1 | 16.5 | 15.8 | 54.5 |
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 53.5 | 53.2 | 52.6 | 53.1 | 4.9 | 5.9 | 6.5 | 5.8 | 13.5 | 16.4 | 16.9 | 15.6 | 55.6 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 54.1 | 53.6 | 51.7 | 53.1 | 6.5 | 6.5 | 5.3 | 6.1 | 17.6 | 16.6 | 15.4 | 16.5 | 56.0 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 52.9 | 53.3 | 53.9 | 53.4 | 6 | 6 | 6.2 | 6.1 | 17.3 | 17.1 | 17.6 | 17.3 | 56.4 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 53.4 | 52.8 | 54.3 | 53.5 | 6.8 | 6.3 | 5.9 | 6.3 | 17.5 | 17.9 | 16 | 17.1 | 56.5 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 56.1 | 54.8 | 55.4 | 55.4 | 5.9 | 7.1 | 6.7 | 6.6 | 18.1 | 18.8 | 19.6 | 18.8 | 58.9 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 53.3 | 53.5 | 54.4 | 53.7 | 6.9 | 6.9 | 6.6 | 6.8 | 20.1 | 19.1 | 18.8 | 19.3 | 57.5 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 49.8 | 54.5 | 53.6 | 52.6 | 6 | 6 | 6.4 | 6.1 | 17 | 16.4 | 18.2 | 17.2 | 55.7 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 53.8 | 54.4 | 53.8 | 54.0 | 6 | 5.5 | 6.1 | 5.9 | 16.5 | 16.3 | 17.4 | 16.7 | 56.8 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 54 | 53.8 | 54 | 53.9 | 7.2 | 7.3 | 6.8 | 7.1 | 19.9 | 19.6 | 19.8 | 19.8 | 57.9 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 54.8 | 51.4 | 53.5 | 53.2 | 6 | 6 | 6.2 | 6.1 | 17.6 | 16.1 | 16.8 | 16.8 | 56.2 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 53.4 | 52.9 | 53.5 | 53.3 | 5.8 | 6.2 | 6 | 6.0 | 16 | 16.5 | 16 | 16.2 | 56.0 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 52.1 | 52 | 52.8 | 52.3 | 5.1 | 6.1 | 5.3 | 5.5 | 13.3 | 15.7 | 14.2 | 14.4 | 54.5 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 53.3 | 54.8 | 53.5 | 53.9 | 5.6 | 6 | 5.6 | 5.7 | 16.4 | 16.5 | 16.8 | 16.6 | 56.6 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 54.4 | 53.8 | 54.4 | 54.2 | 6.4 | 5.7 | 6.3 | 6.1 | 18 | 15.5 | 17 | 16.8 | 57.1 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 54.1 | 53.7 | 54 | 53.9 | 6.3 | 6.2 | 6 | 6.2 | 17.3 | 15.7 | 17.5 | 16.8 | 56.8 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 53.4 | 54 | 53.5 | 53.6 | 6.1 | 5.2 | 5.5 | 5.6 | 16.4 | 15.3 | 16.6 | 16.1 | 56.3 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 53.3 | 52.8 | 52.8 | 53.0 | 5.5 | 5.8 | 6.9 | 6.1 | 16.4 | 15.9 | 16.5 | 16.3 | 55.7 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 50.5 | 50.8 | 49.8 | 50.4 | 5.8 | 5.7 | 6 | 5.8 | 15.9 | 15.8 | 14.7 | 15.5 | 53.0 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 52.9 | 54.7 | 52.4 | 53.3 | 5.8 | 5.8 | 5.6 | 5.7 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | 55.9 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 50.2 | 51.6 | 51.2 | 51.0 | 4.2 | 3.8 | 5.2 | 4.4 | 13.7 | 14.8 | 14.4 | 14.3 | 53.1 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 50.8 | 49.5 | 51.6 | 50.6 | 5.5 | 5.2 | 5.4 | 5.4 | 14.6 | 13.8 | 14.4 | 14.3 | 52.9 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 50.9 | 49 | 48.8 | 49.6 | 5.2 | 5.6 | 5.4 | 5.4 | 14.8 | 15.1 | 14.1 | 14.7 | 52.0 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 51.6 | 48.9 | 50.9 | 50.5 | 5.6 | 5.9 | 5.5 | 5.7 | 14.7 | 14.4 | 13.1 | 14.1 | 52.7 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 50.1 | 49.8 | 51.1 | 50.3 | 5.5 | 5.8 | 5.4 | 5.6 | 14.4 | 14.3 | 13.6 | 14.1 | 52.6 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 49.8 | 50.3 | 49.5 | 49.9 | 4.5 | 5.9 | 5.1 | 5.2 | 12.8 | 14.8 | 13.5 | 13.7 | 52.0 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 52.6 | 51.5 | 51.1 | 51.7 | 4.6 | 4.9 | 4.7 | 4.7 | 13.3 | 13.7 | 13.6 | 13.5 | 53.7 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 52.9 | 51.1 | 51.9 | 52.0 | 3.9 | 5.3 | 4.4 | 4.5 | 12.3 | 15 | 13.9 | 13.7 | 53.9 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 53.7 | 51.8 | 51.6 | 52.4 | 4.1 | 5.5 | 4.4 | 4.7 | 13.2 | 15.7 | 14.4 | 14.4 | 54.5 |

Anexo 2. Datos de análisis de espesor en las bandejas de los 10 tratamientos y las 3 repeticiones.

| TRATAMIENTO | A | B | C | R1 | R2 | R3 | PROMEDIO |
|--------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 2.5 | 2.58 | 2.56 | 2.55 |
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 2.34 | 2.38 | 2.44 | 2.39 |
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 2.4 | 2.48 | 2.5 | 2.46 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 2.62 | 2.64 | 2.6 | 2.62 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 2.54 | 2.52 | 2.6 | 2.55 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 3.08 | 3.1 | 3.04 | 3.07 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 2.56 | 2.6 | 2.6 | 2.59 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 2.8 | 2.76 | 2.78 | 2.78 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 3.12 | 3.06 | 3 | 3.06 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 3.2 | 3.24 | 3.26 | 3.23 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 2.38 | 2.4 | 2.46 | 2.41 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 2.56 | 2.56 | 2.5 | 2.54 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 3.14 | 3.16 | 3.18 | 3.16 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 2.66 | 2.72 | 2.74 | 2.71 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 3.08 | 3.1 | 3.12 | 3.10 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 2.58 | 2.6 | 2.6 | 2.59 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 2.5 | 2.58 | 2.6 | 2.56 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 2.98 | 3 | 3 | 2.99 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 2.48 | 2.48 | 2.36 | 2.44 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 3.14 | 3.06 | 3.1 | 3.10 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 3 | 2.98 | 2.96 | 2.98 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 3.1 | 2.96 | 3 | 3.02 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 3.38 | 3.4 | 3.38 | 3.39 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 2.96 | 3 | 3 | 2.99 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 2.78 | 2.74 | 2.84 | 2.79 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 2.82 | 2.92 | 2.94 | 2.89 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 2.98 | 2.98 | 2.96 | 2.97 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 3.1 | 3.08 | 3.06 | 3.08 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 3.3 | 3.28 | 3.24 | 3.27 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 3.5 | 3.54 | 3.38 | 3.47 |

Anexo 3. Tabla de datos de análisis de densidad en las bandejas de los 10 tratamientos y las 3 repeticiones.

| TRATAMIENTO | A | B | C | DENSIDAD |
|--------------------|----------|----------|----------|-----------------|
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 0.298 |
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 0.288 |
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 0.273 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 0.301 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 0.268 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 0.258 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 0.222 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 0.332 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 0.271 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 0.245 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 0.257 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 0.281 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 0.222 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 0.283 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 0.207 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 0.29 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 0.265 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 0.259 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 0.281 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 0.272 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 0.323 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 0.216 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 0.199 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 0.33 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 0.257 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 0.255 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 0.237 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 0.171 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 0.237 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 0.191 |

Anexo 4. Tabla de datos de análisis de Humedad rápida en las bandejas de los 10 tratamientos y las 3 repeticiones.

| TRATAMIENTO | A | B | C | HUMEDAD |
|--------------------|----------|----------|----------|----------------|
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 11.52 |
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 11.78 |
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 12.80 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 11.59 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 11.66 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 11.30 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 11.77 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 11.50 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 11.23 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 11.89 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 12.49 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 12.24 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 11.94 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 12.14 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 11.66 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 11.93 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 11.62 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 13.01 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 11.61 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 12.82 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 12.61 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 11.82 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 11.74 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 11.40 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 12.23 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 11.87 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 12.35 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 11.05 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 11.06 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 10.97 |

Anexo 5. Tabla de datos de análisis de Capacidad de Absorción de Agua en las bandejas de los 10 tratamientos y las 3 repeticiones.

| TRATAMIENTO | A | B | C | CAA |
|--------------------|----------|----------|----------|------------|
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 89.2312 |
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 88.7648 |
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 89.1120 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 92.6653 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 91.9387 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 92.4656 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 99.2645 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 99.6323 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 99.2616 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 114.3624 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 114.3984 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 113.6343 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 81.5694 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 82.2615 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 80.5623 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 111.2625 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 110.3648 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 112.2718 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 89.9313 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 90.2326 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 90.0212 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 57.3654 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 57.5954 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 57.5612 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 56.2636 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 55.7477 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 56.2063 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 80.9754 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 81.5694 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 80.5109 |

Anexo 6. Tabla de datos de análisis de Elongación y Tensión en las bandejas de los 10 tratamientos y las 3 repeticiones.

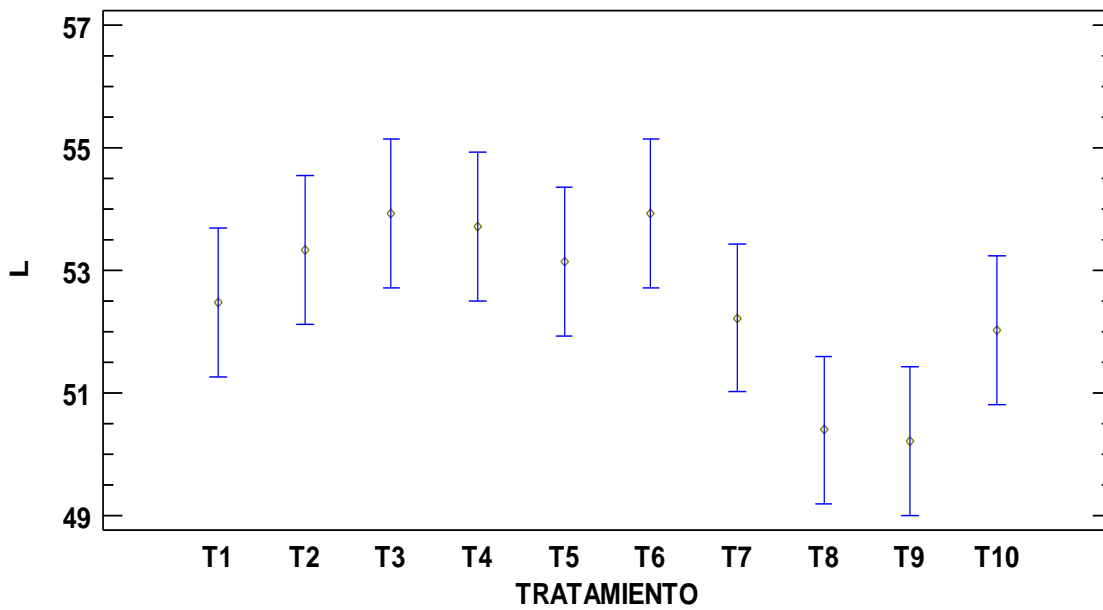
| TRATAMIENTO | A | B | C | Kg | mm | N | mm2 | Mpa |
|--------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|------------|------------|
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 1.40 | 0.40 | 0.01 | 0.16 | 0.09 |
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 1.98 | 0.49 | 0.02 | 0.24 | 0.08 |
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 0.90 | 0.25 | 0.01 | 0.06 | 0.14 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 4.76 | 0.60 | 0.05 | 0.36 | 0.13 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 5.10 | 0.59 | 0.05 | 0.35 | 0.14 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 2.78 | 0.46 | 0.03 | 0.21 | 0.13 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 5.72 | 0.80 | 0.06 | 0.64 | 0.09 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 4.27 | 0.76 | 0.04 | 0.58 | 0.07 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 1.93 | 0.63 | 0.02 | 0.40 | 0.05 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 0.20 | 0.38 | 0.00 | 0.14 | 0.01 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 2.76 | 0.31 | 0.03 | 0.10 | 0.28 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 2.95 | 0.51 | 0.03 | 0.26 | 0.11 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 3.50 | 0.44 | 0.03 | 0.19 | 0.18 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 2.53 | 0.29 | 0.02 | 0.08 | 0.30 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 3.29 | 0.46 | 0.03 | 0.21 | 0.15 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 6.99 | 0.78 | 0.07 | 0.61 | 0.11 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 3.74 | 0.61 | 0.04 | 0.37 | 0.10 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 2.12 | 0.63 | 0.02 | 0.40 | 0.05 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 3.20 | 0.48 | 0.03 | 0.23 | 0.14 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 1.89 | 0.41 | 0.02 | 0.17 | 0.11 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 3.36 | 0.50 | 0.03 | 0.25 | 0.13 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 2.05 | 0.59 | 0.02 | 0.35 | 0.06 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 2.94 | 0.44 | 0.03 | 0.19 | 0.15 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 6.56 | 0.63 | 0.06 | 0.40 | 0.16 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 3.47 | 0.45 | 0.03 | 0.20 | 0.17 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 6.07 | 0.54 | 0.06 | 0.29 | 0.20 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 5.05 | 0.60 | 0.05 | 0.36 | 0.14 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 1.65 | 0.24 | 0.02 | 0.06 | 0.28 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 1.16 | 0.20 | 0.01 | 0.04 | 0.28 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 1.37 | 0.35 | 0.01 | 0.12 | 0.11 |

Anexo 7. Tabla de datos de análisis de Deformación y Resistencia a la perforación en las bandejas de los 10 tratamientos y las 3 repeticiones.

| TRATAMIENTO | A | B | C | DEFORMACIÓN (mm) | RESISTENCIA A LA PERFORACION (N) |
|----------------|------|------|----|------------------|----------------------------------|
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 1.89 | 17.06 |
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 2.54 | 17.26 |
| TRATAMIENTO 1 | 45 | 45 | 10 | 3.48 | 26.87 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 3.42 | 26.18 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 1.27 | 38.54 |
| TRATAMIENTO 2 | 47.5 | 47.5 | 5 | 2.49 | 35.50 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 2.13 | 18.14 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 2.94 | 20.40 |
| TRATAMIENTO 3 | 50 | 50 | 0 | 2.84 | 39.32 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 2.25 | 32.66 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 2.00 | 10.20 |
| TRATAMIENTO 4 | 70 | 25 | 5 | 2.06 | 16.28 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 2.14 | 26.77 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 3.81 | 34.03 |
| TRATAMIENTO 5 | 25 | 70 | 5 | 2.02 | 24.81 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 1.97 | 13.14 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 2.57 | 29.03 |
| TRATAMIENTO 6 | 60 | 30 | 10 | 2.22 | 25.01 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 4.68 | 15.20 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 4.26 | 24.71 |
| TRATAMIENTO 7 | 30 | 60 | 10 | 4.23 | 43.54 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 1.58 | 19.02 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 1.94 | 24.22 |
| TRATAMIENTO 8 | 0 | 95 | 5 | 2.76 | 34.42 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 1.63 | 37.85 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 1.99 | 30.20 |
| TRATAMIENTO 9 | 0 | 90 | 10 | 2.59 | 33.93 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 3.18 | 20.10 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 1.79 | 24.22 |
| TRATAMIENTO 10 | 0 | 100 | 0 | 1.94 | 32.66 |

Anexo 8. Tabla ANOVA, Análisis de varianza para el parámetro L*

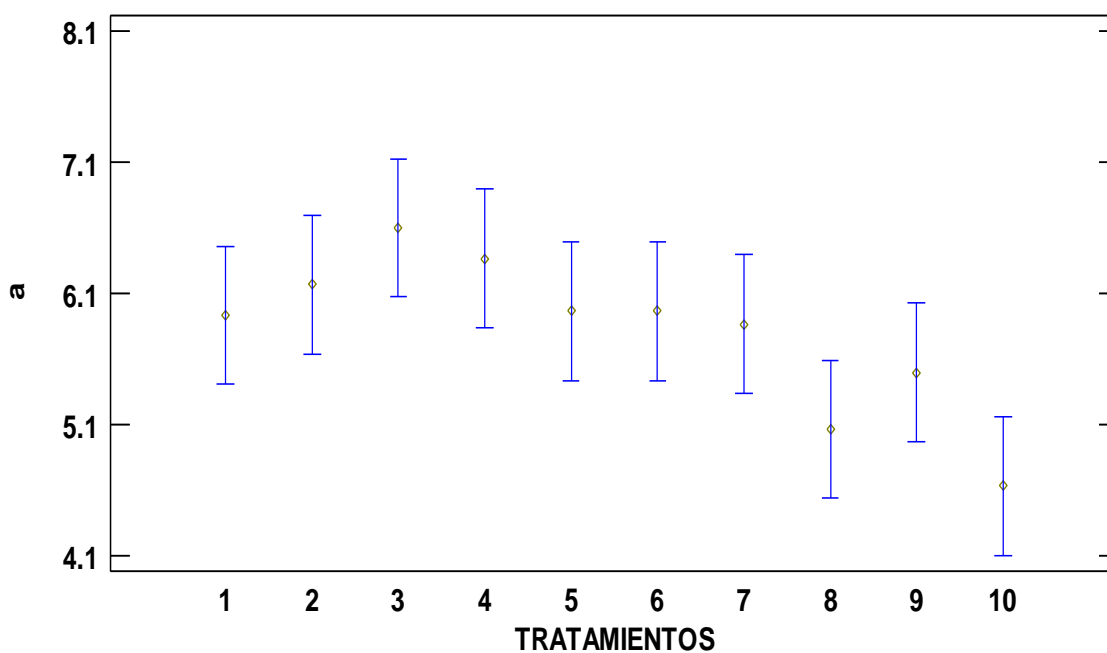
| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Tratamiento | 49.6323 | 9 | 5.5147 | 7.91 | 0.0001 |
| Error | 13.9452 | 20 | 0.69726 | | |
| Total (Corregido) | 63.5775 | 29 | | | |



Anexo 9. Valores de Luminosidad en bandejas de los 10 Tratamientos.

Anexo 10. Tabla ANOVA, Análisis de varianza para el parámetro a*

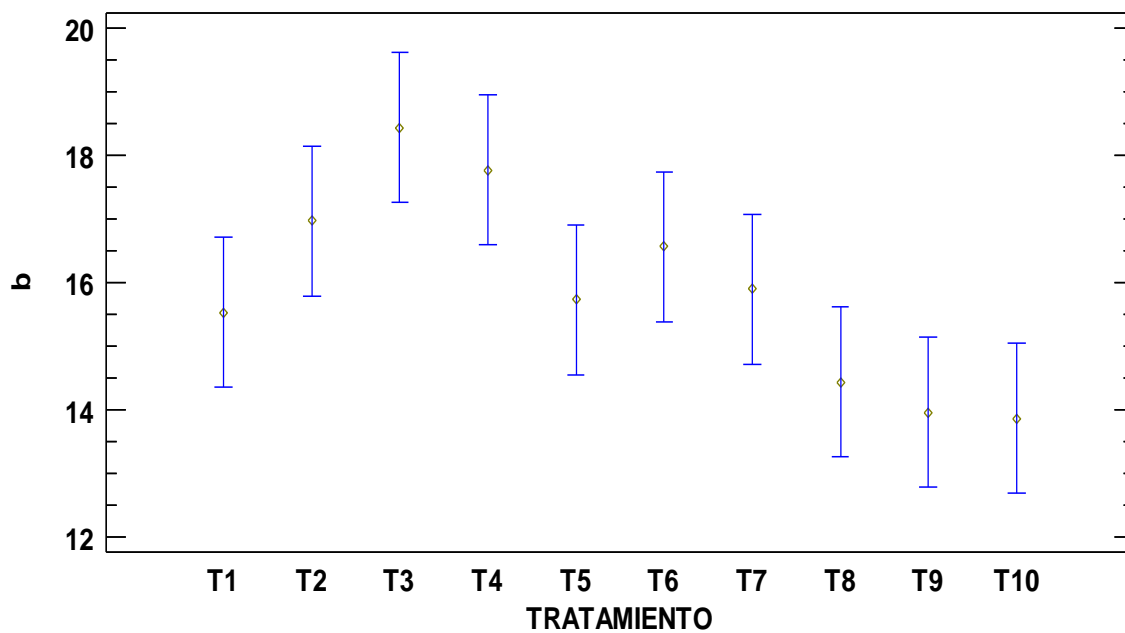
| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Tratamiento | 9.48533 | 9 | 1.05393 | 7.94 | 0.0001 |
| Error | 2.65333 | 20 | 0.132667 | | |
| Total (Corregido) | 12.1387 | 29 | | | |



Anexo 11. Valores del parámetro a* en bandejas de los 10 Tratamientos.

Anexo 12. Tabla ANOVA, Análisis de varianza para el parámetro b*

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Tratamiento | 65.0017 | 9 | 7.22241 | 10.94 | 0.0000 |
| Error | 13.2 | 20 | 0.66 | | |
| Total (Corregido) | 78.2017 | 29 | | | |



Anexo 13. Valores del parámetro b^* en bandejas de los 10 Tratamientos.

Anexo 14. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de palta en el color.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|--------------------|
| Regresión | 1 | 65.4743 | 65.4743 | 52.6601 | 6.70893E-08 |
| Residuos | 28 | 34.8134 | 1.2433 | | |
| Total | 29 | 100.2878 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 53.2234 | 0.3384 | 157.2562 | 0.0000 | 52.5301 | 53.9167 | 52.5301 | 53.9167 |
| A | 0.0599 | 0.0082 | 7.2567 | 0.0000 | 0.0430 | 0.0768 | 0.0430 | 0.0768 |

Anexo 15. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de mango en el color.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor -P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|-------------------|
| Regresión | 1 | 57.0034 | 57.0034 | 36.8747 | 1.5063E-06 |
| Residuos | 28 | 43.2843 | 1.5458 | | |
| Total | 29 | 100.2878 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 58.5188 | 0.5940 | 98.5151 | 0.0000 | 57.3021 | 59.7356 | 57.3021 | 59.7356 |
| B | -0.0544 | 0.0090 | -6.0725 | 0.0000 | -0.0728 | -0.0361 | -0.0728 | -0.0361 |

Anexo 16. Análisis de varianza de la influencia de fibra de semilla de palta en el color.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|----------------|
| Regresión | 1 | 4.9142 | 4.9142 | 1.4427 | 0.2398 |
| Residuos | 28 | 95.3736 | 3.4062 | | |
| Total | 29 | 100.2878 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 55.8345 | 0.6368 | 87.6814 | 0.0000 | 54.5301 | 57.1389 | 54.5301 | 57.1389 |
| C | -0.1082 | 0.0901 | -1.2011 | 0.2398 | -0.2926 | 0.0763 | -0.2926 | 0.0763 |

Anexo 17. análisis de varianza de la influencia de almidón de semilla de palta en el espesor.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor -P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|-----------------|
| Regresión | 1 | 0.8060 | 0.8060 | 11.4683 | 0.0021 |
| Residuos | 28 | 1.9679 | 0.0703 | | |
| Total | 29 | 2.7739 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 3.0764 | 0.0805 | 38.2310 | 0.0000 | 2.9115 | 3.2412 | 2.9115 | 3.2412 |
| A | -0.0066 | 0.0020 | -3.3865 | 0.0021 | -0.0107 | -0.0026 | -0.0107 | -0.0026 |

Anexo 18. Análisis de varianza de la influencia de almidón de semilla de mango en el espesor.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor - P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|------------------|
| Regresión | 1 | 0.9429 | 0.9429 | 14.4198 | 0.0007 |
| Residuos | 28 | 1.8310 | 0.0654 | | |
| Total | 29 | 2.7739 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 2.4300 | 0.1222 | 19.8898 | 0.0000 | 2.1797 | 2.6802 | 2.1797 | 2.6802 |
| B | 0.0070 | 0.0018 | 3.7973 | 0.0007 | 0.0032 | 0.0108 | 0.0032 | 0.0108 |

Anexo 19. Análisis de varianza de la influencia de fibra de semilla de palta en el espesor.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor -P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|-----------------|
| Regresión | 1.0000 | 0.4314 | 0.4314 | 5.1560 | 0.0311 |
| Residuos | 28.0000 | 2.3425 | 0.0837 | | |
| Total | 29.0000 | 2.7739 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 3.0510 | 0.0998 | 30.5711 | 0.0000 | 2.8465 | 3.2554 | 2.8465 | 3.2554 |
| C | -0.0320 | 0.0141 | -2.2707 | 0.0311 | -0.0610 | -0.0031 | -0.0610 | -0.0031 |

Anexo 20. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de palta en la densidad.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor - P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|------------------|
| Regresión | 1 | 0.0077 | 0.0077 | 5.5788 | 0.0254 |
| Residuos | 28 | 0.0385 | 0.0014 | | |
| Total | 29 | 0.0462 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 0.2384 | 0.0113 | 21.1840 | 0.0000 | 0.2153 | 0.2615 | 0.2153 | 0.2615 |
| A | 0.0006 | 0.0003 | 2.3620 | 0.0254 | 0.0001 | 0.0012 | 0.0001 | 0.0012 |

Anexo 21. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de mango en la densidad.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor- P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|-----------------|
| Regresión | 1 | 0.0093 | 0.0093 | 7.1043 | 0.0126 |
| Residuos | 28 | 0.0368 | 0.0013 | | |
| Total | 29 | 0.0462 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 0.3023 | 0.0173 | 17.4498 | 0.0000 | 0.2668 | 0.3378 | 0.2668 | 0.3378 |
| B | -0.0007 | 0.0003 | -2.6654 | 0.0126 | -0.0012 | -0.0002 | -0.0012 | -0.0002 |

Anexo 22. Análisis de varianza de la influencia de fibra de semilla de palta en la densidad.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor - P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|------------------|
| Regresión | 1 | 0.0060 | 0.0060 | 4.1444 | 0.0513 |
| Residuos | 28 | 0.0402 | 0.0014 | | |
| Total | 29 | 0.0462 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 0.2370 | 0.0131 | 18.1301 | 0.0000 | 0.2103 | 0.2638 | 0.2103 | 0.2638 |
| C | 0.0038 | 0.0018 | 2.0358 | 0.0513 | 0.0000 | 0.0076 | 0.0000 | 0.0076 |

Anexo 23. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de palta en la humedad.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|----------------|
| Regresión | 1 | 0.6188 | 0.6188 | 2.2670 | 0.1434 |
| Residuos | 28 | 7.6429 | 0.2730 | | |
| Total | 29 | 8.2616 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 11.6634 | 0.1586 | 73.5486 | 0.0000 | 11.3385 | 11.9882 | 11.3385 | 11.9882 |
| A | 0.0058 | 0.0039 | 1.5056 | 0.1434 | -0.0021 | 0.0137 | -0.0021 | 0.0137 |

Anexo 24. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de mango en la humedad.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|----------------|
| Regresión | 1 | 1.0700 | 1.0700 | 4.1658 | 0.0508 |
| Residuos | 28 | 7.1917 | 0.2568 | | |
| Total | 29 | 8.2616 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 12.3108 | 0.2421 | 50.8444 | 0.0000 | 11.8148 | 12.8068 | 11.8148 | 12.8068 |
| B | -0.0075 | 0.0037 | -2.0410 | 0.0508 | -0.0149 | 0.0000 | -0.0149 | 0.0000 |

Anexo 25. Análisis de varianza de la influencia de la fibra de semilla de palta en la humedad.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|----------------|
| Regresión | 1 | 3.3055 | 3.3055 | 18.6746 | 0.0002 |
| Residuos | 28 | 4.9561 | 0.1770 | | |
| Total | 29 | 8.2616 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 11.3218 | 0.1452 | 77.9944 | 0.0000 | 11.0245 | 11.6192 | 11.0245 | 11.6192 |
| C | 0.0887 | 0.0205 | 4.3214 | 0.0002 | 0.0467 | 0.1308 | 0.0467 | 0.1308 |

Anexo 26. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de palta en la Capacidad de Absorción de agua.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|----------------|
| Regresión | 1 | 8701.2531 | 8701.2531 | 157.4896 | 0.0000 |
| Residuos | 28 | 1546.9916 | 55.2497 | | |
| Total | 29 | 10248.2447 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 64.6148 | 2.2561 | 28.6395 | 0.0000 | 59.9933 | 69.2363 | 59.9933 | 69.2363 |
| A | 0.6906 | 0.0550 | 12.5495 | 0.0000 | 0.5779 | 0.8034 | 0.5779 | 0.8034 |

Anexo 27. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de mango en la Capacidad de Absorción de agua.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|----------------|
| Regresión | 1 | 8082.7428 | 8082.7428 | 104.5101 | 6E-11 |
| Residuos | 28 | 2165.5019 | 77.3394 | | |
| Total | 29 | 10248.2447 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 126.9257 | 4.2015 | 30.2094 | 0.0000 | 118.3192 | 135.5321 | 118.3192 | 135.5321 |
| B | -0.6480 | 0.0634 | -10.2230 | 0.0000 | -0.7779 | -0.5182 | -0.7779 | -0.5182 |

Anexo 28. Análisis de varianza de la influencia de fibra de semilla de palta en la Capacidad de Absorción de agua.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|----------------|
| Regresión | 1 | 37.8153 | 37.8153 | 0.1037 | 0.7498 |
| Residuos | 28 | 10210.4294 | 364.6582 | | |
| Total | 29 | 10248.2447 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 89.0338 | 6.5888 | 13.5130 | 0.0000 | 75.5374 | 102.5303 | 75.5374 | 102.5303 |
| C | -0.3001 | 0.9318 | -0.3220 | 0.7498 | -2.2087 | 1.6086 | -2.2087 | 1.6086 |

Anexo 29. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de palta en la tensión.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|----------------|
| Regresión | 1 | 0.0245 | 0.0245 | 5.4775 | 0.0266 |
| Residuos | 28 | 0.1253 | 0.0045 | | |
| Total | 29 | 0.1498 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 0.1761 | 0.0203 | 8.6734 | 0.0000 | 0.1345 | 0.2177 | 0.1345 | 0.2177 |
| A | -0.0012 | 0.0005 | -2.3404 | 0.0266 | -0.0022 | -0.0001 | -0.0022 | -0.0001 |

Anexo 30. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de mango en la tensión.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|----------------|
| Regresión | 1 | 0.0261 | 0.0261 | 5.9033 | 0.0218 |
| Residuos | 28 | 0.1237 | 0.0044 | | |
| Total | 29 | 0.1498 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 0.0668 | 0.0318 | 2.1047 | 0.0444 | 0.0018 | 0.1319 | 0.0018 | 0.1319 |
| B | 0.0012 | 0.0005 | 2.4297 | 0.0218 | 0.0002 | 0.0021 | 0.0002 | 0.0021 |

Anexo 31. Análisis de varianza de la influencia de la fibra de semilla de palta en la tensión.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor - P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|------------------|
| Regresión | 1 | 0.0038 | 0.0038 | 0.7259 | 0.4014 |
| Residuos | 28 | 0.1460 | 0.0052 | | |
| Total | 29 | 0.1498 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 0.1562 | 0.0249 | 6.2673 | 0.0000 | 0.1051 | 0.2072 | 0.1051 | 0.2072 |
| C | -0.0030 | 0.0035 | -0.8520 | 0.4014 | -0.0102 | 0.0042 | -0.0102 | 0.0042 |

Anexo 32. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de palta en la deformación.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor - P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|------------------|
| Regresión | 1 | 0.0347 | 0.0347 | 0.0456 | 0.8325 |
| Residuos | 28 | 21.3406 | 0.7622 | | |
| Total | 29 | 21.3753 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 2.5085 | 0.2650 | 9.4664 | 0.0000 | 1.9657 | 3.0513 | 1.9657 | 3.0513 |
| A | 0.0014 | 0.0065 | 0.2135 | 0.8325 | -0.0119 | 0.0146 | -0.0119 | 0.0146 |

Anexo 33. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de mango en la deformación.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor- P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|-----------------|
| Regresión | 1 | 0.1039 | 0.1039 | 0.1367 | 0.7143 |
| Residuos | 28 | 21.2714 | 0.7597 | | |
| Total | 29 | 21.3753 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 2.6960 | 0.4164 | 6.4742 | 0.0000 | 1.8430 | 3.5489 | 1.8430 | 3.5489 |
| B | -0.0023 | 0.0063 | -0.3698 | 0.7143 | -0.0152 | 0.0105 | -0.0152 | 0.0105 |

Anexo 34. Análisis de varianza de la influencia de fibra de semilla de palta en la deformación.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor - P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|------------------|
| Regresión | 1 | 0.9091 | 0.9091 | 1.2437 | 0.2742 |
| Residuos | 28 | 20.4662 | 0.7309 | | |
| Total | 29 | 21.3753 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 2.2745 | 0.2950 | 7.7106 | 0.0000 | 1.6703 | 2.8788 | 1.6703 | 2.8788 |
| C | 0.0465 | 0.0417 | 1.1152 | 0.2742 | -0.0389 | 0.1320 | -0.0389 | 0.1320 |

Anexo 35. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de palta en la perforación.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor -P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|-----------------|
| Regresión | 1 | 157.2347 | 157.2347 | 2.2054 | 0.1487 |
| Residuos | 28 | 1996.2630 | 71.2951 | | |
| Total | 29 | 2153.4977 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 29.4173 | 2.5629 | 11.4782 | 0.0000 | 24.1674 | 34.6671 | 24.1674 | 34.6671 |
| A | -0.0928 | 0.0625 | -1.4851 | 0.1487 | -0.2209 | 0.0352 | -0.2209 | 0.0352 |

Anexo 36. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de mango en la perforación.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor-P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|----------------|
| Regresión | 1 | 148.4038 | 148.4038 | 2.0724 | 0.1611 |
| Residuos | 28 | 2005.0939 | 71.6105 | | |
| Total | 29 | 2153.4977 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 20.9984 | 4.0429 | 5.1939 | 0.0000 | 12.7169 | 29.2800 | 12.7169 | 29.2800 |
| B | 0.0878 | 0.0610 | 1.4396 | 0.1611 | -0.0371 | 0.2128 | -0.0371 | 0.2128 |

Anexo 37. Análisis de varianza de la influencia de la fibra de semilla de palta en la perforación.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor -P</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|-----------------|
| Regresión | 1 | 0.0297 | 0.0297 | 0.0004 | 0.9845 |
| Residuos | 28 | 2153.4681 | 76.9096 | | |
| Total | 29 | 2153.4977 | | | |

| | <i>Coeficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 26.3263 | 3.0259 | 8.7004 | 0.0000 | 20.1281 | 32.5245 | 20.1281 | 32.5245 |
| C | 0.0084 | 0.4279 | 0.0196 | 0.9845 | -0.8682 | 0.8850 | -0.8682 | 0.8850 |

Anexo 38. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de palta en la elongación.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor -P</i> | | |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|-----------------|--|--|
| Regresión | 1 | 0.0795 | 0.0795 | 2.1809 | 0.1509 | | |
| Residuos | 28 | 1.0210 | 0.0365 | | | | |
| Total | 29 | 1.1005 | | | | | |

| | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 0.5491 | 0.0580 | 9.4741 | 0.0000 | 0.4304 | 0.6678 | 0.4304 | 0.6678 |
| A | 0.0021 | 0.0014 | 1.4768 | 0.1509 | -0.0008 | 0.0050 | -0.0008 | 0.0050 |

Anexo 39. Análisis de varianza de la influencia del almidón de semilla de mango en la elongación.

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor-P</i> | | |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|----------------|--|--|
| Regresión | 1 | 0.0803 | 0.0803 | 2.2038 | 0.1488 | | |
| Residuos | 28 | 1.0202 | 0.0364 | | | | |
| Total | 29 | 1.1005 | | | | | |

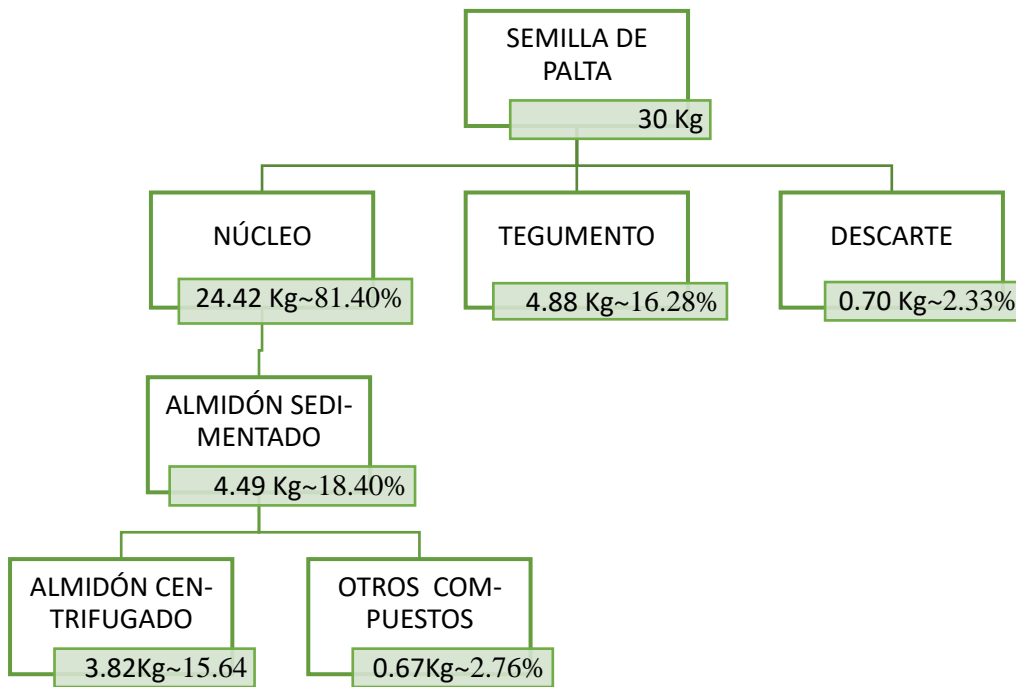
| | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 0.7426 | 0.0912 | 8.1431 | 0.0000 | 0.5558 | 0.9294 | 0.5558 | 0.9294 |
| B | -0.0020 | 0.0014 | -1.4845 | 0.1488 | -0.0049 | 0.0008 | -0.0049 | 0.0008 |

Anexo 40. Análisis de varianza de la influencia de la fibra de semilla de palta en la elongación.

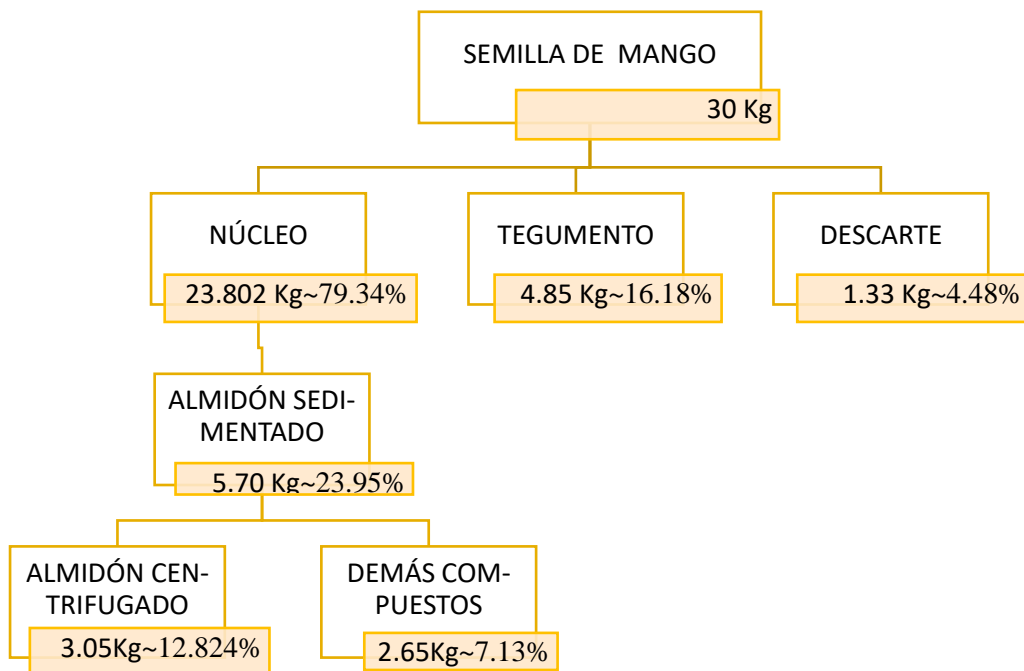
| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor-P</i> | | |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|----------------|--|--|
| Regresión | 1 | 0.0036 | 0.0036 | 0.0912 | 0.7649 | | |
| Residuos | 28 | 1.0969 | 0.0392 | | | | |
| Total | 29 | 1.1005 | | | | | |

| | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 0.6000 | 0.0683 | 8.7858 | 0.0000 | 0.4601 | 0.7399 | 0.4601 | 0.7399 |
| C | 0.0029 | 0.0097 | 0.3020 | 0.7649 | -0.0169 | 0.0227 | -0.0169 | 0.0227 |

Anexo 41. Rendimiento de almidón en semilla de palta Hass.



Anexo 42. Rendimiento de almidón en semilla de mango Kent.



Anexo 43. Composición química y física del almidón de almendra de mango Hilacha.

| Componente | Extracción | |
|---|------------|----------|
| | Con agua | Con NaOH |
| Humedad (%) | 12,25 | 13,33* |
| Almidón total (%) | 86,12 | 90,07* |
| Grasa cruda (%) | 3,41* | 2,52 |
| Proteína cruda (%) | 2,45* | 1,80 |
| Ceniza total (%) | 0,12* | 0,09 |
| Fibra cruda (%) | 3,84* | 1,28 |
| Azúcares totales (%) | 1,25 ns | 1,31 |
| Taninos totales (%) | 2,81* | 1,93 |
| Amilosa (%) | 12,45 ns | 13,02 |
| Amilopectina (%) | 87,55 ns | 86,98 |
| Índice de absorción de agua (g de agua por g de muestra) | 1,40 | 1,75* |
| Índice de solubilidad (g de sólidos por g de muestra) | 0,010* | 0,0086 |

Separación de medias en cada fila según la prueba de t, *: ($P \leq 0,05$)

Fuente: Medina et al., 2010.

Anexo 44. Contenido máximo de elementos en los materiales de envase y embalaje.

| Elemento | mg/Kg sobre la sustancia seca | Elemento | mg/Kg sobre la sustancia seca |
|----------|-------------------------------|----------|-------------------------------|
| Zn | 150 | Cr | 50 |
| Cu | 50 | Mo | 1 |
| Ni | 25 | Se | 0.75 |
| Cd | 0.5 | As | 5 |
| Pb | 50 | F | 100 |
| Hg | 0.5 | | |

Fuente: NTP 900.080 2015 ENVASES Y EMBALAJES

Anexo 45. Contenido de elementos en los materiales de Bandeja del Tratamiento 9.

| Elemento | mg/Kg sobre la sustancia seca | Elemento | mg/Kg sobre la sustancia seca |
|----------|-------------------------------|----------|-------------------------------|
| Zn | 0.0492 ± 0.0105 | Cr | 0.2196 ± 0.0032 |
| Cu | ND | Mo | ND |
| Ni | 0.8876 ± 0.0304 | Se | ND |
| Cd | 0.0188 ± 0.003 | As | 0.2024 ± 0.003 |
| Pb | 0.0376 ± 0.002 | F | ND |
| Hg | ND | Ag* | 0.0747 ± 0.0083 |
| Al * | 3.248 ± 0.0817 | Au* | 0.004 ± 0.0018 |
| Co* | 0.0342 ± 0.0006 | Fe* | 10.032 ± 0.3029 |
| Li* | 0.0012 ± 0.00 | Sn* | 0.013 ± 0.0019 |

Valores de resultados expresados en media de 3 muestras ± desviación estándar.

ND: No determinado

*: Elemento no requerido por la NTP 900.080

Fuente: Laboratorio de la Universidad de Investigación en Control y Análisis de Aguas de la Universidad Nacional José María Arguedas.

Anexo 46. Sólidos Volátiles de Bandeja biodegradable.

Los envases, materiales de envase deben contener un mínimo del 50% de sólidos volátiles lo que excluye a los materiales inertes (NTP 900.080 2015 ENVASES Y EMBALAJES).

Anexo 47. Metodología de determinación de sólidos volátiles en Bandejas Biodegradables.

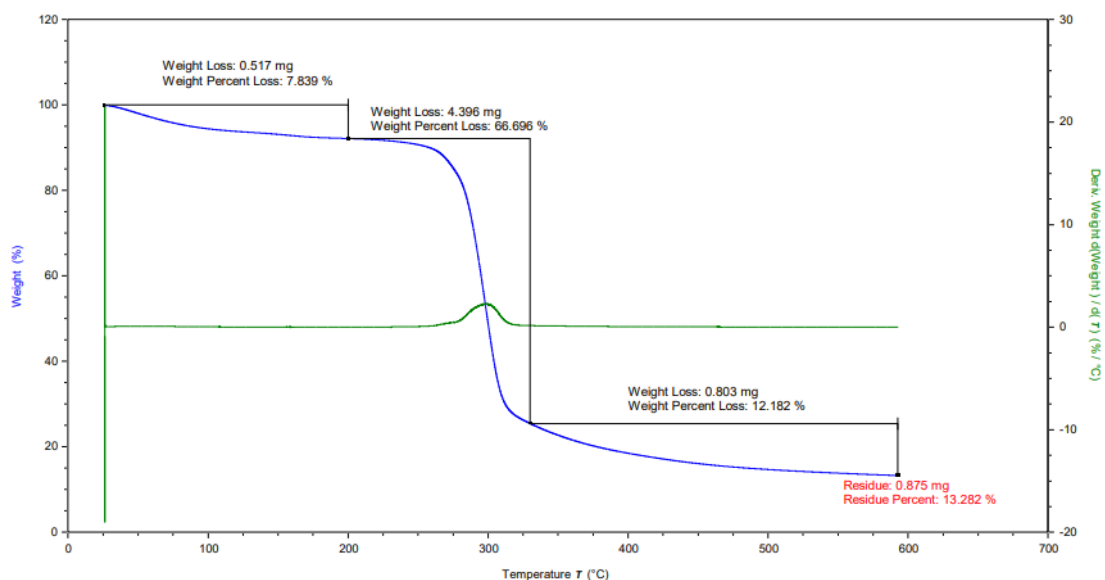
Llevar a peso constante la capsula orgánica, mediante 20 minutos en la mufla a $550^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$, pasar a estufa a $103^{\circ}\text{C} - 105^{\circ}\text{C}$ durante 20 minutos, y poner a enfriar a temperatura ambiente en desecador por 15 minutos. Repetir hasta que tenga peso constante con una variación máxima de 5%. Llevar a sequedad la muestra en la estufa a $103^{\circ}\text{C} - 105^{\circ}\text{C}$. Enfriar en desecador hasta Temperatura ambiente y determinar hasta alcanzar su peso constante. Introducir la cápsula con la muestra en la mufla a $550^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ durante 20 minutos, en la estufa a $103^{\circ}\text{C} - 105^{\circ}\text{C}$. Enfriar en desecador hasta Temperatura ambiente y determinar hasta alcanzar su peso constante (NMX-AA-034-SCFI-2001).

Anexo 48. Determinación de sólidos Volátiles de Bandeja biodegradable T9.

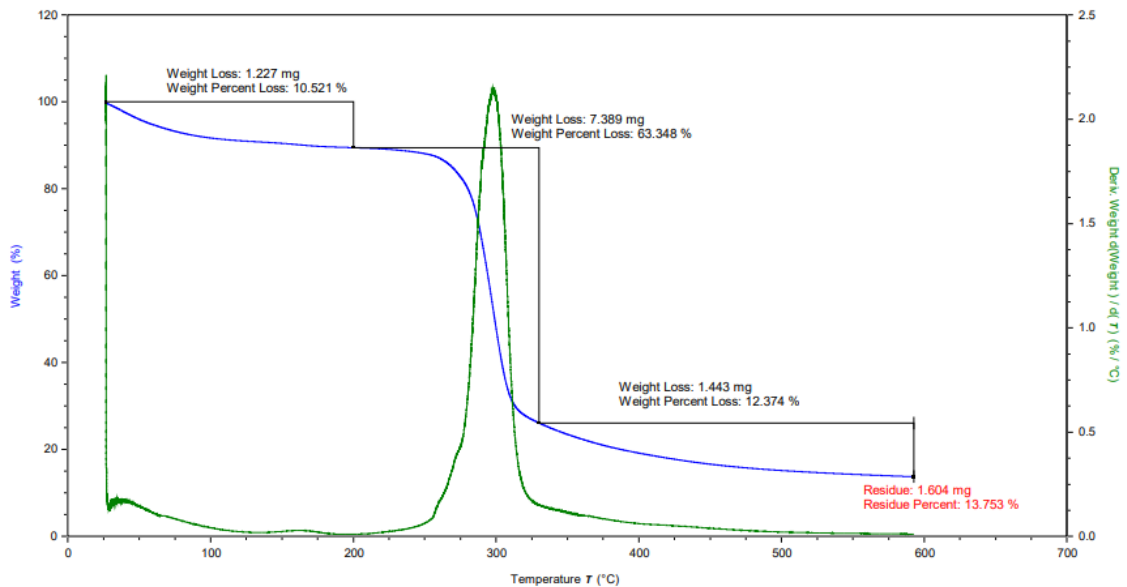


Se obtuvo una media de 3 muestras de $67.1 \pm 0.018\%$ en sólidos volátiles en la bandeja biodegradable T9 (0/90/10), cumpliendo con lo expresado en la NTP 900.080 2015 ENVASES Y EMBALAJES.

Anexo 49. Análisis termogravimétrico de Bandeja biodegradable del Tratamiento 9, muestra 1.



Anexo 50. Análisis termogravimétrico de Bandeja biodegradable del Tratamiento 9, muestra 2.



El comportamiento de la degradación térmica de la bandeja T9 con almidón de semilla de palta/ almidón de semilla de mango/fibra de semilla de palta (0%, 90% y 10%) se detalla en la curva y derivadas termogravimétrica (TG y DTG) sirve para observar el comportamiento de la degradación de las bandejas elaboradas como producto de un incremento de temperatura (Cruz Rodriguez, 2021).

En la muestra se observa una curva característica de un proceso de descomposición simple, la cual se puede separar en tres etapas por las temperaturas (Ayala et al., 2012), la primera etapa hasta alrededor de los 200°C posee una pérdida de peso de 7.839%, en la segunda etapa entre los 200° y 325°C se observa una pérdida de peso de 66.696% y finalmente entre los 325°C y aproximadamente los 600°C se observa una pérdida de peso de 12.182%. Claramente se puede notar que la mayor pérdida de peso se dio en la segunda etapa.

En la primera etapa hasta aproximadamente 200°C se refiere a la evaporación adsorbida y estructural de compuestos (Kaewtatip et al., 2014).

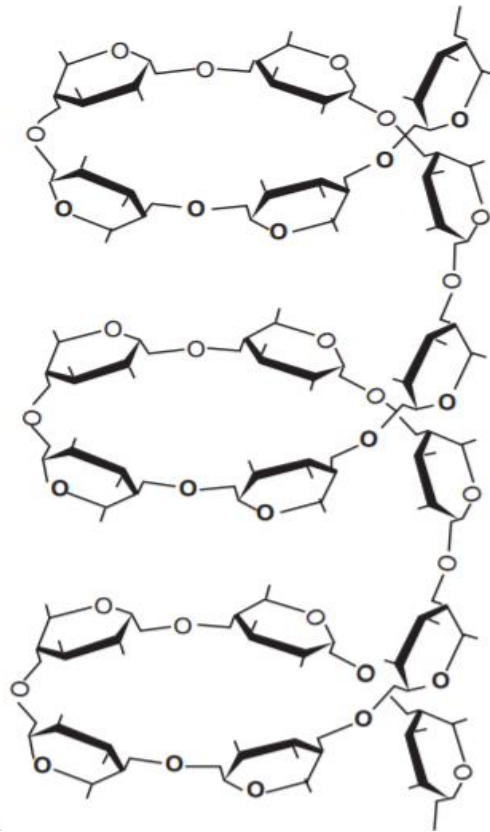
La pérdida de peso entre los 200 – 325°C es causada por la degradación de la celulosa por la deshidratación, despolimerización o descomposición de unidades glicosilo, seguida la formación de un residuo carbonizado (Martelli-Tosi et al., 2017).

La última etapa, temperaturas mayores a 400°C, se puede relacionar con la oxidación del almidón descompuesto para generar residuos inorgánicos. A partir de esta temperatura, se liberaría CO₂ como producto del proceso de pirólisis (Martelli-Tosi et al., 2017).

La estabilidad térmica de las bandejas biodegradables podría ser influenciadas por la presencia de amilopectina, generando mayor interacción entre los compuestos, evitando la evaporación de los compuestos generados durante su descomposición e incrementando la temperatura de degradación máxima y, por tanto, su estabilidad térmica (Romero Dominguez, 2019).

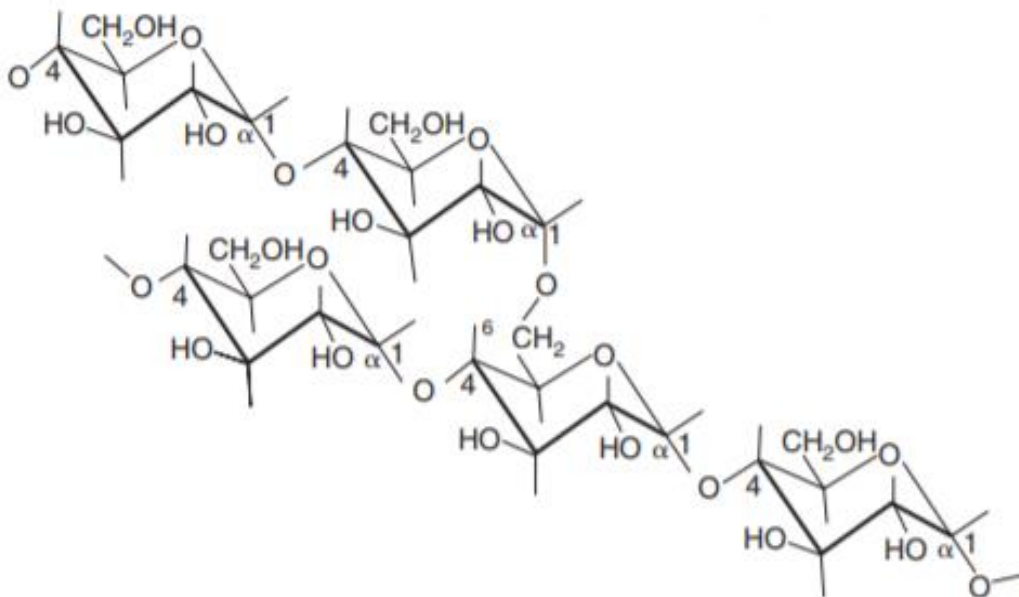
Anexo 51. Metodología Análisis termogravimétrico (TGA)

Se determinó la degradación térmica de las bandejas (aproximadamente 6 miligramos) en un medio de nitrógeno ($100 \text{ ml}/\text{min}$) en un rango de temperatura de 25-600°C a una velocidad de calentamiento de $10^\circ\text{C}/\text{min}$ (Pornuksomboon et al., 2016; como se citó en Amaya, 2017).



Anexo 52. Enrollamiento helicoidal de amilosa.

Fuente: Badui, 2006.



Anexo 53. Estructura Química de la amilopectina.

Fuente: Badui, 2006.



Anexo 54. Descarte de mango de la empresa Santa Sofía.



Anexo 55. Zona de descarte de residuos de mango.



Anexo 56. Pesado de semillas de mango.



Anexo 57. Extracción de semilla de mango.



Anexo 58. Descarte de semilla de mango.



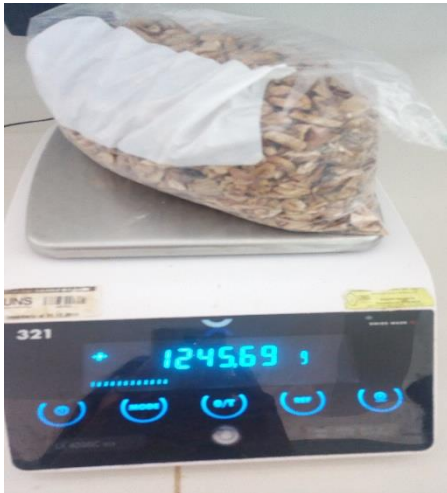
Anexo 59. Semilla de mango.



Anexo 60. Descarte de semilla de mango.



Anexo 61. Almendras de semillas de mango.



Anexo 62. Pesado de semilla de mango.



Anexo 63. Licuado de semilla de palta.



Anexo 64. Sedimentación de almidón de semilla de mango



Anexo 65. Centrifugado de almidón de semilla de mango



Anexo 66. Almidón húmedo de semilla de mango



Anexo 67. Secado de almidón de semilla de mango



Anexo 68. Molienda de almidón de semilla de mango



Anexo 69. Pesado de almidón seco de semilla de mango



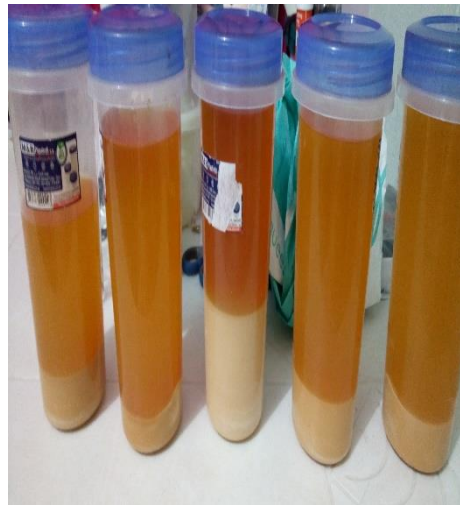
Anexo 70. Semillas de semilla de palta.



Anexo 71. Rallado de semilla de palta.



Anexo 72. Semilla de palta rallada



Anexo 73. Sedimentación de amidón de semilla de palta (1° Lavado)



Anexo 74. Sedimentación de amidón de semilla de palta



Anexo 75. Sedimentación de amidón de semilla de palta



Anexo 76. Sedimentación de almidón de semilla de palta.



Anexo 77. Lavado final.



Anexo 78. Filtración de agua en el almidón de semilla de palta.



Anexo 79. Almidón de semilla de palta.



Anexo 80. Secado de almidón de semilla de palta.



Anexo 81. Secado de almidón de semilla de palta.



Anexo 82. Almidón seco de semilla de palta.



Anexo 83. Tamizado de almidones de semilla de mango y palta.



Anexo 84. Termoprensa



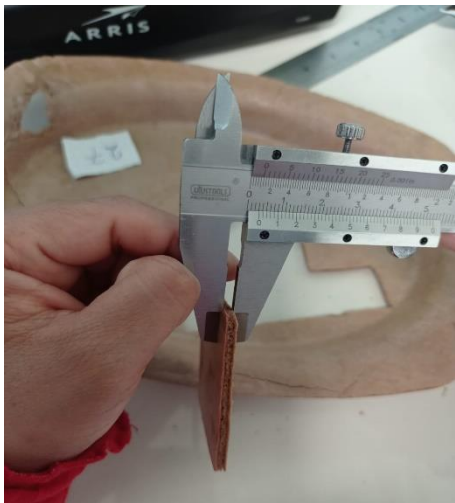
Anexo 85. Medición del color de las bandejas biodegradables



Anexo 86. Corte de muestras para análisis



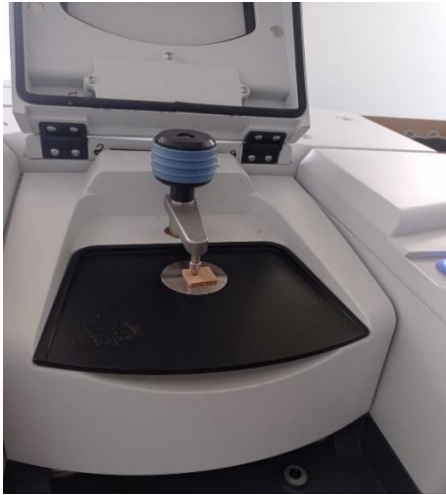
Anexo 87. Medición del espesor de las muestras



Anexo 88. Medición de espesor de muestras



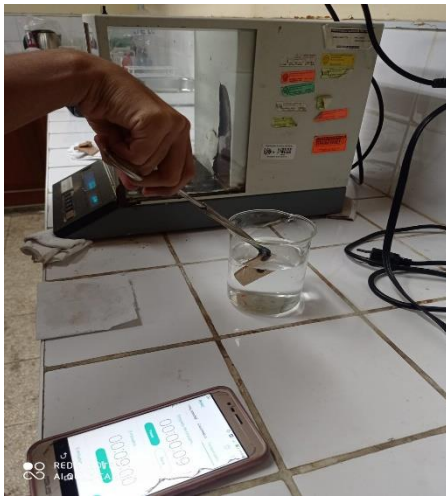
Anexo 89. Corte de muestras de cada tratamiento para medición de densidad.



Anexo 90. Análisis del FTIR de las muestras



Anexo 91. Medición de la humedad en muestras



Anexo 92. Absorción de agua de la muestra



Anexo 93. Retirado de exceso de agua absorbido



Anexo 94. Pesado de muestra después de la absorción de agua



Anexo 95. Análisis de compresión en muestras



Anexo 96. Molienda de muestras para análisis FTIR



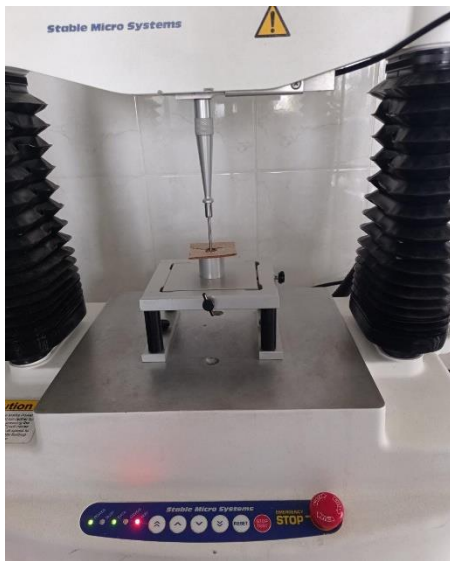
Anexo 97. Medición de humedad en muestras



Anexo 98. Obtención de bandejas biodegradables



Anexo 99. Corte de muestras para medición de propiedades mecánicas



Anexo 100. Texturómetro fracturando una muestra de bandeja



Anexo 101. Muestras utilizadas en determinación de resistencia a la tracción y a la perforación.

“CARACTERIZACIÓN DE BANDEJAS BIODEGRADABLES DE ALMIDÓN Y FI-BRA DE SEMILLA DE (Persea americana) Y ALMIDÓN DE (Mangifera indica)”

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet | 2% |
| 2 | repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 3 | repository.uamerica.edu.co Fuente de Internet | 1% |
| 4 | tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 5 | idoc.pub Fuente de Internet | 1% |
| 6 | Submitted to Universidad Nacional de Trujillo Trabajo del estudiante | 1% |
| 7 | repositorio.umsa.bo Fuente de Internet | <1% |
| 8 | purl.org Fuente de Internet | <1% |

| | | |
|----|--|------|
| 9 | www.ktl.fi Fuente de Internet | <1 % |
| 10 | repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 11 | aprenderly.com Fuente de Internet | <1 % |
| 12 | www.scielo.org.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 13 | Submitted to 94839 Trabajo del estudiante | <1 % |
| 14 | hdl.handle.net Fuente de Internet | <1 % |
| 15 | repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 16 | es.scribd.com Fuente de Internet | <1 % |
| 17 | repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 18 | Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante | <1 % |
| 19 | www.indecopi.gob.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 20 | www.revistas.unitru.edu.pe | |

Fuente de Internet

<1 %

21

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22

Submitted to Universidad Cooperativa de Colombia

Trabajo del estudiante

<1 %

23

dialnet.unirioja.es

Fuente de Internet

<1 %

24

sedici.unlp.edu.ar

Fuente de Internet

<1 %

25

www.fao.org

Fuente de Internet

<1 %

26

Submitted to Universidad Peruana Los Andes

Trabajo del estudiante

<1 %

27

www.virtualpro.co

Fuente de Internet

<1 %

28

Submitted to Universidad del Norte, Colombia

Trabajo del estudiante

<1 %

29

Ana Ibáñez García. "Desarrollo y caracterización de biocomposites con cáscara de almendra para el sector juguetero", Universitat Politecnica de Valencia, 2021

Publicación

<1 %

Submitted to Universidad de Cartagena

30

Trabajo del estudiante

<1 %

31

Submitted to Universidad Católica de Santa María

Trabajo del estudiante

<1 %

32

Submitted to Unviersidad de Granada

Trabajo del estudiante

<1 %

33

repositorio.unicauca.edu.co:8080

Fuente de Internet

<1 %

34

Submitted to Universidad de Caldas

Trabajo del estudiante

<1 %

35

doczz.es

Fuente de Internet

<1 %

36

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

37

cimav.repositorioinstitucional.mx

Fuente de Internet

<1 %

38

repositorio.unas.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

39

mafiadoc.com

Fuente de Internet

<1 %

40

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

41

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

42

repositorio.upec.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

43

www.scielo.org.co

Fuente de Internet

<1 %

44

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

<1 %

45

cabierta.uchile.cl

Fuente de Internet

<1 %

46

www.journalafsj.com

Fuente de Internet

<1 %

47

www.x6x.net

Fuente de Internet

<1 %

48

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

<1 %

49

repositorio.espam.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

50

repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

51

ri.ues.edu.sv

Fuente de Internet

<1 %

52

www.clubensayos.com

Fuente de Internet

<1 %

53

doaj.org

Fuente de Internet

<1 %

54

repositorio.untrm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

55

repositorio.utn.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo