

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
ALTOANDINA DE TARMA**
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Título de tesis

**Desarrollo de bandejas biodegradables a partir del almidón de semilla de
palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro
(*Zea mays*)**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Bach. Rocio Candiotti Bonzano

Asesores:

Mg. Perfecto Chagua Rodríguez (Asesor)
Mg. Elmer Robert Torres Gutiérrez (Co-asesor)

Línea de Investigación:

Bioprocesos Tecnológicos y Sostenibilidad

TARMA – PERÚ

2026

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
ALTOANDINA DE TARMA**
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Título de tesis

**Desarrollo de bandejas biodegradables a partir del almidón de semilla de
palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro
(*Zea mays*)**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Bach. Rocio Candiotti Bonzano

Asesores:

Mg. Perfecto Chagua Rodríguez (Asesor)
Mg. Elmer Robert Torres Gutiérrez (Co-asesor)

Línea de Investigación:

Bioprocesos Tecnológicos y Sostenibilidad

TARMA – PERÚ

2026

PÁGINA DEL JURADO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



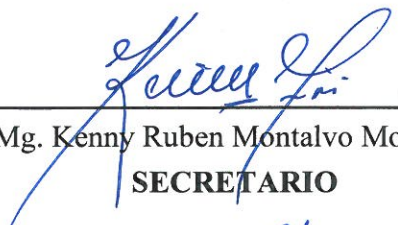
TESIS

Desarrollo de bandejas biodegradables a partir del almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*)

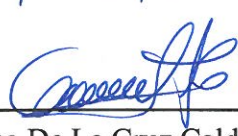
Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado evaluador:


Mg. Jimmy Pablo Echevarría Victorio

PRESIDENTE


Mg. Kenny Ruben Montalvo Morales

SECRETARIO


Dra. Gina De La Cruz Calderón

VOCAL

Desarrollo de bandejas biodegradables a partir del almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*)

por Rocio Candiotti Bonzano

Fecha de entrega: 15-jun-2026 04:07p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2983963202

Nombre del archivo: Informe_Final_de_Tesis_Candiotti_Bonzano_Roc_o_1-1.pdf (1.37M)

Total de palabras: 22161

Total de caracteres: 126524

Desarrollo de bandejas biodegradables a partir del almidón de semilla de palta Hass (Persea americana) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (Zea mays)

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.unam.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

1library.co

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.unaat.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

8

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1%

9

revistas.unsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

10	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.utm.edu.ec:3000 Fuente de Internet	<1 %
12	www.redunia.org Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unbosque.edu.co Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Nacional Autonoma Altoandina de Tarma Trabajo del estudiante	<1 %
16	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unah.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unajma.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
20	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

repositorio.uss.edu.pe

22	Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.uarm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad Fidélitas Trabajo del estudiante	<1 %
26	innovacioneconomica.org Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
30	tesisdigitales.umich.mx Fuente de Internet	<1 %
31	Submitted to uptcolombia Trabajo del estudiante	<1 %
32	centroazucar.uclv.edu.cu Fuente de Internet	<1 %
33	Submitted to Universidad Estatal Amazonica- Trabajo del estudiante	<1 %
34	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja	<1 %

35	bdigital.uncu.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
36	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	<1 %
38	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
39	Submitted to Universidad Manuela Beltrán Virtual Trabajo del estudiante	<1 %
40	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
41	rest-dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
42	www.thepharmajournal.com Fuente de Internet	<1 %
43	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
44	A. Izaguirre, J. Lanas, J. I. Álvarez. "Effect of a biodegradable natural polymer on the properties of hardened lime-based mortars", Materiales de Construcción, 2011 Publicación	<1 %

45	Fuente de Internet	<1 %
46	ouci.dntb.gov.ua Fuente de Internet	<1 %
47	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
48	uceva.repositoriodigital.com Fuente de Internet	<1 %
49	Submitted to Colegio Alamos (Centro De Estudios Acueducto A.C.) Trabajo del estudiante	<1 %
50	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
51	"Emerging Research in Intelligent Systems", Springer Science and Business Media LLC, 2026 Publicación	<1 %
52	Submitted to Universidad EAN Trabajo del estudiante	<1 %
53	all-digital.org Fuente de Internet	<1 %
54	repositorio.iestpffaa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
55	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
56	repositorio.undc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

57	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
58	revistas.uazuay.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
59	tel.archives-ouvertes.fr Fuente de Internet	<1 %
60	www.marxist.com Fuente de Internet	<1 %
61	repositorio.unica.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
62	Antis Jesús Cruz Escobedo, Johana Ybet Villajulca-Carrión, Jhoseline Stayce Guillén-Sánchez. "Galletas tipo soda elaboradas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maíz nixtamalizado y garbanzo", Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 2024 Publicación	<1 %
63	Submitted to Universidad de Málaga - Tii Trabajo del estudiante	<1 %
64	siar.regionpiura.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
65	www.pic.int Fuente de Internet	<1 %
66	Submitted to Unidad Central Del Valle Trabajo del estudiante	<1 %
67	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %

68	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
69	Submitted to Universidad Tecnológica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
70	cicy.repositorioinstitucional.mx Fuente de Internet	<1 %
71	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
72	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
73	D. M.A. Molina-Quijada, L. A. Medina-Juárez, G. A. González-Aguilar, R. M. Robles-Sánchez, N. Gámez-Meza. " Compuestos fenólicos y actividad antioxidante de cáscara de uva (L.) de mesa cultivada en el noroeste de México Phenolic compounds and antioxidant activity of table grape (L.) skin from northwest Mexico ", CyTA - Journal of Food, 2010 Publicación	<1 %
74	De la Cruz Mallma, Jackelyn Chávez Mori, Dahlin Harold Salas Canchihuamán, Giancarlo Oscar Sarazú Albino, Victor Paul. "Modelo ProLab: Ruta Verde, plataforma gamificada para el reciclaje y la sostenibilidad en Amazonas, Perú.", Pontificia Universidad Católica del Peru (Peru) Publicación	<1 %

75	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
76	Filipe Bittencourt Figueiredo, Eriton Rodrigo Botero, Nathalia Leite Bittencourt Figueiredo, Danielle Cristine Pedruzzi. "CARACTERIZAÇÃO DA CINZA DO BAGAÇO DE FÉCULA DE MANDIOCA PARA USO EM MATRIZES CIMENTÍCIAS", RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218, 2026 Publicación	<1 %
77	Submitted to Universidad Autónoma de Ciudad Juárez Trabajo del estudiante	<1 %
78	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
79	Submitted to Universidad Nacional Agraria La Molina Trabajo del estudiante	<1 %
80	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE Trabajo del estudiante	<1 %
81	dspace.ueb.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
82	dspace.umh.es Fuente de Internet	<1 %
83	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

84

Submitted to unah

Trabajo del estudiante

<1 %

85

Submitted to uncedu

Trabajo del estudiante

<1 %

86

www.risti.xyz

Fuente de Internet

<1 %

87

Andrea Naranjo. "Memorias de la XXV Reunión Latinoamericana de Maíz: IXIM "Maíz, lo que sustenta la vida"", Archivos Académicos USFQ, 2024

Publicación

<1 %

88

Carlo Lozada, Luis Alberto. "Características textiles y medulación de la fibra en reproductores de reemplazo en alpacas de la raza Huacaya de la Unidad de Producción Macusani de la rural Alianza E.P.S. - Puno ", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru)

Publicación

<1 %

89

Submitted to Desarrollo Educativo S.A. Instituto Toulouse Lautrec

Trabajo del estudiante

<1 %

90

REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA. "REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA Vol 36 No. 2 JULIO - DICIEMBRE 2010 PDF TOTAL", Revista Colombiana de Entomología, 2010

Publicación

<1 %

91	biblioteca.galileo.edu Fuente de Internet	<1 %
92	creativecommons.org Fuente de Internet	<1 %
93	d.documentop.com Fuente de Internet	<1 %
94	eprint.subtopublish.com Fuente de Internet	<1 %
95	repositorio.sanfranciscochinchu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
96	repositorio.unaj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
97	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
98	revista.nutricion.org Fuente de Internet	<1 %
99	rraae.cedia.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
100	www.conapo.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
101	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
102	Montoya, Cesar Gerardo Montoya. "Aspectos bioquimicos y Bioactivos de Catorce Accesos de Tomate (Solanum Lycopersicum L.) Conservados en el Banco Portugues de	<1 %

Germoplasma Vegetal", Instituto Politecnico de Braganca (Portugal)

Publicación

103	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
104	apirepositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
105	news.un.org Fuente de Internet	<1 %
106	prp.hec.gov.pk Fuente de Internet	<1 %
107	repositorio.ulvr.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
108	repositorio.uniscjsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
109	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
110	repositorio.upa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
111	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
112	www.gestiopolis.com Fuente de Internet	<1 %
113	www.siicex.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 10 words
Excluir bibliografía	Activo		

A Dios, quien me ha brindado fuerza y sabiduría en cada paso de este camino académico.

A mis padres, por ser el pilar fundamental y la base esencial de todo lo que soy. Gracias por sus innumerables esfuerzos y por su amor incondicional realizado para que pueda alcanzar mis metas. Cada paso que doy y cada logro obtenido son el reflejo de su apoyo constante y de los valores que me inculcaron.

A mis hermanos por su valiosa presencia en mi vida, gracias por creer en mí y por animarme sin reservas.

AGRADECIMIENTO

- Quiero expresar mi agradecimiento al Mg. Chagua Rodríguez Perfecto, por su valioso y oportuno apoyo brindado durante todo el desarrollo de este trabajo, desde sus inicios hasta su culminación, demostrando siempre compromiso y dedicación.
- A mi Co-Asesor, el Mg. Torres Gutiérrez Elmer Robert, por sus conocimientos que me transmitió a lo largo del desarrollo del trabajo.
- Al Dr. Siche Jara Raúl Benito, responsable del Laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT), por su valiosa colaboración y acompañamiento en el desarrollo y realización de esta investigación.
- Asimismo, manifiesto mi gratitud a la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, en particular a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por brindarme la oportunidad de adquirir y fortalecer mi formación profesional en sus instalaciones.
- Por último, expreso mi sincero agradecimiento a mis familiares y amigos, cuyo respaldo y aliento emocional fueron fundamentales a lo largo de todo este proceso.

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Determinación del problema	12
1.2. Formulación del problema	14
1.2.1. Problema general	14
1.2.2. Problemas específicos	14
1.3. Hipótesis	14
1.3.1. Hipótesis general	14
1.3.2. Hipótesis específicas	14
1.4. Objetivos	15
1.4.1. Objetivo general	15
1.4.2. Objetivos específicos.....	15
II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes	15
2.1.1. Antecedentes internacionales	15
2.1.2. Antecedentes nacionales	18
2.2. Bases teóricas	21
2.2.1. Generalidades	21
2.2.2. Bandejas biodegradables	22
2.2.3. Palta Hass	23
2.2.4. Almidón.....	26
2.2.5. Proceso de obtención del almidón de semilla de palta Hass	29
2.2.6. Maíz amarillo duro	30
2.2.7. Fibra	33
2.2.8. Proceso de obtención de fibra de coronta de maíz amarillo duro	35
2.2.9. Termoprensa para la fabricación de bandejas biodegradables	35
2.2.10. Tiempo de biodegradación de la bandeja biodegradable	36
2.3. Definiciones conceptuales	37
III. MARCO METODOLÓGICO	38

3.1. Tipo y nivel de investigación.....	38
3.2. Diseño de investigación	39
3.3. Variables	40
3.4. Operacionalización de las variables.....	41
3.5. Población, muestra y muestreo	43
3.6. Técnicas e instrumentos para recolección de datos	44
3.7. Método de análisis de datos.	53
IV. RESULTADOS.....	54
4.1. Formulación de bandejas biodegradables	54
4.2. Características físico-mecánicas de las bandejas biodegradables	55
4.2.1. Espesor y densidad.....	55
4.2.2. Humedad y capacidad de absorción de agua.....	56
4.2.3. Tensión	57
4.2.4. Compresión	58
4.2.5. Formulación óptima	58
4.3. Tiempo de biodegradación de la bandeja.....	59
4.4. Contraste de hipótesis	61
V. DISCUSIÓN	62
5.1. Determinación de la influencia en la incorporación del almidón y fibra en la formulación óptima de la bandeja biodegradable	62
5.2. Evaluación de las características físico-mecánicas de las bandejas biodegradables..	63
5.4. Determinación del tiempo de biodegradación de la bandeja	66
VI. CONCLUSIONES.....	67
VII. RECOMENDACIONES	68
VIII. REFERENCIAS	69
ANEXO	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de la palta.....	25
Tabla 2. Diferencias de amilosa y amilopectina en diversos productos	28
Tabla 3. Composición del almidón de semilla de palta	29
Tabla 4. Taxonomía del maíz amarillo duro.....	31
Tabla 5. Composición estructural de coronta de maíz amarillo duro (g/100g)	35
Tabla 6. Operacionalización de variables.....	41
Tabla 7. Formulaciones	48
Tabla 8. Formulaciones en la elaboración de bandejas biodegradables	54
Tabla 9. Características físicas	55
Tabla 10. Características físicas	56
Tabla 11. Propiedades mecánicas	57
Tabla 12. Propiedades mecánicas	58
Tabla 13. Características fisicoquímicas y biológicas de la tierra.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción anual de residuos en el mundo, Latinoamérica y Perú.....	22
Figura 2. Partes de un árbol de palta Hass.....	24
Figura 3. Partes principales del fruto de la palta Hass.....	25
Figura 4. Producción de palta por departamento	26
Figura 5. Estructuras químicas de la amilosa	27
Figura 6. Estructura química de la amilopectina	28
Figura 7. Método húmedo para la obtención del almidón.....	30
Figura 8. Partes del maíz amarillo duro.....	31
Figura 9. Partes principales de la mazorca del maíz amarillo duro	32
Figura 10. Producción del maíz amarillo duro por departamentos.....	33
Figura 11. Proceso de obtención de la fibra	35
Figura 12. Partes de la termo prensa.....	36
Figura 13. Diseño experimental para la obtención de las bandejas biodegradables.....	39
Figura 14. Determinación de la población y muestra.....	43
Figura 15. Diagrama de flujo del proceso de obtención de la bandeja biodegradable	45
Figura 16. Calibrador vernier digital	49
Figura 17. Balanza de precisión	50
Figura 18. Analizador de humedad.....	51
Figura 19. Prueba de tensión y compresión con Analizador de textura TA. HD Plus	52
Figura 20. Balanza de precisión	53
Figura 21. Pérdida de peso (g) de la bandeja biodegradable óptimo.....	60
Figura 22 Biodegradación de la bandeja	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia	80
Anexo 2. Fotografías correspondientes al proceso de obtención del almidón	82
Anexo 3. Fotografías respecto al proceso experimental para obtención de fibra.....	85
Anexo 4. Fotografías respecto al proceso experimental para obtención de bandejas biodegradables	86
Anexo 5. Fotografía de la tierra para la biodegradación de la bandeja	87
Anexo 6. Prueba de normalidad	87
Anexo 7. Resultados estadísticos con Minitab 18 de las características fisicomecánicas....	92

PRESENTACIÓN

El presente trabajo aborda la problemática ambiental generada por los residuos, enfocándose en el aprovechamiento del almidón contenido en las semillas de palta y fibra presente en la coronta de maíz, ambos utilizados para obtener bandejas biodegradables. Este estudio se desarrolló con la finalidad de explorar alternativas sostenibles que contribuyan a la reducción de la dependencia de plásticos convencionales, fomentando la valorización de subproductos agrícolas y la economía circular. La etapa experimental se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT), empleándose una termoprensa para la obtención de bandejas biodegradables formuladas con fibra proveniente de coronta de maíz y almidón extraído de semillas de palta Hass. La bandeja obtenida se sometió a diferentes análisis evaluando propiedades esenciales como el espesor, densidad, humedad, capacidad de absorción de agua, prueba de tensión, y compresión. Asimismo, se evaluó el tiempo de biodegradación. Este estudio integra análisis experimentales y teóricos que demuestran el potencial de la fibra de coronta de maíz y del almidón de semilla de palta como materias primas viables para la producción de materiales biodegradables, estableciendo de esta manera las bases para investigaciones posteriores y posibles aplicaciones en el ámbito del envasado sostenible y otros sectores afines.

RESUMEN

En la región Junín, los residuos orgánicos de la cadena agroalimentaria no se gestionan adecuadamente debido a la falta de conocimientos técnicos, lo que limita su aprovechamiento en la elaboración de productos como bandejas biodegradables, generando pérdida de valor y mayor contaminación ambiental (Carrera & Gómez, 2025). Este estudio se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 12, 13, 14 y 15. El objetivo fue desarrollar bandejas biodegradables a partir de almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*). Se evaluaron seis tratamientos, incluido un control, con tres repeticiones, bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA). Los resultados determinaron como formulación óptima el tratamiento T4 (80 % almidón y 20 % fibra), que presentó propiedades adecuadas: espesor de 2,12 mm, densidad de 0,75 g/cm³, capacidad de absorción de agua de 0,81, humedad de 7,45 % y resistencia a la tracción de 12,52 MPa. Además, el material se biodegradó en 60 días. En conclusión, la valorización de subproductos de la cadena agroalimentaria demuestra ser una estrategia sostenible para desarrollar materiales biodegradables funcionales, contribuyendo a la reducción de residuos y al reemplazo de envases convencionales.

Palabras clave: Bandejas; almidón; fibra; sostenibilidad.

ABSTRACT

In the Junín region, organic waste from the agri-food chain is not managed properly due to a lack of technical knowledge, which limits its use in the production of products such as biodegradable trays, generating a loss of value and greater environmental pollution (Carrera & Gómez, 2025). This study aligns with Sustainable Development Goals (SDGs) 12, 13, 14, and 15. The objective was to develop biodegradable trays from Hass avocado seed starch (*Persea americana*) and yellow dent corn cob fiber (*Zea mays*). Six treatments, including a control, were evaluated with three replicates under a Completely Randomized Design (CRD). The results determined that treatment T4 (80% starch and 20% fiber) was the optimal formulation, exhibiting suitable properties: a thickness of 2.12 mm, a density of 0.75 g/cm³, water absorption of 0.81, moisture content of 7.45%, and a tensile strength of 12.52 MPa. Furthermore, the material biodegraded in 60 days. In conclusion, the valorization of agro-industrial byproducts proves to be a sustainable strategy for developing functional biodegradable materials, contributing to waste reduction and the replacement of conventional packaging.

Keywords: Trays, starch, fiber, sustainability.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la sociedad enfrenta una problemática creciente relacionada con la acumulación de desechos procedentes de las actividades industriales, domésticas y agrícolas. Esta situación no solo deteriora la calidad del suelo, el agua y el aire, sino que también afecta el equilibrio de los ecosistemas y pone en riesgo la salud de las poblaciones (Velázquez et al., 2022). Frente a ello, de acuerdo a Zambrano y Mamani (2024) las bandejas biodegradables se presentan como una alternativa prometedora, capaces de contribuir a la reducción de la contaminación ambiental y al aprovechamiento responsable de los recursos naturales, alineándose con los ODS 12, 13, 14 y 15. En este contexto, el uso de semillas de palta Hass y coronta de maíz amarillo duro resulta ideal debido a su contenido de componentes adecuados para la obtención del material y a su menor tiempo de biodegradación.

En el distrito de Monobamba, las semillas de palta Hass y las corontas de maíz amarillo duro son abundantes, siendo frecuentemente descartadas o empleadas de manera reducida por los habitantes locales, ya sea en labores agrícolas o como combustible para uso doméstico (Gutiérrez et al., 2020). No obstante, estos residuos presentan características idóneas para la elaboración de materiales biodegradables, por su contenido de almidón y fibra (Díaz, 2025).

Considerando las potencialidades como materias primas de origen agroalimentario, surge el interés por aplicar el termoprensado para la fabricación de bandejas biodegradables, debido a que este método facilita la fusión de fibras y la gelatinización del almidón y permite moldear con mayor eficiencia (Barrios & Huertas, 2023). También, establecer condiciones óptimas de presión, temperatura y tiempo de prensado; siendo estos parámetros fundamentales para obtener materiales con propiedades adecuadas para su uso industrial (Mostafa et al., 2020).

Del mismo modo, la investigación se orienta a obtener bandejas biodegradables proveniente del almidón de semilla de palta Hass y fibra de coronta de maíz amarillo duro, considerando la evaluación de sus propiedades fisicomecánicas y su nivel de degradabilidad. De acuerdo a Zuñiga (2024), es relevante enfatizar la caracterización de propiedades como el espesor, la densidad, capacidad de absorción de agua, humedad, prueba de tensión y compresión; dado que proporciona una visión integral del

comportamiento estructural de la bandeja, resaltando su potencial para ser aplicado como alternativa sostenible a envases biodegradables en la industria alimentaria. Finalmente, el estudio busca valorizar y promover nuevas investigaciones orientadas al aprovechamiento integral de residuos orgánicos de la cadena agroalimentaria, en especial la semilla de palta y la coronta de maíz en materiales funcionales y ecológicos.

1.1. Determinación del problema

Los residuos orgánicos de la cadena agroalimentaria son un problema a nivel global; según datos reportados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, la cantidad de residuos a nivel mundial oscila entre 1,300 millones de toneladas principalmente entre frutas y hortalizas, de los cuales el 11,6% se produce en América Latina, la pérdida ocurre entre la distribución y la postcosecha (FAO, 2019). En el Perú, de acuerdo al Ministerio del Ambiente se produce alrededor de 8 450,715 millones de toneladas de residuos por año y de ese total el 77,6% son residuos con gran potencial de valorización (MINAM, 2024). Así mismo, según el Sistema Nacional de Información Ambiental en la región Junín oscila entre 281 mil toneladas al año, de los cuales 16 845,90 genera la provincia de Jauja (SINIA, 2022).

Según Rengifo y Loyaga (2023), los residuos orgánicos de la cadena agroalimentaria son materiales de origen biológico generados a lo largo de las distintas etapas de producción, postcosecha y procesamiento de alimentos destinados al consumo humano. Estos residuos, también considerados pérdidas y desperdicios de alimentos según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, se caracterizan por su contenido en compuestos bioactivos como fibras, fenoles, antioxidantes, almidón y otros biopolímeros, lo que les confiere un alto potencial de aprovechamiento y valorización para la obtención de productos con valor agregado. Los factores que generan el incremento de estos residuos son múltiples; sin embargo, señalan que la principal causa es el ineficiente aprovechamiento de subproductos sólidos, semisólidos y líquidos generados durante el procesamiento agrícola, especialmente aquellos ricos en fibras y almidón (Aguiar et al., 2022). Además, una parte significativa de estos residuos se desecha sin ningún tipo de valorización, a pesar de su potencial para ser transformados en materiales ecoamigables (Baez,

2024). Por otro lado, el uso intensivo de envases plásticos en la industria alimentaria influye de forma negativa en el medio ambiente, incrementando la demanda por alternativas sostenibles y biodegradables (Shaikh et al., 2021). En este contexto, la comunidad científica ha incorporado de manera creciente el uso de residuos provenientes tanto de fuentes agrícolas como agroindustriales ricos en biopolímeros para la elaboración de bandejas biodegradables, aprovechando su capacidad para sustituir materiales derivados del petróleo y reducir el impacto ambiental (Lizarraga, 2024).

Por ello, resulta fundamental desarrollar productos que permitan valorizar eficientemente estos residuos, generando materiales biodegradables con adecuadas propiedades fisicomecánicas, contribuyendo a la reducción de la contaminación por plásticos y promoviendo una industria más sostenible (Salas, 2022). En ese sentido, se vuelve necesario elaborar bandejas biodegradables a partir de almidón de semilla de palta Hass y coronta de maíz amarillo duro, considerando que el Perú es uno de los principales productores de ambos cultivos, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática alcanzando una producción de 31 734 toneladas de palta y 119 677 toneladas de maíz amarillo duro (INEI, 2024). Asimismo, de igual manera es relevante destacar que la valorización de estos residuos se encuentra estrechamente relacionada con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En particular, este estudio se alinea con el objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres, objetivo 14: Vida submarina, objetivo 12: Producción y consumo responsables, específicamente con la meta 12,3, que promueve la reducción del desperdicio de alimentos y el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales; así como con el objetivo 13: Acción por el clima, a través de la meta 13,3, que promueve la implementación de medidas para mitigar los efectos del cambio climático y fomentar prácticas sostenibles, entre ellas la educación y la sensibilización ambiental, según la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2018).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cómo desarrollar bandejas biodegradables a partir de almidón de la semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*)?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Como influye en la formulación optima la utilización de almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*), durante el proceso de obtención de bandejas biodegradables?
- ¿Cuáles serán las características físicomecánicas de las bandejas biodegradables desarrolladas a partir del almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*)?
- ¿Cuál será el tiempo de biodegradación de la bandeja desarrollada a partir del almidón de la semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*)?

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis general

- La influencia del almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*) permite el desarrollo de bandejas biodegradables.

1.3.2. Hipótesis específicas

- Las diferentes formulaciones si influyen significativamente en el desarrollo de bandejas biodegradables a partir de almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*).
- Las características físicomecánicas de las bandejas biodegradables desarrolladas a partir del almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*) cumplen con los parámetros establecidos.

- El tiempo de biodegradación de la bandeja desarrollada a partir del almidón de la semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*), se encuentra dentro de un rango adecuado para materiales biodegradables.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Desarrollar bandejas biodegradables a partir del almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*).

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar cómo influye en la formulación optima la utilización de almidón de semilla de palta Hass Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*), durante el proceso de obtención de bandejas biodegradables.
- Evaluar las características físicomecánicas de las bandejas biodegradables desarrolladas a partir del almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*).
- Determinar el tiempo de biodegradación de la bandeja desarrollada a partir del almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Fathurohman et al. (2020), elaboraron un estudio, “El efecto de la adición de semillas de aguacate en la biodegradación de bioplásticos” utilizaron almidón de semillas de palta para producir bioplásticos con quitosano como material base y sorbitol como plastificante. Se realizaron análisis funcionales de los grupos del bioplástico mediante FTIR y pruebas de biodegradación en medios de suelo, utilizando variaciones de diferentes cantidades de semillas de

aguacate: 0; 0,1; 0,3; 0,5; 0,7 y 1,4 gramos. El estudio, de tipo experimental y con un diseño empírico enfocado en la producción y análisis de bioplásticos, mostró que los bioplásticos fabricados presentaron una biodegradación del 76% en un plazo de 12 días en medios de suelo, indicando que los bioplásticos pueden ser biodegradables. En tal contexto, los resultados obtenidos evidenciaron que los bioplásticos formulados con almidón proveniente de semillas de palta, en combinación con quitosano y sorbitol, constituyen una opción sostenible ygradable que puede sustituir eficazmente a los plásticos convencionales en diversos procesos productivos.

Monguí y Quintero (2021), desarrollaron un trabajo de investigación “Generación de bioplástico a base del almidón producido por la semilla del aguacate” cuyo propósito fue elaborar bioplásticos a partir del almidón obtenido de semillas de palta. Para ello se trabajó con muestras de las variedades Fuerte, Hass y Criolla. La investigación fue experimental, utilizando el método húmedo para la extracción de almidón y el proceso de extrusión para obtener el termoplástico. Entre los instrumentos utilizados se encuentran la prueba de Lugol, la extrusión de filamentos y diversos análisis fisicoquímicos. En ese contexto, los principales resultados mostraron que el rendimiento de obtención de almidón fue del 31,76% para la variedad Hass, 24,78% para la Criolla y 26,15% para la Fuerte, y que el bioplástico obtenido presentó un índice de fluidez y biodegradabilidad adecuado para su uso potencial. Las conclusiones indican que la semilla de palta es un recurso factible para fabricar bioplásticos, ya que representa una opción económica y sostenible en comparación con los plásticos tradicionales.

Navarrete et al. (2023), llevaron a cabo una investigación “Obtención y caracterización de bioplásticos a partir de almidón acetilado de semillas de aguacate” cuyo propósito fue obtener y caracterizar bioplásticos elaborados a partir de almidón acetilado extraído de semillas de palta. La muestra de estudio incluyó semillas de palta de la variedad Hass. El diseño de la investigación fue

experimental, utilizo métodos químicos para la acetilación del almidón y la elaboración de bioplásticos mediante el método de fundición. Entre los instrumentos utilizados se encuentran la esterificación, análisis gravimétrico, espectrofotometría UV-VIS y pruebas de propiedades mecánicas y tiempo de biodegradabilidad. Los principales resultados mostraron que el almidón acetilado de semillas (palta) con sorbitol presentó mejor humedad (5%) y permeabilidad al vapor de agua (397,80 g/cm².día), mientras que el bioplástico plastificado con glicerol exhibió mejores propiedades mecánicas, con una tensión de 0,33 MPa, deformación del 25,40% y una biodegradabilidad del 54,34% en 45 días. Las conclusiones refieren que es viable utilizar residuos de semillas de palta para producir bioplásticos, y que la modificación química mejora significativamente las propiedades del material, haciéndolo adecuado para aplicaciones en empaques y otros usos industriales.

Zaldivar et al. (2023), llevaron a cabo una investigación, “Potencial uso de la cáscara y semilla de aguacate como fuente de compuestos bioactivos con propiedades funcionales para un desarrollo sustentable” el objetivo fue evaluar por primera vez las cáscaras y semillas de palta, tanto por separado como combinadas, para la preparación de películas antioxidantes aplicables en el empaquetado de alimentos. La muestra consistió en cáscaras y semillas de palta de la variedad Hass, procesadas para obtener bioplásticos. El diseño de la investigación incluyó tres estrategias de procesamiento: hidrólisis ácida, hidrólisis seguida de plastificación, y mezcla con pectina en diferentes proporciones. Se concluyó que la integración de procesos como la hidrólisis y la plastificación, junto con la adición de pectina, resulta clave para desarrollar materiales con características adecuadas para su uso alimentario, incluyendo resistencia mecánica, transparencia, capacidad para bloquear el paso de oxígeno, propiedades antioxidantes elevadas, facilidad de biodegradación en el ambiente y niveles de migración de sustancias dentro de los límites permitidos. En conclusión, determinaron que los materiales elaborados con cáscaras y semillas de palta son beneficiosos en términos de valoración de desechos industriales y tienen un gran potencial para ser utilizados como empaques

alimentarios, gracias a su capacidad antioxidante y a su compatibilidad con la sostenibilidad ambiental.

Molina (2025), desarrolló la investigación “Diseño de un bioplástico a partir de almidón de semilla de aguacate Hass con aplicación potencial en empaques agroalimentarios”, con el objetivo de diseñar y evaluar biopelículas biodegradables a base de este residuo agroindustrial. El estudio tuvo un diseño experimental con un diseño factorial, empleando casting como método de elaboración. Se evaluaron propiedades físicas (espesor, color, textura, solubilidad), estructurales (FTIR y MEB), mecánicas (flexibilidad/elasticidad) y biodegradabilidad en suelo, bajo criterios de inocuidad para contacto con alimentos. Los resultados evidenciaron que los plastificantes mejoran la flexibilidad del material, siendo el glicerol más sensible a la humedad y más efectivo en elasticidad que el sorbitol, y que el bioplástico alcanzó biodegradación $\geq 50\%$ en 25 días, manteniendo buena integridad a temperatura ambiente y sin generar residuos peligrosos. La investigación concluyó que es viable aprovechar la semilla de palta Hass como fuente sostenible de almidón para bioplásticos, aportando a la economía circular y sirviendo como base para futuros estudios de escalamiento industrial en la agroindustria global.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Machaca (2022), desarrolló una investigación “Obtención de bioplástico a partir de almidón de la semilla de palta (*Persea americana*) variedad Hass y determinación de la biodegradabilidad”, cuyo objetivo está orientada a la extracción de almidón a partir de semillas de palta de la variedad Hass, la evaluación de la influencia de la incorporación de ácido acético y glicerina sobre las propiedades mecánicas del bioplástico, así como su comportamiento frente a los procesos de biodegradación natural. La muestra consistió en semillas de palta recolectadas en 2019. El estudio de tipo experimental, utilizó métodos de decantación natural y moldeo, siguiendo las normas ASTM D882-18 e ISO 17556:2003. Los resultados mostraron un rendimiento de almidón del 14,62% con 38,67% de amilosa y 61,33% de amilopectina. La mezcla más

eficaz fue aquella que incluía 5 mL de glicerina y 7 mL de ácido acético, alcanzando una elongación de $12,89 \pm 1,79\%$ y una resistencia a la tracción de $2,82 \pm 0,01$ MPa. Además, se observó una biodegradación del 33,47% al cabo de 90 días, lo que permitió determinar que el almidón extraído es un material con potencial para ser utilizado como insumo en la producción de bioplásticos.

Matos y Diaz (2022), llevaron a cabo un estudio “Caracterización de bandejas biodegradables de almidón y fibra de semilla de (*Persea americana*) y almidón de (*Mangifera indica*)” con el propósito de determinar la formulación más adecuada de fibra y almidón procedente de semillas de palta y almidón de semilla de mango, para la elaboración de envases biodegradables que presenten mejores propiedades físico-mecánicas. La elaboración del material se efectuó mediante un proceso de termoformado a una temperatura de 200 °C durante un tiempo de 85 segundos. Para la caracterización del producto obtenido, se recurrió a técnicas analíticas como la espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), con el propósito de evaluar sus propiedades químicas, físicas y mecánicas. Los resultados revelaron que las formulaciones con mayor contenido de almidón de semilla de palta presentaron tonalidades amarillas y rojizas dentro del sistema de color CIELAB, espesores comprendidos entre $2,467 \pm 0,080$ y $3,273 \pm 0,195$ mm, densidades que variaron entre $0,200 \pm 0,033$ y $0,292 \pm 0,027$ g/cm³, y resistencia a la perforación en un rango de $19,71 \pm 11,62$ a $34,00 \pm 3,83$ N. Asimismo, se determinó que el aumento en la proporción de fibra ocasionó una disminución tanto en la capacidad de absorción de agua ($11,59 \pm 0,25\%$ a $12,20 \pm 0,03\%$) como en el contenido de humedad ($56,0725 \pm 0,2828\%$ a $114,132 \pm 0,4311\%$).

Cabrera et al. (2023), llevaron a cabo una investigación “Características de las bandejas biodegradables de almidón de papa (*Solanum phureja*) reforzadas con maíz amarillo (*Zea mays* L.) y tocón de espárrago blanco (*Asparagus officinalis*)”, el propósito fue analizar cómo la incorporación de fibra de coronta de maíz amarillo (*Zea mays* L.) y fibra de tocón de espárrago blanco (*Asparagus officinalis*) afecta las características físico-mecánicas de envases

biodegradables que contienen almidón de papa (*Solanum phureja*). Las muestras empleadas estuvieron conformadas por papa amarilla de la provincia de Chota y residuos agroindustriales obtenidos de la empresa Santa Lucía del Sur S.A. como del centro poblado de Cascajal. La investigación se desarrolló bajo un diseño completamente aleatorizado (DCA) y se aplicó la técnica de termoformado a una temperatura de 150 °C durante un periodo de 20 minutos, con una presión de 24 bar. Se evaluaron tres proporciones de almidón y fibra (95/5, 90/10 y 85/15), considerando tanto las propiedades mecánicas (como fuerza, resistencia a la fractura, tracción y elongación) como las características físicas (espesor y densidad). Los resultados mostraron que la formulación con una relación almidón/fibra de 85/15 presentó un mejor comportamiento estructural, evidenciando una expansión adecuada, una resistencia a la tracción de 0,2132 MPa y una elongación del 1,58 %. Asimismo, registró una dureza de 17,29 kg y una fracturabilidad de 2,64 mm. En conclusión las bandejas biodegradables representan una alternativa sostenible frente al uso de bandejas de poliestireno expandido, recomendando ampliar a futuras investigaciones de su vida útil y análisis químicos.

Ponce y Horna (2023), desarrollaron una investigación “Formulación y caracterización de bandejas biodegradables con almidón de *Manihota esculenta* y fibras de *Cynara scolymus*”, cuyo propósito fue elaborar y evaluar bandejas biodegradables a partir de almidón de yuca y harina de brácteas de alcachofa. El estudio fue experimental, empleando harinas tamizadas, análisis proximal y el método de termoprensado para la formación de las bandejas, además de pruebas físicas, químicas, mecánicas y de biodegradabilidad. Los resultados mostraron que un mayor contenido de harina de brácteas modificó el color, aumentó la solubilidad, capacidad de absorción de agua y humedad, pero redujo la resistencia mecánica; mientras que los análisis FTIR, DRX, MEB, TGA y DSC confirmaron estabilidad térmica y cambios estructurales en el material. En conclusión la formulación con mayor proporción de almidón y una pequeña cantidad de fibra presentó el mejor desempeño, siendo apta para empaques de alimentos sólidos.

Barrios y Huertas (2023), desarrollaron una investigación titulada “Bandejas biodegradables a partir de almidón de umarí (*Poraqueiba Serícea* T.) y tusa de maíz amarillo duro (*Zea Mays*)” con el propósito de establecer la formulación adecuada de almidón de umarí (*Poraqueiba sericea*) y tusa de maíz amarillo duro (*Zea mays*) para la elaboración de bandejas biodegradables, empleando 50 kg de umarí procedente de Loreto y 10 kg de tusa recolectados en Casma, bajo un diseño estadístico de mezclas y un proceso de termoformado a temperaturas de 135 °C a 145 °C durante 6,30 a 6,40 minutos; las propiedades se evaluaron mediante FTIR, MEB y DRX, encontrándose que el aumento en la proporción de harina de tusa redujo el espesor ($3,17 \pm 0,03$ a $2,20 \pm 0,07$ mm), la densidad ($0,414 \pm 0,090$ a $0,251 \pm 0,00$ g/cm³), el contenido de humedad ($5,68 \pm 0,17$ % a $3,85 \pm 0,03$ %) y la capacidad de absorción de agua ($39,05 \pm 1,07$ % a $21,86 \pm 0,93$ %), manteniéndose los sólidos volátiles por encima del 50 %; asimismo, en las propiedades mecánicas se evidenció una disminución en la resistencia a la tensión ($3,43 \pm 0,11$ a $2,84 \pm 0,24$ MPa), la elongación ($2,04 \pm 0,12$ % a $1,54 \pm 0,08$ %), la dureza ($90,97 \pm 11,7$ a $67,70 \pm 7,31$ N) y la fracturabilidad ($3,19 \pm 1,87$ a $1,43 \pm 0,6$ mm), mientras que el FTIR mostró una reducción en la intensidad de las bandas entre 500 y 3400 cm⁻¹, el MEB reveló estructuras con cavidades de aire pequeñas e irregulares y el DRX identificó picos en 2 θ de 16,83° y 22,69° que confirman cristalinidad parcial; en conclusión, la formulación T5 (87,5 % de almidón y 12,5 % de fibra) presentó el mejor desempeño, siendo la más adecuada para la fabricación de envases biodegradables.

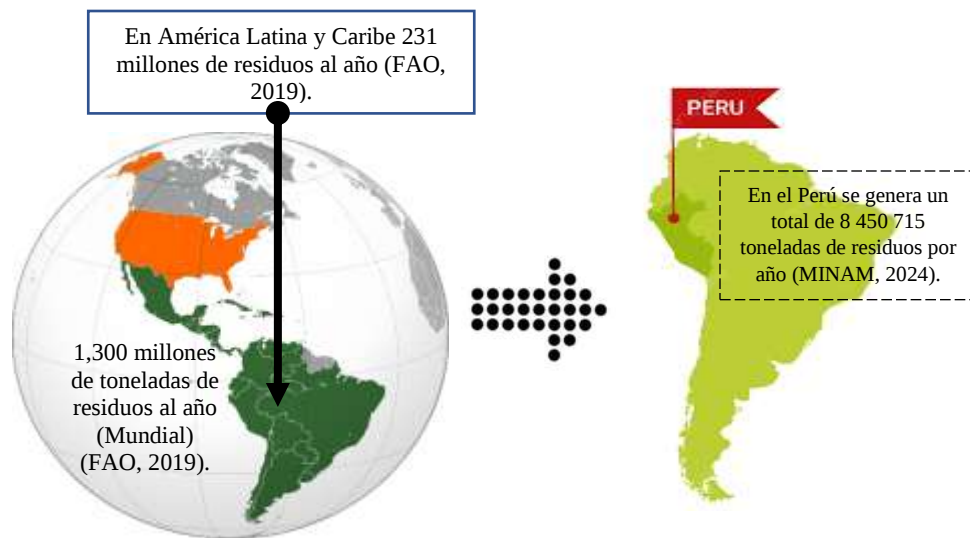
2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades

En la actualidad, los residuos se generan en diferentes etapas de los procesos productivos desde la producción, postcosecha, y procesamiento de productos agroindustriales (Romero, 2022). Estas al no ser aprovechados de manera adecuada, pueden dar lugar a problemas ambientales y generan pérdidas económicas (Galaviz et al., 2025).

Figura 1

Producción anual de residuos en el mundo, Latinoamérica y Perú



Nota. La figura muestra la generación de residuos a nivel mundial, América Latina y en el Perú.
Fuente: Adaptado de Galaviz et al. (2025).

En el Perú, la mayor producción de residuos proviene de los procesos de cosecha, transporte, almacenamiento y procesamiento de productos como maíz amarillo duro, palta, palma aceitera, caña de azúcar, etc. Estas a su vez producen diariamente residuos como cáscara, semillas, bagazo, etc. Sin embargo, estos residuos presentan alto potencial para ser aprovechados en distintos procesos de fabricación de nuevos productos, ya que contienen componentes importantes como el almidón, fibra (Corcuera & Llanos, 2022).

2.2.2. Bandejas biodegradables

Según Rivera y Vasquez (2022), están hechos de recursos biológicos renovables, como el almidón de maíz, la caña de azúcar y otros polímeros de origen vegetal. A comparación de los plásticos convencionales, que provienen de fuentes fósiles, los envases biodegradables están diseñados para ser más sostenibles y disminuir su impacto ambiental (Atiwesh et al., 2021).

a. Normas técnicas

Las propiedades físico-mecánicas de materiales poliméricos, como las bandejas de poliestireno, suelen describirse y analizarse con base en normas

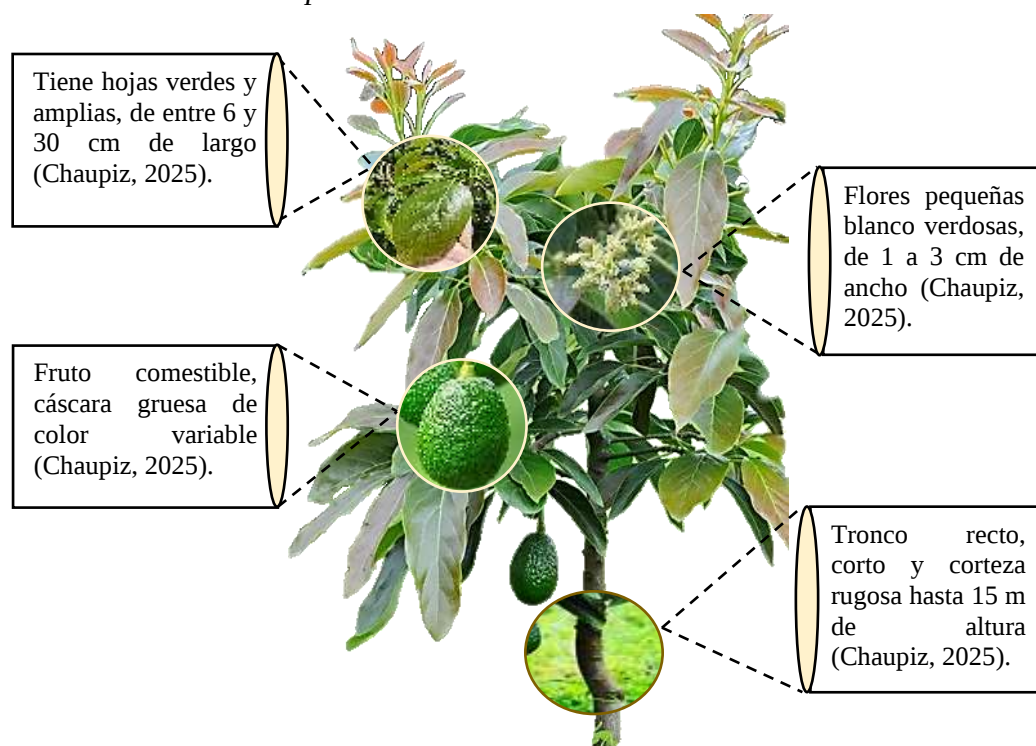
técnicas internacionales establecidas por la American Society for Testing and Materials (ASTM), organización de origen estadounidense (Córdova, 2025). Entre las principales normas empleadas se encuentra la ASTM D638, utilizada para la determinación de la resistencia a la tracción; la ASTM D790, aplicada al análisis del comportamiento a la flexión; la ASTM D792, empleada para la determinación de la densidad; y la ASTM D2240, utilizada para la medición de la dureza. Estas normas constituyen un marco de referencia técnico que permite la caracterización y comparación de las propiedades físicomecánicas de materiales poliméricos.

2.2.3. Palta Hass

Según Chaupiz (2025), indican que la palta conocida científicamente como *Persea americana*, es un fruto perteneciente a la familia *Lauraceae*. Árbol de hasta 15 metros de altura. Granda et al. (2021), la palta Hass en Perú se cultiva mayormente en las regiones costeras y en algunas zonas de la sierra. Las condiciones climáticas de la costa peruana, con temperaturas moderadas y baja humedad, son ideales para el desarrollo de este fruto. La palta Hass peruana es de un tamaño que varía entre mediano a grande, además de una cáscara arrugada que pasa del color verde al negro cuando la fruta madura, y una pulpa cremosa de color amarillo-verdoso y excelente sabor (Flores & Espinoza, 2023). El incremento en la demanda de la palta Hass ha favorecido la expansión de múltiples sectores vinculados, que abarcan desde su cultivo agrícola hasta la elaboración de productos derivados como aceites, cosméticos y suplementos nutricionales (Pichihua et al., 2023).

Figura 2

Partes de un árbol de palta Hass



Nota: En la figura detalla las partes del árbol de la palta Hass (*Persea americana*), fotografía captada el 17/06/2024 en el distrito de Monobamba, Jauja, Junín.

Fuente: Elaboración propia.

Según Llaure y Zotelo (2023), la palta es una fruta que se caracteriza por su riqueza nutricional, ya que aporta aproximadamente 15 componentes esenciales, entre ellos calorías, proteínas, carbohidratos, fibra, vitaminas A, C y E, folatos, así como minerales como el sodio, calcio, hierro, magnesio y potasio.

Tabla 1

Clasificación Taxonómica de la palta

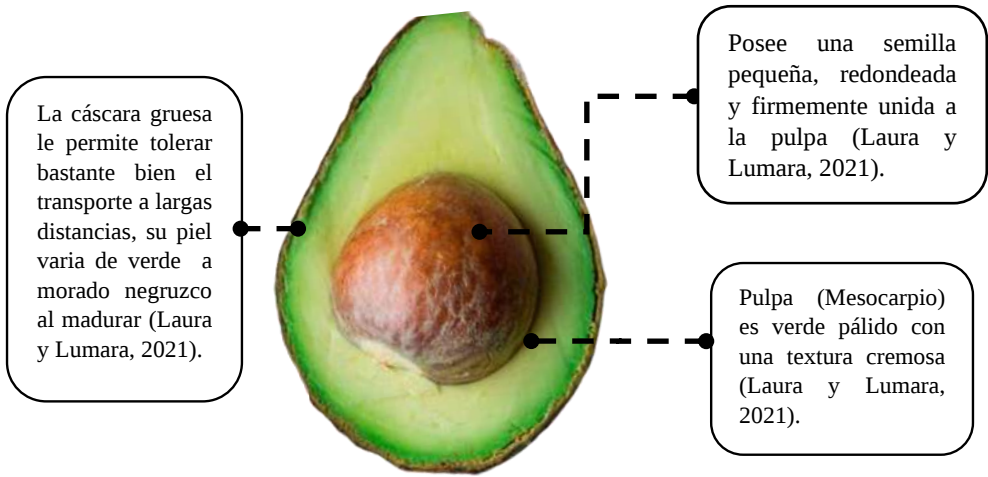
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta (Angiospermas)
Clase	Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
Orden	Laurales
Familia	Lauraceae
Género	Persea
Especie	Persea americana

Nota: La siguiente tabla muestra la clasificación taxonómica de la palta variedad Hass (*Persea americana*).

Fuente: Adaptado de Tataje (2020).

Figura 3

Partes principales del fruto de la palta Hass



Nota: La figura presenta las estructuras principales del fruto de la palta, cuya imagen fue registrada el 17 de junio de 2024 en el distrito de Monobamba, provincia de Jauja, región Junín.

Fuente: Elaboración propia.

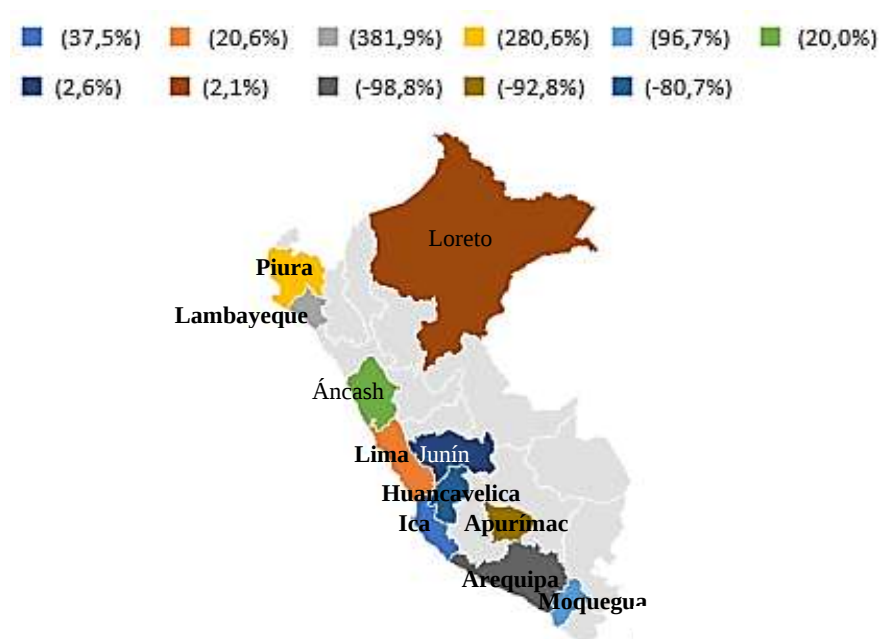
a. Producción de palta en Perú

De acuerdo con Suarez (2023), el Perú se ubica actualmente como uno de los mayores productores y exportadores de palta a nivel mundial, ocupando la segunda posición después de México. La producción de palta en setiembre de 2024, alcanzó 31 mil 734 toneladas, siendo Junín uno de las regiones que contribuyendo con 2,6% (INEI, 2024). La palta se ha

convertido en un sustento fundamental para los agricultores de pequeña escala, que abarcan aproximadamente el 80 % del total de productores y trabajan en terrenos que no superan una hectárea (Piscoche, 2023).

Figura 4

Producción de palta por departamento



Nota: La producción nacional de palta en el Perú, especialmente en la región el Junín.
Fuente: Adaptado de INEI (2024).

b. Semilla de palta Hass

La semilla de la palta, es la parte central de la fruta. Es de color marrón oscuro y tiene una forma ovalada, y representa del 15-16% del peso del fruto (Laura & Lumara, 2021). La semilla es considerada un residuo agroindustrial, generalmente se descarta sin brindarle una aplicación, sin embargo, contiene compuestos antioxidantes, fibras y contiene almidón (Zaldivar et al., 2023).

2.2.4. Almidón

De acuerdo a León et al. (2020), el almidón es un polisacárido constituido por unidades de glucosa, que actúa como una forma de almacenamiento de energía en los tejidos vegetales. Esta composición molecular le otorga propiedades

específicas que son aprovechadas en diversas aplicaciones en industrias alimentarias como espesante, estabilizador y agente gelificante (Delgado, 2024). En términos biológicos, el almidón se encuentra principalmente en raíces, tubérculos, semillas y frutos de plantas como el maíz, la papa, el arroz y el trigo (Šárka et al., 2023). La investigación en el campo del almidón también ha explorado su potencial en el desarrollo de materiales biodegradables. Esto se debe a su capacidad para formar películas y su relativa abundancia y bajo costo (Mostafa et al., 2020).

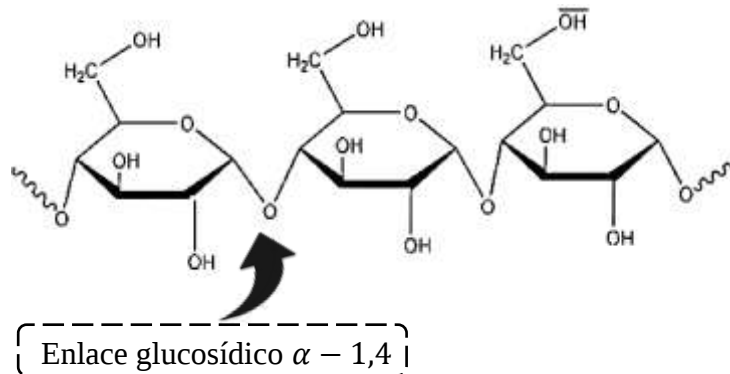
a. Estructura del almidón

Químicamente, está formado por dos moléculas principales: amilosa y amilopectina. La amilosa constituye el 20-30% de los almidones y la amilopectina el 70-80% (Stylianopoulou, 2023).

- **Amilosa.** Se trata de una macromolécula formada por unidades de α -D-glucopiranososa, unidas en largas cadenas de entre 300 y 3000 monómeros de glucosa mediante enlaces α -(1 $\rightarrow$ 4), presentando una estructura lineal o con escasas ramificaciones a través de uniones α -(1 $\rightarrow$ 6). La disposición de la cadena adquiere una conformación helicoidal con seis residuos por cada vuelta, y constituye entre el 25 y 30 % del almidón total (Puri et al., 2025).

Figura 5

Estructuras químicas de la amilosa



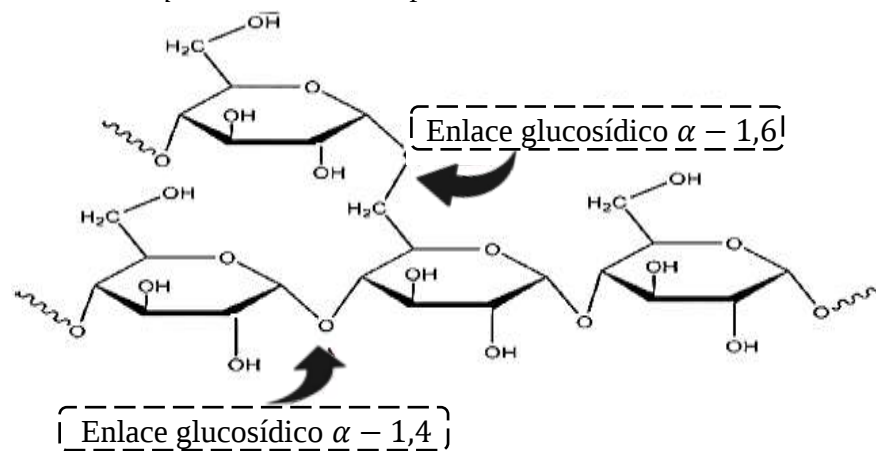
Nota: La figura muestra la estructura fundamental de la amilosa, uno de los principales componentes del almidón,

Fuente: Adaptado de Puri et al. (2025).

- **Amilopectina.** Como afirman Puri et al. (2025), los enlaces glucosídicos α -1,6 y α -1,4 componen la amilopectina. Como se muestra en la Figura 6, estos enlaces glucosídicos α -1,6 se forman con otras moléculas de glucosa, lo que hace que su estructura sea más ramificada que la de la amilosa. El peso molecular promedio de la molécula es de 107 a 108 g/mol.

Figura 6

Estructura química de la amilopectina



Nota: En la siguiente figura se detalla la estructura química de la amilopectina.
Fuente: Adaptado de Puri et al. (2025).

Tabla 2

Diferencias de amilosa y amilopectina en diversos productos

Almidones	Amilosa (%)	Amilopectina (%)	Fuente
Papa	20	80	Aguilar (2016)
Yuca	16 - 20	79 - 83	Guevara (2016)
Camote	19,6	80,4	Contreras et al. (2018)
Plátano	27,0	ND	Contreras et al. (2018)
Maíz	28,3	71,7	Contreras et al. (2018)
Makal	23,6	76,4	Contreras et al. (2018)
Semilla de palta	38, 67	61,33	Machaca (2022)

Nota: En la tabla se detalla las diferencias en los porcentajes de amilosa y amilopectina en diversos productos.

b. Almidón de semilla de palta

La semilla de palta posee una cantidad significativa de almidón, caracterizado por sus notables propiedades espesantes, elevada pureza y la capacidad de generar pastas con alta viscosidad (Flores, 2023). Este almidón se distingue por un contenido significativo de amilosa y amilopectina, lo que se refleja en la morfología de sus gránulos, los cuales pueden presentar formas triangulares o circulares con dimensiones que oscilan entre 6 y 32 μm . Estos gránulos producen geles que parecen opacos y tienen cierta sinéresis (De Dios et al., 2022).

Tabla 3

Composición del almidón de semilla de palta

Componentes de almidón de semillas de palta	Porcentaje (%)	Fuente
Amilosa	38, 67	Machaca (2022)
Amilopectina	61,33	Machaca (2022)
Agua	1,087	Barraza y Siche (2021)
Ceniza	1,013	Matos y Díaz (2022)
Grasa	1,860	Espinoza y Oscco (2021)
Proteína	10,440	Mostafa et al. (2020)

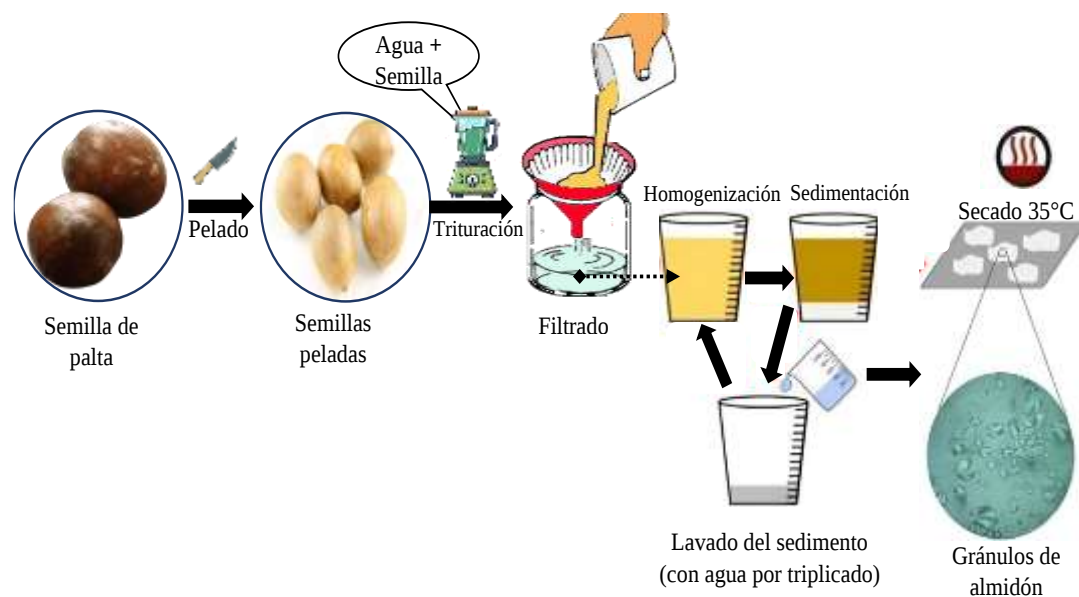
Nota: En la tabla se detalla los compontes más comunes y principales del almidón de semilla de palta (*Persea americana*).

2.2.5. Proceso de obtención del almidón de semilla de palta Hass

Para la extracción del almidón de semilla de palta Hass se usó el método húmedo. El método húmedo consiste en extraer el almidón de materias primas vegetales usando agua, separándolo por filtración o decantación y posterior secado (Barrios y Huertas, 2023).

Figura 7

Método húmedo para la obtención del almidón



Nota: Proceso de obtención del almidón de semilla de palta Hass.

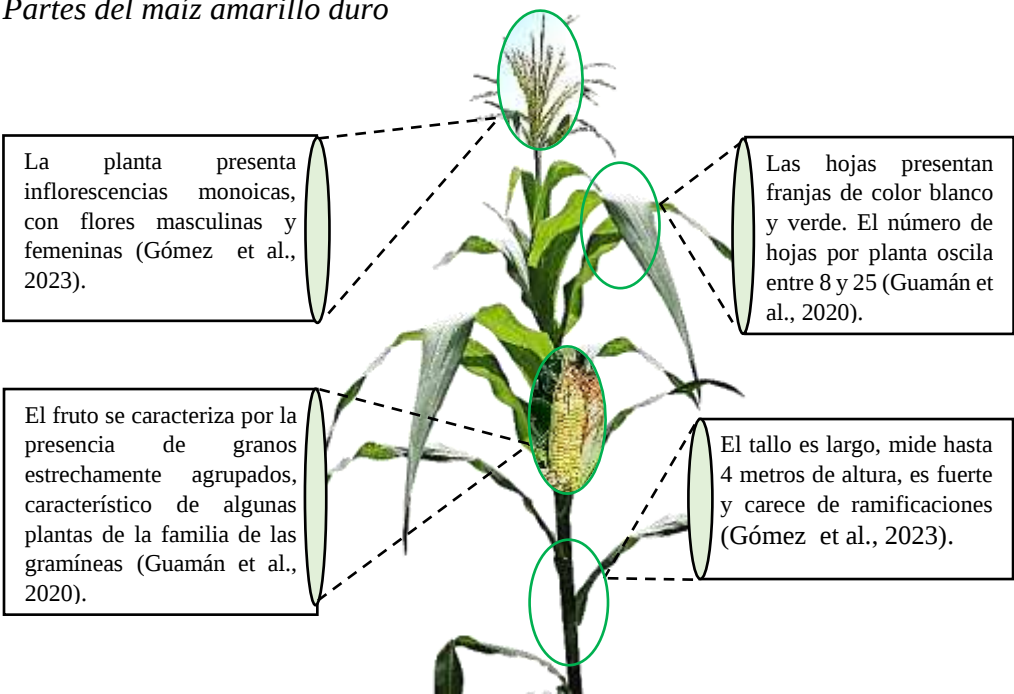
Fuente: Elaboración propia.

2.2.6. Maíz amarillo duro

El maíz amarillo duro es una variedad de maíz caracterizada por tener granos de textura más dura y de color amarillo intenso a comparación de otras variedades (Gómez et al., 2023). Se utiliza principalmente como materia prima en la fabricación de alimentos balanceados, especialmente para ganados y aves. Asimismo, sirve como insumo en distintos procesos industriales donde se requiere derivados de maíz, como harinas o sémolas (Giler, 2025).

Figura 8

Partes del maíz amarillo duro



Nota: En la figura detalla las partes del maíz amarillo duro (*Zea mays*), fotografía captada el 17/06/2024 en el distrito de Monobamba, Jauja, Junín.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

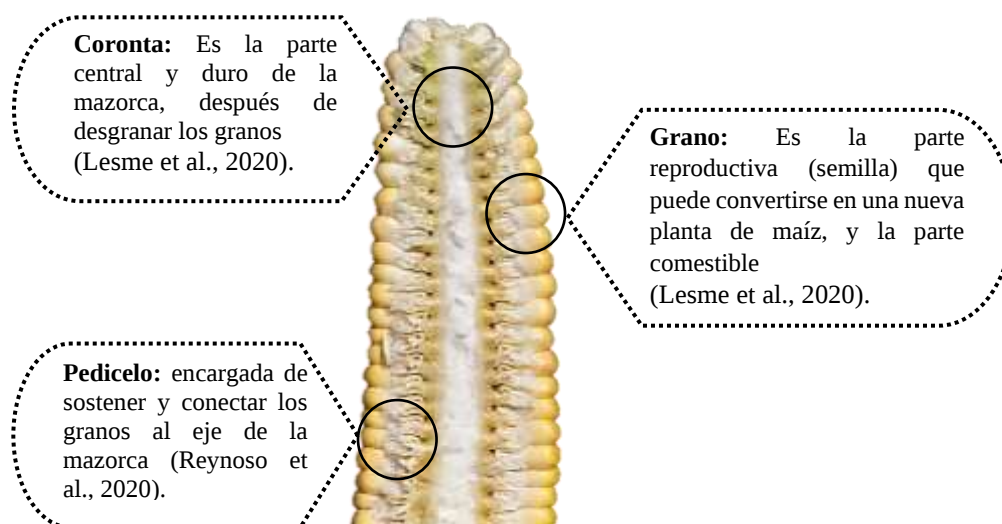
Taxonomía del maíz amarillo duro

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta (Angiospermas)
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	Zea
Especie	Zea mays

Nota: En la tabla se demuestra la taxonomía del maíz amarillo duro (*Zea mays*).
Fuente: Adaptado de Campos (2019).

Figura 9

Partes principales de la mazorca del maíz amarillo duro



Nota: La figura ilustra las partes más representativas de la mazorca de maíz. La fotografía fue tomada el 29 de junio de 2024 en el distrito de Monobamba, provincia de Jauja, departamento de Junín.

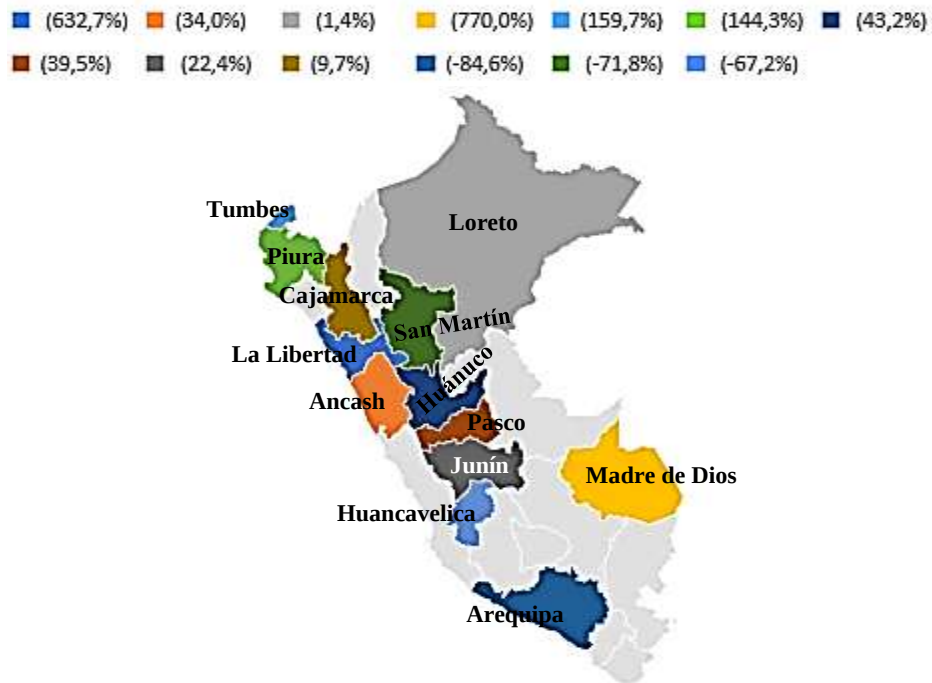
Fuente: Elaboración propia

a. Producción nacional de maíz amarillo duro

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en septiembre de 2024 la producción de maíz amarillo duro alcanzó las 119 677 toneladas a nivel nacional. En la región Junín, esta actividad presentó una variación del 22,4 %, lo que evidencia la importancia de dicho cultivo en la dinámica agrícola regional (INEI, 2024).

Figura 10

Producción del maíz amarillo duro por departamentos



Nota: Producción de maíz amarillo duro en el Perú.

Fuente: Adaptado de INEI (2024).

b. Coronta de maíz amarillo duro

Se trata de un subproducto generado durante el proceso de desgranado de la mazorca de maíz, caracterizado por su textura esponjosa y color blanquecino. Por cada tonelada de maíz cosechada, se producen aproximadamente 1,665 toneladas de residuos, de los cuales el 0,186 corresponde a tusas o corontas (Barrios & Huertas, 2023).

La coronta es una fibra constituida por carbohidratos, y su componente principal es la celulosa. Se usa para fines domésticos, artesanales y como alimento para animales. El alimento contiene un 33% de fibra en fresco, siendo el 90% celulosa (Aguayo, 2025).

2.2.7. Fibra

Las fibras obtenidas de origen vegetal o animal, se conocen como fibras naturales y son proteínas que resisten una variedad de ácidos orgánicos (Naranjo, 2025). Fibras de origen vegetal, las cuales son más amigables con

el medio ambiente, se utilizan para la creación de cuerdas, tejidos, envases biodegradables, entre otros artículos (Obando et al., 2022).

a. Estructura de la fibra vegetal

Las fibras de origen vegetal se componen mayoritariamente de celulosa, hemicelulosa, lignina y pectina. A continuación, se describirán en detalle cada uno de estos componentes:

- **La celulosa:** este polímero natural y biodegradable se distingue por su afinidad por el agua, siendo también el principal factor que contribuye a las propiedades mecánicas, ya que proporciona resistencia y rigidez a las fibras de origen natural (Liu et al., 2021).
- **La hemicelulosa:** este compuesto corresponde a un polisacárido con marcada afinidad por el agua, el cual suele estar asociado a la celulosa al formar parte de la matriz de su respectiva capa. Asimismo, cumple un papel esencial en los procesos de degradación, absorción a nivel microscópico y descomposición térmica (Hu et al., 2020).
- **La lignina:** este polímero, de naturaleza hidrofóbica y estructura amorfa, proporciona rigidez a la planta. Funciona como un adhesivo entre las fibras y está estrechamente relacionado con el ángulo de las microfibrillas (Maceda et al., 2021).
- **La pectina:** este componente es clave para la flexibilidad de las plantas. La degradación de la pectina disminuye la rigidez de las fibras, lo que está directamente relacionado con la densidad y el ángulo de las microfibrillas (Barbosa et al., 2022).

b. Fibra de coronta de maíz amarillo duro

Proviene del núcleo interno de la mazorca de maíz; una vez separado, se somete a un proceso de trituración utilizando un molino de cuchillas para su posterior aprovechamiento (Ratna et al., 2022). Fibra de coronta de maíz amarillo duro se caracteriza por su contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina y puede ser utilizada en alimentación animal, biocombustible y envases biodegradables (Naranjo, 2025).

Tabla 5*Composición estructural de coronta de maíz amarillo duro (g/100g)*

Composiciones estructurales (%)	Celulosa	Hemicelulos a	Lignina	Fuente
Coronta de maíz amarillo duro	45,6	36,9	15,1	Brar et al. (2016)
	40,9 ± 0,38	38,94 ± 1,72	16,54 ± 0,38	Echevarria & Bazan (2017)

Nota: En la tabla se detalla los compontes más comunes y principales de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*).

2.2.8. Proceso de obtención de fibra de coronta de maíz amarillo duro

Se usó el método mecánico, el cual consiste en separar las fibras de materiales vegetales mediante fuerzas físicas como corte o fricción sin utilizar sustancias químicas, utilizando equipos mecánicos para separar los tejidos no fibrosos y obtener la fibra de manera directa (Eleutério et al., 2025).

Figura 11*Proceso de obtención de la fibra*

Nota: Proceso de obtención de la fibra de coronta de maíz amarillo duro.

Fuente: Elaboración propia

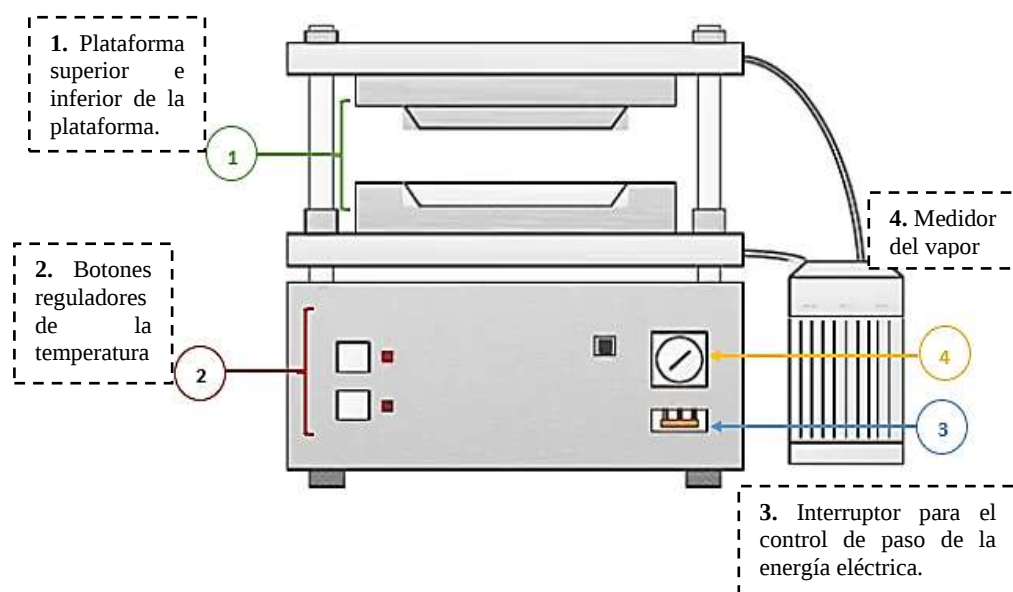
2.2.9. Termoprensa para la fabricación de bandejas biodegradables

El termoformado consiste en calentar una máquina llamada termoprensa a una temperatura mayor que el punto de ebullición del agua en ambas placas. Estas

placas funcionan como moldes, sobre cuya superficie se aplica previamente un agente desmoldante para facilitar la extracción del material formado (Díaz et al., 2023). Luego, se vierte la masa en la placa inferior y con la prensa hidráulica, se cierran las dos placas y se hornea (Medina & Toapanta, 2025). En este proceso, el agua se evapora creando burbujas que se expanden hasta llenar el molde (Robin, 2025). Las temperaturas que se suelen emplear oscilan entre 130 a 180 °C y el tiempo de proceso entre 10 minutos a más.

Figura 12

Partes de la termoprensa



Nota: Máquina termoprensa para bandejas biodegradables. Adaptado de Miranda (2023).

Fuente: Elaboración propia

2.2.10. Tiempo de biodegradación de la bandeja biodegradable

Estudios como las de Vásquez (2026), han demostrado que estas bandejas se biodegradan más rápidamente que los envases plásticos tradicionales. En condiciones óptimas de humedad y temperatura, las bandejas biodegradables elaboradas con almidón y fibra pueden biodegradarse por completo en un lapso de pocos meses (Aguirre et al., 2023). Esta alta biodegradabilidad se debe a la estructura del almidón y a los enlaces que fácilmente pueden ser biodegradados por microorganismos en el medio ambiente (Vega, 2022).

a. Normatividad

Según la normativa peruana vigente (DS: N° 025-2021), se establece los requerimientos de control para el plástico biodegradable. La biodegradabilidad (según lo establecido en la NTP 900,080:2015) debe evaluarse bajo condiciones aeróbicas o anaeróbicas:

- **La biodegradabilidad aeróbica última o final**
De acuerdo al Ministerio de la Producción, se debe evaluar en condiciones aeróbicas durante un período que no exceda los 180 días. Cada componente fundamental de una bolsa plástica debe presentar una biodegradabilidad superior al 90 %, o al menos alcanzar el 90 % del nivel máximo de degradación (PRODUCE, 2021).
- **Biodegradabilidad anaeróbica última o final**
El tiempo máximo para la ejecución de los métodos de ensayo no debe ser mayor a sesenta (60) días calendario, de acuerdo con la NTP 900,080. Para verificar los requisitos especificados en el numeral 5.1 de este RT, se aplica lo indicado en el numeral 5,3 de la sección 5 de la NTP 900,080 (PRODUCE, 2021).

2.3. Definiciones conceptuales

- a. Bioplástico:** Es un tipo de plástico procedente de fuentes biológicas renovables, como el almidón de maíz, la caña de azúcar y la celulosa, que se caracteriza por ser más sostenible y tener un menor impacto ambiental en comparación con los plásticos tradicionales (Oliveir et al., 2020).
- b. Biodegradabilidad:** Es la capacidad de un material de degradarse en elementos naturales por acción de microorganismos, un atributo clave de los bioplásticos hechos a partir de almidón (Rodríguez, 2023).
- c. Compostaje:** Se trata de un proceso biológico mediante el cual los microorganismos degradan la materia orgánica bajo condiciones controladas, generando compost como fertilizante natural y favoreciendo la biodegradación de los bioplásticos (Tigrero et al., 2026).

- d. Envases biodegradables:** Contenedores fabricados a partir de materiales que se descomponen rápidamente. Pueden tener distintas formas: platos, frascos, bandejas etc. (Chuzon, 2024).
- e. Bandejas biodegradables:** Es un tipo específico de envase o recipiente de forma plana, diseñado para contener, transportar alimentos o productos. Elaborados con materiales de origen natural que pueden descomponerse mediante la acción de microorganismos (Cabrera et al., 2023).
- f. Biodegradación aeróbica:** Consiste en la degradación de materiales orgánicos en presencia de oxígeno, dando lugar principalmente a dióxido de carbono y agua, y se caracteriza por ser un proceso más rápido y de fácil control (Folayan et al., 2023).
- g. Biodegradación anaeróbica:** Se desarrolla en ausencia de oxígeno y produce como resultado biogás, compuesto principalmente por metano y dióxido de carbono (Folayan et al., 2023).
- h. Residuos agroindustriales:** Los residuos agroindustriales son definidos como subproductos generados a partir del consumo directo de productos primarios o de su industrialización

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo

El tipo de investigación adoptado en este estudio es aplicado, dado que ayuda a resolver un problema específico a través de soluciones prácticas (Castro et al., 2023). En este caso, la obtención de bandejas biodegradables elaboradas a partir de residuos provenientes de semillas de palta Hass y corontas de maíz duro.

3.1.2. Nivel

La presente investigación corresponde a un nivel explicativo, debido a que busca determinar cómo influye la utilización del almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*) (causa) en la formulación óptima de bandejas biodegradables (efecto) (Ramos, 2020).

5.1.3. Método de investigación

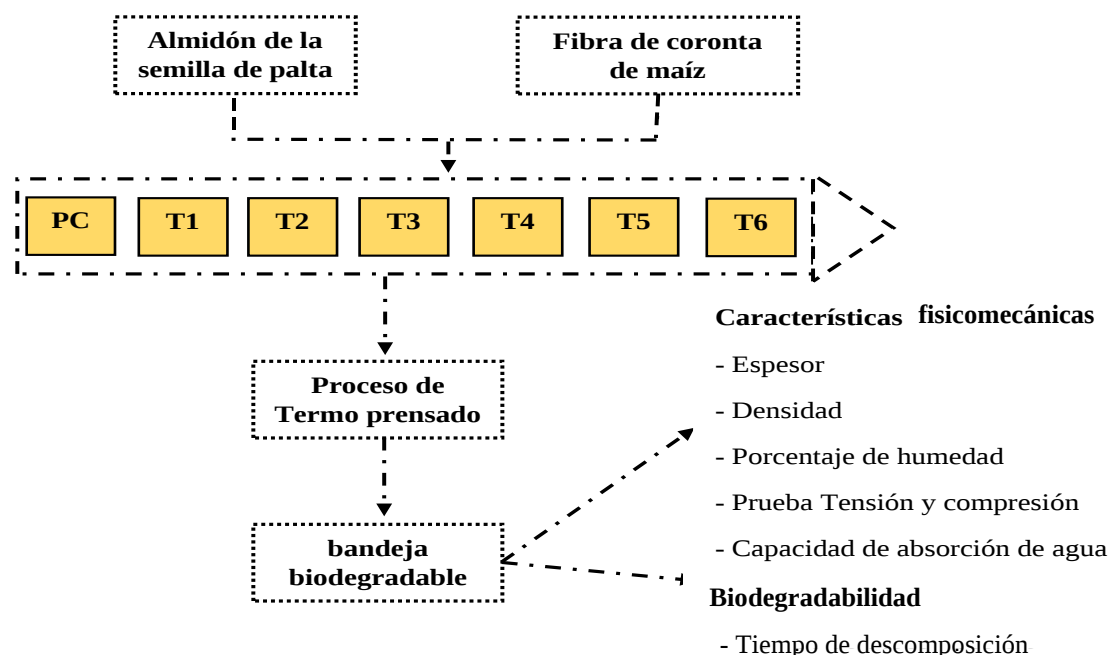
El método de investigación es hipotético-deductivo, porque está orientada en una investigación experimental, basado en la hipótesis realizada de los datos prácticos y se utiliza la deducción para comprobar las hipótesis planteadas de acuerdo a los resultados obtenidos (Rodríguez & Pérez, 2017).

3.2. Diseño de investigación

El diseño metodológico empleado corresponde a un diseño experimental, seleccionado por su capacidad para controlar y manipular de manera precisa las variables independientes (fibra de semilla de la palta Hass y almidón de coronta de maíz amarillo duro) para observar su efecto directo sobre las variables dependientes (bandejas biodegradables) (Ramos, 2020). El diseño estadístico empleado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA), con seis tratamientos (incluido el control) y tres repeticiones por tratamiento, donde cada bandeja biodegradable constituyó la unidad experimental.

Figura 13

Diseño experimental para la obtención de las bandejas biodegradables



Nota: La figura presenta el diagrama experimental del proyecto, en el cual se muestran los tratamientos establecidos para la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Variables

3.3.1. Variable independiente

- Concentraciones de almidón de semilla de palta Hass
- Concentraciones de fibra de coronta de maíz amarillo duro

3.3.2. Variable dependiente

- Características fisicomecánicas
- Biodegradabilidad

3.4. Operacionalización de las variables

Tabla 6

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento	Escala de medición
Variable independiente							
Concentraciones de almidón de semilla de palta Hass	Polisacárido natural extraído de la semilla de la palta, compuesto principalmente por amilosa y amilopectina (Laura & Lumara, 2021).	Para la obtención del almidón de semilla de palta Hass, se empleó el método	Cantidad de almidón de semilla de palta Hass	% de almidón de semilla de palta Hass	Método analítico	Balanza analítica	g, %
		húmedo, mediante operaciones de pelado, molienda, filtración, decantación, lavado y secado.	Cantidad de agua en el almidón de semilla de palta Hass	% de humedad	Análisis de humedad	Analizador de humedad	%
			Tamaño de las partículas de almidón de semilla de palta Hass	Granulometría de almidón	Análisis de Tamizado	Tamizador	um
Concentraciones de fibra de coronta de maíz amarillo duro	Material lignocelulósico obtenido de la coronta de maíz, rico en celulosa, hemicelulosa y lignina (Echevarria & Bazan, 2017).	Para la obtención de la fibra de coronta de maíz amarillo duro, se empleó el método	Cantidad de fibra de maíz amarillo duro	% de fibra de maíz amarillo duro	Método analítico	Balanza analítica	g/%
		mecánico, el cual comprendió las etapas de secado, molienda	Cantidad de agua en la fibra de maíz amarillo duro	% de humedad	Análisis de humedad	Analizador de humedad	%
			Tamaño de las partículas de la fibra	Granulometría de la fibra	Análisis de Tamizado	Tamizador	um

mecánica y fibra de maíz
tamizado. amarillo duro

Variable dependiente							
Características fisicomecánicas	Son las propiedades físicas y mecánicas de la bandeja y biodegradable, como un material que permite evaluar su resistencia, estabilidad y funcionalidad, mediante ensayos e instrumentos especializados (Zuñiga, 2024).	Son los atributos de calidad física y mecánica de la bandeja biodegradable, tales como espesor, densidad, humedad, capacidad de absorción de agua y prueba de tensión y compresión, que permiten evaluar su desempeño y funcionalidad.	Espesor	Longitud	Observación	Vernier	mm
			Densidad	Masa /Volumen	Método analítico	Balanza de precisión y vernier	g/cm3
			Humedad	Masa de agua	Observación	Analizador de humedad digital	%
			Capacidad de absorción de agua	Masa de agua absorbida	Observación	Balanza de precisión	(g/g)
			Prueba de tensión y compresión	Resistencia a la tensión y resistencia a la compresión	Ensayo de tracción y compresión	Analizador de textura TA. HD Plus	kg, Mpa, %, kg, mm
Biodegradabilidad	Capacidad de un material para degradarse naturalmente mediante la acción de microorganismos Vega (2022).	Capacidad de biodegradación de la bandeja evaluada mediante la pérdida de masa durante el compostaje.	Tiempo	Días transcurridos	Observación	Cronómetro	s/min
			Peso	Pérdida de peso	Observación	Balanza de precisión	g

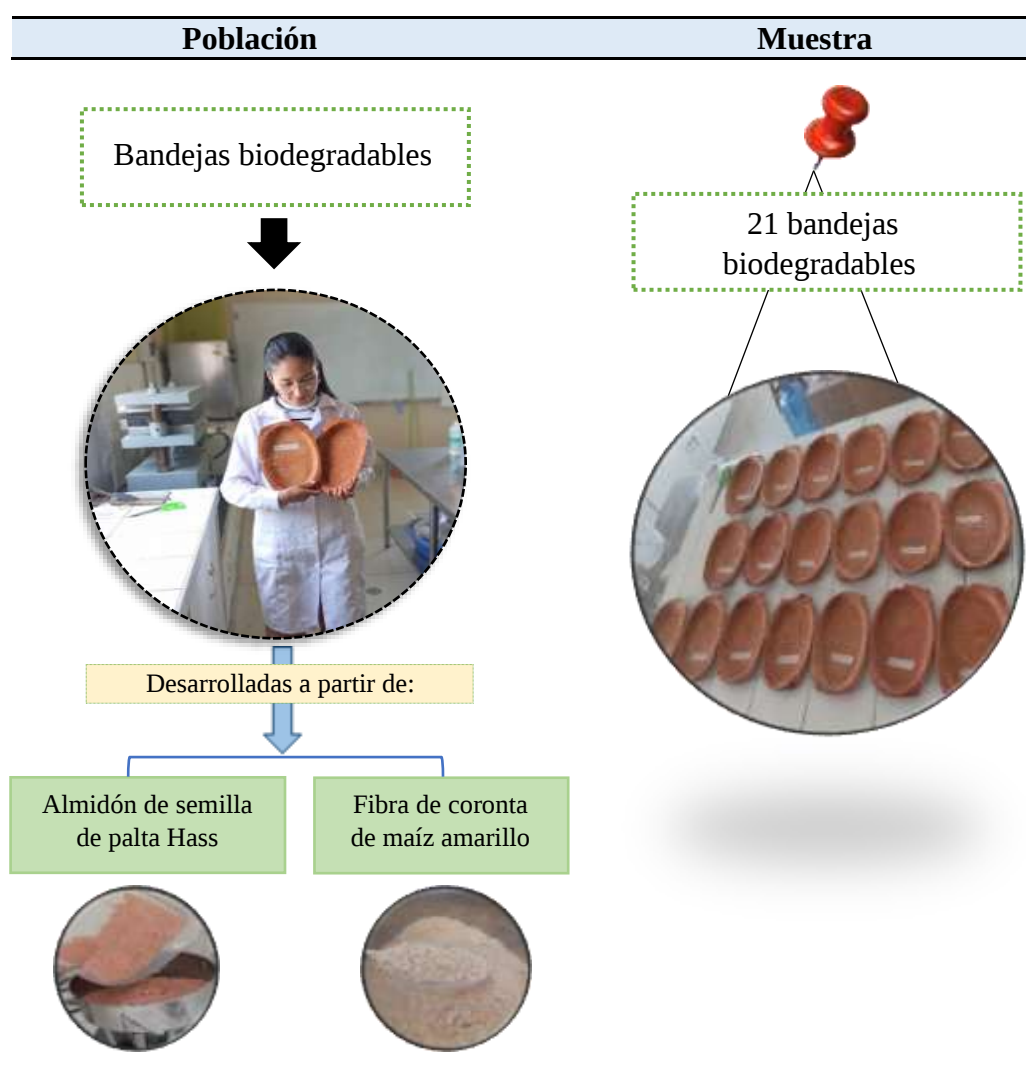
3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1. Población: La población considerada en la presente investigación estuvo conformada por bandejas biodegradables.

3.5.2. Muestra: La muestra estuvo constituida por 21 bandejas biodegradables, correspondientes a seis tratamientos y un tratamiento control, cada uno con tres repeticiones.

Figura 14

Determinación de la población y muestra



Nota: La figura presenta la población, la muestra y el tipo de muestreo considerados en el estudio.
Fuente: Elaboración propia.

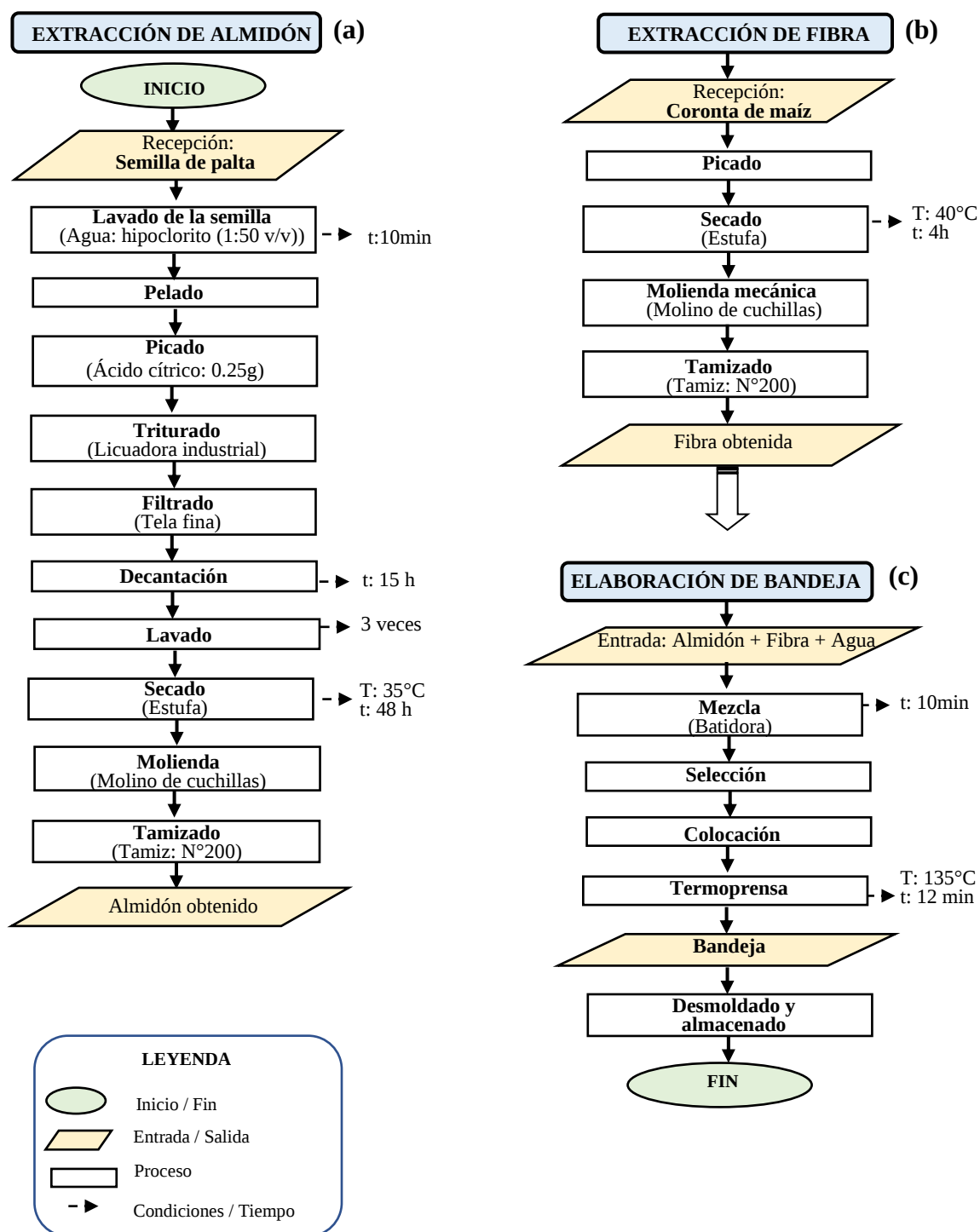
3.6. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

Para la investigación se emplearon 10 kg de semillas de palta Hass, exactamente del Fundo Astillero. En cuanto a la coronta de maíz fueron 7 kg, los cuales fueron obtenidos del anexo Huayanay, ambos ubicados en el distrito de Monobamba. En el caso de la palta, los frutos seleccionados fueron en estado verde.

Por otro lado, la coronta de maíz amarillo duro fue seleccionado considerando aspectos como daños visibles (hongos e insectos). Aquellos que no cumplan con los criterios establecidos se descartaron.

Figura 15

Diagrama de flujo del proceso de obtención de la bandeja biodegradable



Nota: Proceso para el desarrollo de (a) almidón de semilla de palta Hass, (b) fibra de coronta de maíz amarillo duro y (c) bandejas biodegradables.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.1. Determinar cómo influye en la formulación optima la utilización de almidón de semilla de palta Hass y fibra de coronta de maíz amarillo duro, durante el proceso de obtención de bandejas biodegradables

Etapa 1: Obtención de almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*)

En este proceso de obtención de almidón se empleó el método húmedo bajo la metodología sugerida por Barrios y Huertas (2023).

- **Lavado:** El lavado de las semillas de palta se llevó a cabo para eliminar los restos de pulpa que permanecían adheridos a su superficie. Con el fin de disminuir la carga microbiana, las semillas se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio diluida 1:50 en agua durante 10 minutos.
- **Pelado:** Se retiró la cáscara de la semilla de palta utilizando un cuchillo, con el propósito de facilitar la extracción del almidón.
- **Picado:** La materia prima se troceó en pequeños cubos con el objetivo de facilitar su posterior molienda.
- **Triturado:** La semilla triturada se combinó con agua en una relación 1:1, agregando 0,25 g de ácido cítrico por litro para evitar la reacción de pardeamiento. A continuación, la mezcla se procesó en una licuadora industrial de la marca Metal Mecánica Agroindustria a 500 rpm durante 3 minutos, y posteriormente se filtró utilizando una tela de malla fina.
- **Filtrado:** El propósito de este procedimiento es extraer el almidón en forma de suspensión acuosa, denominada comúnmente “lechada de almidón”.
- **Decantación:** La mezcla se dejó reposar durante 15 horas con el fin de favorecer la sedimentación del almidón en el fondo y la separación del líquido.
- **Lavado:** En este paso se retiró el líquido sobrenadante del primer decantado y se lavó el material sedimentado con agua destilada, repitiendo el proceso tres veces. Esta operación resulta fundamental para obtener un almidón de mayor blancura, al eliminar impurezas como restos de fibra.

- **Secado:** A continuación, se retiró el sobrenadante del decantado, y el material sedimentado se colocó en bandejas de plástico para su secado en una estufa con circulación de aire forzado, marca Memmert (Alemania), a 35 °C durante 48 horas.
- **Molienda:** El almidón obtenido se sometió a molienda en un molino de cuchillas, marca GRT modelo 500A(k), con el objetivo de reducir el tamaño de sus partículas.
- **Tamizado:** Se tamizó con un tamiz N°200 (serie TYLER) de abertura de malla 75 µm.
- **Almacenamiento:** Finalmente, se almacenó en bolsas de polietileno para mantenerlo en condiciones secas y libres de contaminación.

Etapas 2: Obtención de fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*)

En este proceso de obtención de fibra se empleó el método mecánico bajo la metodología sugerida por Eleutério et al. (2025).

- **Picado:** La materia prima fue picada en pequeños cubos para facilitar la molienda.
- **Secado:** Se colocó en bandejas de plástico y se secó en una estufa con circulación de aire forzado marca Memmert (Alemania) durante 4 h a 40°C.
- **Molienda mecánica:** Las corontas de maíz amarillo duro fueron molidas empleando un molino modelo GRT-20B, con el fin de disminuir el tamaño de las partículas y facilitar la obtención de fibra. Este equipo permitió una pulverización eficaz, logrando una molienda uniforme que favorezca el tratamiento y análisis del material en las siguientes etapas del estudio.
- **Tamizado:** Luego, se tamizó con un tamiz N°200 (serie TYLER) de abertura de malla 75 µm.
- **Almacenamiento:** Por último, fue almacenada en bolsas de polietileno, las cuales actúan como barrera frente a la humedad y agentes contaminantes.

Etapa 3: Formulación y desarrollo de bandejas biodegradables

En este proceso de obtención de bandeja biodegradable se empleó la termopresión bajo la metodología sugerida por Barrios y Huertas (2023), siguiendo el planteamiento de las formulaciones detalladas en la Tabla 7.

Tabla 7

Formulaciones

Tratamientos	Almidón de palta Hass%	Fibra de coronta de maíz amarillo duro %
PC	100	0
T-1	95	5
T-2	90	10
T-3	85	15
T-4	80	20
T-5	75	25
T-6	70	30

Nota: PC corresponde a la prueba control y T: representa a tratamientos.

Fuente: Elaboración propia.

- **Recepción:** Se empleó almidón de semilla de palta Hass junto con fibra de coronta de maíz amarillo duro, ambos presentando textura y color uniforme.
- **Mezcla:** Se mezclaron los componentes de acuerdo las proporciones establecidas en la formulación de este proyecto. Luego se usó una batidora manual, marca (Bosch) durante 10 min, para que sea una mezcla homogénea.
- **Colocación:** La porción seleccionada fue colocada en la parte central del molde de teflón (27cm x 20cm, 3,0mm de espesor), que contiene el equipo de termo prensado (RELES, Lima, Perú).
- **Termoprensado:** La máquina realizó el trabajo de moldeo por compresión a 135°C durante 12 min y 60 bar.
- **Obtención de la bandeja:** Se obtuvo el producto final (bandeja biodegradable).

- **Desmoldado:** Se desmoldo la bandeja en caliente, para luego, esperar que adquiriera temperatura ambiente.
- **Almacenamiento:** Fue almacenado a temperatura ambiente, para su posterior caracterización.

3.6.2. Determinación de las características físicomecánicas de las bandejas biodegradables

a. Espesor

- **Método:** Medición (según norma ASTM D645)
- **Técnica:** Observación
- **Instrumento:** Calibrador vernier digital
- **Procedimiento:**

Se utilizo el método propuesto por Kahvand y Fasihi (2020), con algunas modificaciones. El grosor de las bandejas se midió utilizando un calibrador Vernier, y se registró el valor promedio de todas las mediciones realizadas para cada formulación.

Figura 16

Calibrador vernier digital



Nota: Calibrador Vernier digital empleado para la medición del espesor de las muestras.

b. Densidad

- **Método:** Gravimétrico
- **Técnica:** Analítica
- **Instrumento:** Balanza de precisión y calibrador vernier digital
- **Procedimiento:**

Siguiendo la metodología propuesta por Acevedo (2025), se determinó a partir de la masa (g) de cada producto obtenido y el volumen (cm³) de cada bandeja, utilizando como referencia tiras rectangulares de 100 mm x 20 mm (g/cm³).

Figura 17

Balanza de precisión



Nota: Balanza de precisión empleada en la determinación de la densidad de las muestras.

Fuente: Elaboración propia.

c. Humedad

- **Método:** Gravimétrico
- **Técnica:** Observación
- **Instrumento:** Analizador de humedad digital
- **Procedimiento:**

De acuerdo con la metodología propuesta por Cruz (2021), se tomó 1 g de cada bandeja (muestra) y se colocó en un analizador de humedad con lámpara halógena modelo MX-50, con el fin de determinar el contenido de humedad de las muestras.

Figura 18

Analizador de humedad



Nota: Se empleó un analizador de humedad para determinar el contenido de humedad de las muestras.

Fuente: Elaboración propia.

d. Capacidad de absorción de agua

- **Método:** Cobb, de acuerdo con ABNT NBR NM ISO 535.
- **Técnica:** Observación
- **Instrumento:** Balanza de precisión
- **Procedimiento:**

El procedimiento se realizó siguiendo el método Cobb, conforme a lo establecido en la norma ABNT NBR NM ISO 535, descrito por Matos & Díaz (2022). Se tomó una muestra de 5 cm x 5 cm de cada formulación, la cual se pesó inicialmente como P_i . Luego, se puso en agua destilada durante 30s y se pesó nuevamente como P_f . Finalmente, se eliminó el exceso de agua de la muestra.

Capacidad de absorción de agua: $\frac{P_f - P_i}{P_i} * 100$

e. Prueba de tensión y compresión

- **Método:** La norma ASTM D828
- **Técnica:** Ensayo de tracción y compresión
- **Instrumento:** Analizador de textura TA. HD Plus
- **Procedimiento:**

Según lo señalado por Bergel et al. (2018), el procedimiento se ejecutó siguiendo la norma ASTM D828. Para ello, se empleó un analizador de textura TA.HD Plus (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido)

equipado con una célula de carga de 100 kg, mediante el cual se realizaron las pruebas de tracción y compresión. En el ensayo de tensión se emplearon tiras de 100 mm × 20 mm, fijadas con una distancia inicial de 15 mm entre los sujetadores y una velocidad de desplazamiento de 0,5 mm/s.

Figura 19

Prueba de tensión y compresión con Analizador de textura TA. HD Plus



Nota: Analizador de textura empleado en la determinación de resistencia mecánica de las muestras.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.3. Determinación del tiempo de biodegradación de la bandeja desarrolla a partir del almidón de semilla de palta Hass y fibra de coronta de maíz amarillo duro

- **Método:** Gravimétrico
- **Técnica:** Observación
- **Instrumento:** Balanza de precisión
- **Procedimiento:**

Según el procedimiento establecido por Robin (2025), para los ensayos de biodegradabilidad las muestras de las bandejas se enterraron en compost obtenidas de la empresa Abonos Orgánicos San Marcos. Cada 10 días las muestras fueron retiradas cuidadosamente para ser pesadas y determinar la pérdida de masa, atribuida a la acción de los microorganismos.

Figura 20

Balanza de precisión



Nota: Balanza de precisión utilizada para el registro de la pérdida de masa durante el proceso de biodegradación.

Fuente: Elaboración propia

3.7. Método de análisis de datos.

El análisis estadístico de los datos se realizó empleando un Diseño Completamente al Azar (DCA), con seis tratamientos (incluido un tratamiento control) y tres repeticiones por tratamiento, considerando como unidad experimental cada bandeja biodegradable elaborada.

Se evaluaron las propiedades fisicomecánicas como espesor, densidad, capacidad de absorción de agua, contenido de humedad y resistencia a la tracción, así como el tiempo de biodegradación del material. Los datos obtenidos fueron registrados y tabulados en Microsoft Excel 2019, y posteriormente analizados en el software Minitab versión 18.

Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de 0,05, con el objetivo de determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Cuando se identificaron diferencias estadísticas, se utilizó la prueba de comparación múltiple de Dunnett para comparar los tratamientos con respecto al tratamiento control.

Asimismo, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, con el fin de garantizar la validez de los resultados obtenidos.

IV. RESULTADOS

4.1. Formulación de bandejas biodegradables

En la Tabla 8 se muestran las bandejas biodegradables con diversas proporciones de almidón y fibra. Con la finalidad de obtener la formulación óptima para la elaboración de bandejas biodegradables a partir de residuos de semilla de palta y coronta de maíz.

Tabla 8

Formulaciones en la elaboración de bandejas biodegradables

Tratamientos	Almidón de palta Hass (%)	Fibra de coronta de maíz amarillo duro (%)
CONTROL	100 %	0 %
T1	95 %	5 %
T2	90 %	10 %
T3	85 %	15 %
T4	80 %	20 %
T5	75 %	25 %
T6	70 %	30 %

Nota: La tabla presenta la formulación empleada para el desarrollo de las bandejas biodegradables, considerando seis tratamientos, cada uno con tres repeticiones.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 8 muestra la formulación empleada para la elaboración de las bandejas biodegradables en cada tratamiento experimental. Se observa que el tratamiento control estuvo compuesto por 100 % de almidón de semilla de palta Hass y no presentó adición de fibra de coronta de maíz amarillo duro. En los tratamientos T1 al T6 se incrementó progresivamente la proporción de fibra de coronta de maíz amarillo duro del 5 % al 30 %, mientras que el porcentaje de almidón de semilla de palta Hass disminuyó de manera proporcional del 95 % al 70 %. Estas formulaciones fueron establecidas para desarrollar las bandejas biodegradables y evaluar posteriormente sus propiedades.

4.2. Características fisicomecánicas de las bandejas biodegradables

4.2.1. Espesor y densidad

Se muestran los resultados de espesor y densidad de las bandejas desarrolladas con almidón de semilla de palta y fibra de coronta de maíz, junto con los análisis de varianza correspondientes, los cuales se detallan en el anexo.

Tabla 9

Características físicas

Tratamiento	Espesor (mm)	Densidad (g/cm ³)
CONTROL	2,73±0,03 ^a	0,33±0,005 ^a
T1	2,52±0,02 ^b	0,49±0,005 ^b
T2	2,70±0,01 ^a	0,46±0,013 ^b
T3	2,02±0,01 ^b	0,85±0,006 ^b
T4	2,12±0,02 ^b	0,75±0,006 ^b
T5	2,11±0,02 ^b	0,85±0,003 ^b
T6	2,42±0,03 ^b	0,57±0,006 ^b

Nota: Las letras a y b, al ser diferentes entre sí, indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, conforme a los resultados de la prueba de Dunnett.

Fuente: Elaboración propia.

Según los datos presentados en la Tabla 9, los tratamientos T1, T3, T4, T5 y T6 mostraron un espesor significativamente menor en comparación con el tratamiento (CONTROL) ($p < 0,05$), lo que indica una mayor compactación del material como consecuencia de la incorporación de fibra de coronta de maíz amarillo duro. Esta reducción puede explicarse por la capacidad de la fibra para llenar espacios y fortalecer la cohesión de la matriz formada a partir del almidón de semilla de palta. En contraste, el tratamiento T2 conservó un espesor similar al control, lo que sugiere una estructura dimensionalmente más estable. Respecto a la densidad, los tratamientos T3 y T5 presentaron los valores más altos ($p < 0,05$), lo que evidenciaría una menor presencia de vacíos internos y una estructura más compacta. Por el contrario, el tratamiento (CONTROL) mostró la densidad más baja, posiblemente debido a una menor interacción entre el almidón, lo que habría generado una matriz más ligera y con mayor cantidad de vacíos.

4.2.2. Humedad y capacidad de absorción de agua

Tabla 10

Características físicas

Tratamiento	Capacidad de absorción de agua (g/g)	Humedad (%)
CONTROL	1,13 ±0,01 ^a	9,17±0,02 ^a
T1	0,84±0,01 ^b	8,34±0,03 ^b
T2	0,34±0,01 ^b	7,04±0,03 ^b
T3	1,07±0,04 ^b	8,45±0,04 ^b
T4	0,81±0,01 ^b	7,45±0,02 ^b
T5	1,81±0,01 ^b	5,39±0,08 ^b
T6	1,46±0,01 ^b	7,09±0,07 ^b

Nota: Las letras a y b, al ser diferentes entre sí, indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, conforme a los resultados de la prueba de Dunnett.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 10, los tratamientos T1, T2, T3 y T4 mostraron una menor capacidad de absorción de agua en comparación con el control (CONTROL), lo que indica que la fibra de coronta de maíz puede disminuir la retención hídrica del material ($p < 0,05$). En cuanto al contenido de humedad, el tratamiento (CONTROL) evidenció el porcentaje más alto (9,17 %), mientras que T5 obtuvo el valor más bajo (5,39 %) ($p < 0,05$), lo cual podría explicarse por una mejor pérdida de agua durante el secado o una menor capacidad de retención hídrica en esta formulación. Estos resultados reflejan que la incorporación de la fibra modificó tanto la capacidad de absorción como el contenido de humedad del material, influyendo directamente en sus características funcionales.

4.2.3. Tensión

Tabla 11

Propiedades mecánicas

Tratamiento	Máxima fuerza de tensión (kg)	Resistencia a la tracción (Mpa)	Elongación (%)
CONTROL	10,66±0,34 ^a	10,62±0,09 ^a	1,16±0,05 ^a
T1	12,77±0,24 ^b	10,15±0,05 ^a	1,24±0,02 ^a
T2	12,34±0,32 ^b	10,54±0,37 ^a	1,38±0,02 ^b
T3	14,09±0,52 ^b	12,44±0,26 ^b	1,44±0,02 ^b
T4	14,15±0,25 ^b	12,52±0,23 ^b	1,48±0,06 ^b
T5	13,42±0,41 ^b	11,40±0,20 ^b	1,57±0,08 ^b
T6	13,59±0,46 ^b	11,61±0,41 ^b	1,61±0,03 ^b

Nota: Las letras a y b, al ser diferentes entre sí, indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, conforme a los resultados de la prueba de Dunnett.

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados mostrados en la Tabla 11, todos los tratamientos elaborados con almidón de semilla de palta y fibra de coronta de maíz (T1 al T6) mostraron un incremento en la fuerza máxima de tensión respecto al tratamiento (CONTROL), siendo el tratamiento T3 y T4 los que alcanzaron los valores más altos con (14,09 kg), (14,15 kg) ($p < 0,05$), lo que indica una estructura con mayor resistencia al esfuerzo aplicado. Este comportamiento también se reflejó en la resistencia a la tracción, donde T4 destacó con 7,52 MPa, ($p < 0,05$) seguido por T5 y T6, evidenciando que ciertas proporciones de los componentes utilizados fortalecen significativamente la matriz del material. En cuanto a la elongación, se observó un aumento significativo en los tratamientos desde T1 hasta T6 en comparación con el control. Entre ellos, T5 y T6 destacaron al mostrar los valores más altos con (1,57%) (1,61%) ($p < 0,05$), lo que sugiere que estas formulaciones permiten una mayor flexibilidad del material antes de romperse.

4.2.4. Compresión

Tabla 12

Propiedades mecánicas

Tratamiento	Dureza (kg)	Fracturabilidad (mm)
CONTROL	10,26±0,08 ^a	2,29±0,47 ^a
T1	11,52±0,31 ^b	3,54±0,41 ^b
T2	10,77±0,19 ^a	3,30±0,20 ^b
T3	12,38±0,18 ^b	4,59±0,21 ^b
T4	13,61±0,09 ^b	4,95±0,04 ^b
T5	13,68±0,23 ^b	4,58±0,12 ^b
T6	13,38±0,35 ^b	4,10±0,09 ^b

Nota: Las letras a y b, al ser diferentes entre sí, indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, conforme a los resultados de la prueba de Dunnett.

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 12, los tratamientos T1 al T6 registraron un incremento significativo en los valores de dureza respecto al tratamiento (CONTROL), el cual alcanzó el menor valor con 10,26 N. El tratamiento T5 presentó la mayor dureza (13,68 N), seguido de T4 (13,61 N) y T6 (13,38 N), ($p < 0,05$), lo que sugiere que la incorporación de fibra de coronta de maíz amarillo duro contribuyó a una mayor compactación y rigidez del material. En cuanto a la fracturabilidad, aunque se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, se evidencia una tendencia creciente en los valores desde T1 hasta T6, siendo el T4 que alcanzó el mayor valor (4,95 N) ($p < 0,05$). Esto hace referencia que resultó ser la más dura y resistente al momento de fracturarse. Es decir, se necesita una mayor fuerza para romperla, lo que sugiere que tiene una mejor estructura o mayor compactación en comparación con las otras.

4.2.5. Formulación óptima

La formulación óptima de bandeja biodegradable se obtuvo mediante la evaluación de sus propiedades fisicomecánicas y su comparación con los requisitos establecidos para envases de poliestireno expandido utilizados en la industria alimentaria. Para ello, se emplearon como referencia los criterios técnicos definidos por la norma ASTM D6817 de la Sociedad Americana para

Pruebas y Materiales (ASTM). A partir de esta comparación, se seleccionó la formulación que presentó el mejor cumplimiento de dichos criterios, garantizando un desempeño adecuado en condiciones de uso y permitiendo su consideración como alternativa biodegradable equivalente en aplicaciones de la bandeja.

4.3. Tiempo de biodegradación de la bandeja

Para evaluar en cuánto tiempo tarda en biodegradarse la bandeja que consideramos óptimo, se empleó compost agrícola como base. En la Tabla 13 se ilustran las características fisicoquímicas y biológicas del compost, porque estas características son clave para entender cómo afectan al proceso de biodegradación de la bandeja.

Tabla 13

Características fisicoquímicas y biológicas de la tierra

Características	Valor
Materia orgánica	60%
Extracto húmedo total	15,3%
pH	6,5
Capacidad de intercambio Catiónico	> a 60 cmol/kg
Carbono orgánico	22,6% min
Materiales adicionales	Ausente
Ácidos húmedos	4%
Ácidos fúlvicos	> a 3%
Ac húmico totales	> a 7%
Color	Tierra húmeda
Olor	Valor
Nutrientes totales (N)	0,58%
Anhidrido fosfórico (P ₂ O ₅)	0.83%
Oxido de potasio (K ₂ O)	1,5%
Oxido de magnesio (MgO)	0,55%
Hierro (Fe) (mg/kg)	5,565
Manganeso (Mn) (mg/kg)	202

Nota: Se utilizó compost clase A de la empresa Abonos Orgánicos San Marcos

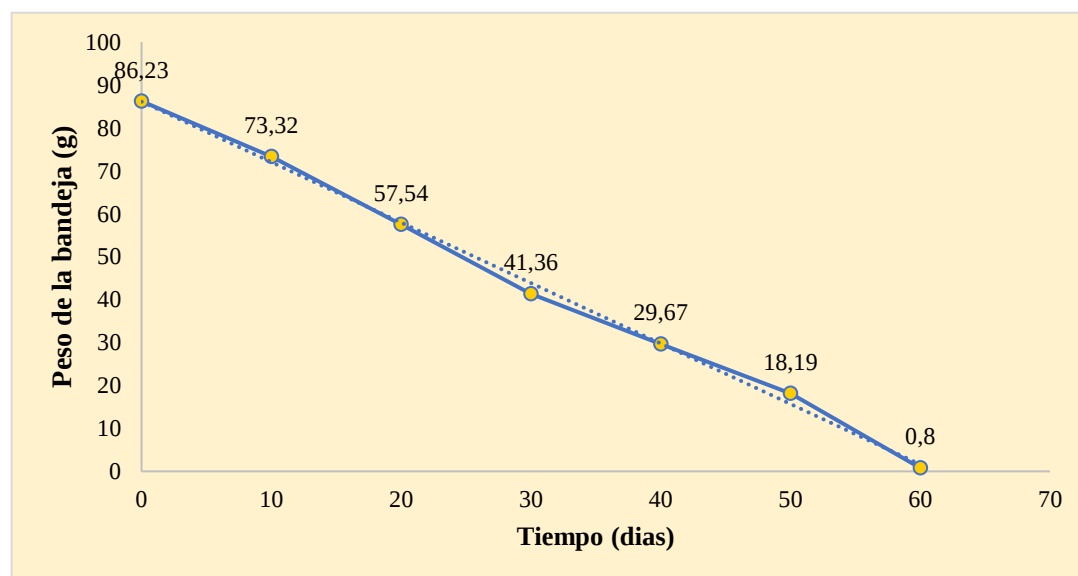
Fuente: Elaboración propia.

El compost utilizado para la elaboración de la bandeja biodegradable presenta un alto contenido de materia orgánica y nutrientes esenciales, favoreciendo la estabilidad y calidad del material. Su pH adecuado y elevada capacidad de intercambio catiónico contribuyen a la retención de agua y nutrientes. Además, su color oscuro y olor a tierra húmeda evidencian un compost estable y apto para aplicaciones sostenibles.

Desde el punto de vista biológico, el compost agrícola Clase A presenta una abundante comunidad de microorganismos benéficos, entre los que destacan bacterias de los géneros *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Azotobacter*, así como actinomicetos y hongos saprófitos como *Aspergillus* y *Penicillium*. Estos microorganismos participan activamente en la descomposición de la materia orgánica, la mineralización de nutrientes y la formación de compuestos húmicos estables. Asimismo, contribuyen a mejorar la actividad biológica del sustrato y favorecen la biodegradación de materiales de origen orgánico. La baja o nula presencia de microorganismos patógenos, característica exigida para la clasificación Clase A, garantiza la inocuidad del material y refuerza su potencial como materia prima para el desarrollo de bandejas biodegradables sostenibles.

Figura 21

Pérdida de peso (g) de la bandeja biodegradable óptimo



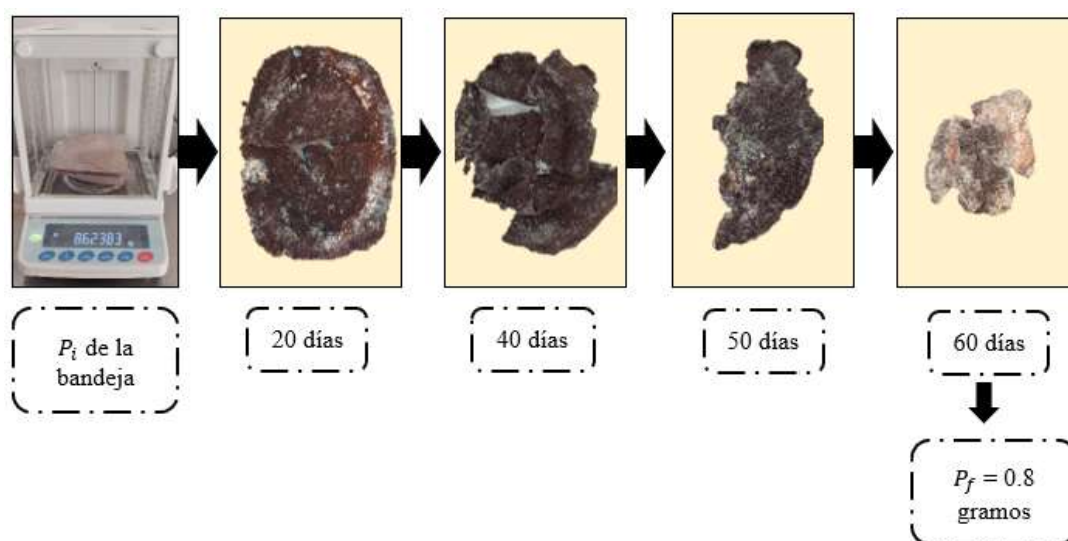
Nota: El gráfico muestra la disminución progresiva del peso del envase biodegradable a lo largo del tiempo, durante el proceso de biodegradación en compost.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 21 se aprecia una disminución constante del peso del envase biodegradable, que inicia con 86,23 gramos y desciende progresivamente hasta alcanzar los 0,8 gramos al día 60. Esta pérdida gradual de masa evidencia un proceso de biodegradación sostenido, influenciado por la formulación del material a base de almidón de semilla de palta y fibra de coronta de maíz amarillo duro. Durante los primeros 30 días, la reducción es moderada, sin embargo, a partir del día 40 el proceso se acelera, lo que sugiere una mayor fragmentación del material debido a la acción de agentes naturales como la humedad, la temperatura y la actividad microbiana del suelo agrícola. Al finalizar los dos meses, el envase casi ha desaparecido, confirmando su capacidad de degradarse de manera eficiente en condiciones ambientales controladas.

Figura 22

Biodegradación de la bandeja



Nota: En la figura se observa el tiempo de biodegradación de la bandeja con mejor característica fisicomecánicas, iniciando con peso inicial de 86,23 g descendiendo progresivamente hasta alcanzar los 0,8 gramos al día 60.

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Contrastación de hipótesis

De acuerdo con los resultados obtenidos y el análisis estadístico realizado, se evaluó la validez de las hipótesis planteadas en el estudio. La hipótesis nula (H_0) establece que la adición de fibra de coronta de maíz amarillo duro no influye significativamente

en las propiedades físico-mecánicas y biodegradación de las bandejas elaborados con almidón de semilla de palta Hass, mientras que la hipótesis alternativa (H_1) propone que dicha adición sí ejerce una influencia significativa. Con base en los valores de significancia ($p < 0,05$) obtenidos en la mayoría de los parámetros analizados, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

V. DISCUSIÓN

5.1. Determinación de la influencia en la incorporación del almidón y fibra en la formulación óptima de la bandeja biodegradable

La investigación determinó que la formulación óptima para bandejas biodegradables fue la mezcla T4 (80 % de almidón de semilla de palta Hass y 20 % de fibra de coronta de maíz amarillo duro), la cual presentó un equilibrio adecuado en sus propiedades físico-mecánicas, destacando una buena resistencia a la tracción, dureza y estabilidad estructural, con baja absorción de agua y humedad controlada. Estos resultados evidencian que la combinación de una matriz de almidón con un refuerzo fibroso en proporción intermedia mejora significativamente el desempeño del material. En comparación con estudios previos, se identifican tanto coincidencias como diferencias. Espina et al. (2016), al emplear un 85 % de almidón de camote y 15 % de fibra de bagazo de caña de azúcar, obtuvieron una resistencia a la tracción de 0,133 MPa y una elongación de 2,998 %, lo que evidencia un material más deformable pero con limitada capacidad estructural. De manera similar, Barrios y Huerta (2023) reportaron bandejas elaborados con almidón de umarí (87.5%) y tusa de maíz amarillo duro (12.5%), alcanzando una resistencia a la tracción de 2,84 MPa y una densidad de 0,25 g/cm³, valores inferiores a los obtenidos en la formulación T4, lo que indica una menor compactación y estabilidad del material. Estas diferencias se explican principalmente por factores metodológicos, como el tipo de almidón utilizado y el tratamiento de la fibra, y especialmente el porcentaje de refuerzo incorporado. En este estudio, el 20 % de fibra permitió una mejor adhesión interfacial entre matriz y refuerzo, optimizando la transferencia de esfuerzos y evitando fallas estructurales. En cambio, proporciones menores no logran reforzar adecuadamente la matriz, mientras que excesos de fibra pueden afectar la cohesión del material. En conjunto, los

resultados confirman que el contenido de fibra es un factor determinante en las propiedades físico-mecánicas de las bandejas biodegradables. Por ello, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, demostrando que tanto el almidón de semilla de palta como la fibra vegetal influyen significativamente en el desempeño del material.

5.2. Evaluación de las características físico-mecánicas de las bandejas biodegradables

En relación con las propiedades físico-mecánicas del material, el tratamiento T4, formulado con 80 % de almidón de semilla de palta Hass y 20 % de fibra de coronta de maíz amarillo duro, presentó el mejor desempeño entre las formulaciones evaluadas.

5.2.1. Propiedades físicas

- **Espesor:**

En el presente estudio, el espesor de la bandeja biodegradable fue de $2,12 \pm 0,02$ mm. Estos resultados son comparables con los reportados por Córdova (2025), quienes desarrollaron bandejas biodegradables a base de residuos de papa y maracuyá, obteniendo espesores que variaron entre 2,01 y 2,73 mm, lo que evidencia que el uso de residuos permite obtener materiales con características físicas similares. Asimismo, Vásquez (2026) reportó un espesor de $2,63 \pm 0,15$ a $4,76 \pm 0,25$ en bandejas biodegradables elaboradas a partir de malta cervecera y papa, valor superior al obtenido en el presente estudio, lo cual podría atribuirse a la mayor proporción de fibra empleada y a diferencias en el método de formulación y prensado.

- **Densidad:**

En el marco del presente estudio, la densidad obtenida para las bandejas biodegradables fue de $0,75 \pm 0,006$ g/cm³. Este resultado presenta similitud con lo reportado por Cabrera et al., quienes obtuvieron densidades de $0,60 \pm 0,08$ y $0,50 \pm 0,09$ g/cm³ en bandejas elaboradas a base de almidón de papa reforzado con maíz amarillo y tocón de espárrago. Asimismo, Díaz et al. reportaron valores entre 0,47 y 0,70 g/cm³ en bandejas formuladas con almidón de papa y fibra de tocón de espárrago.

Las coincidencias entre los resultados pueden atribuirse a la incorporación de fibras vegetales en la matriz polimérica, las cuales favorecen una mayor compactación y cohesión estructural del biocompuesto, incrementando así la densidad del material. No obstante, las ligeras diferencias observadas entre los valores reportados podrían estar relacionadas con variaciones metodológicas, como el tipo y proporción de fibra utilizada, las condiciones de procesamiento y el contenido de humedad presente en las formulaciones evaluadas.

- **Humedad:**

En el presente estudio, presentó un contenido de humedad de $7,45 \pm 0,02$ %. Este resultado concuerda con lo reportado por Córdova (2025), quienes evaluaron bandejas elaboradas a base de residuos de papa y maracuyá, obteniendo valores entre 6,22 y 8,14 %. De igual manera, el valor registrado se encuentra dentro del rango establecido por Aguirre et al. (2023), quienes reportaron contenidos de humedad entre 5,65 y 9,94 % elaboradas con almidón de yuca y harina de cáscara de maíz. La similitud entre los resultados se atribuye al uso de matrices con componentes vegetales y fibras naturales, las cuales presentan capacidad de retención hídrica debido a su naturaleza lignocelulósica. No obstante, el contenido de humedad obtenido no alcanzó niveles que comprometan la estabilidad del material, lo que sugiere que la formulación desarrollada mantiene un equilibrio adecuado entre el contenido de fibra incorporado y la humedad final.

- **Capacidad de absorción de agua:**

En la presente investigación, la capacidad de absorción de agua de la bandeja biodegradable fue de $0,81 \pm 0,01$ g/g. En contraste, Matos y Diaz (2022), en una investigación desarrollada a base de almidón y fibra de semilla de palta y almidón de mango, reportaron valores entre 56.07 ± 0.28 a 114.13 ± 0.43 %. Asimismo, Ponce y Horna (2023) reportaron valores entre 64.16 ± 0.78 a 99.20 ± 0.65 % elaboradas con almidón de yuca y fibras de alcachofa. Se observan diferencias que pueden atribuirse a la composición de las materias primas, la proporción de almidón y fibra empleada, así como al proceso de elaboración. Según la teoría, la absorción de agua depende de la estructura y de la cantidad

de grupos hidrofílicos presentes en la matriz del material. En este sentido, el resultado obtenido sugiere que la formulación utilizada permitió desarrollar una bandeja con una adecuada resistencia a la absorción de agua, favoreciendo su desempeño como material biodegradable.

5.2.2. Propiedades mecánicas

- **Elongación**

En el contexto de este estudio, los valores obtenidos de la elongación de la bandeja biodegradable fueron de $1,48 \pm 0,06$ %, lo que indica una limitada capacidad de deformación del material antes de la fractura, característica común en biocompuestos reforzados con fibras vegetales. Este resultado es similar al reportado por Cabrera (2023), quien obtuvo una elongación de 1,31 a 1,57 % en bandejas biodegradables elaboradas con almidón de papa reforzado con maíz amarillo y fibra de tocón de espárrago, lo que evidencia un comportamiento mecánico comparable entre ambos materiales. Asimismo, Córdova (2025) reportó valores de elongación que oscilaron entre 1,45 a 2,25 % en bandejas elaboradas a partir de almidón de papa residual y harina de residuos de maracuyá, mostrando una ligera variabilidad atribuida a las diferencias en la composición y estructura del material. Estas variaciones pueden explicarse por el grado de interacción entre la matriz de almidón y el refuerzo fibroso, ya que una mayor adhesión entre ambos componentes puede reducir la capacidad de deformación del material antes de la fractura.

- **Dureza**

De acuerdo con los resultados del presente estudio, los valores obtenidos de la dureza de la bandeja biodegradable fue de $13,61 \pm 0,09$ kg, lo que refleja una resistencia moderada del material frente a fuerzas de penetración o deformación superficial. Este resultado es inferior al reportado por Cabrera (2023), quien obtuvo un valor de 14,43 a 19,56 kg en bandejas biodegradables elaboradas con almidón de papa reforzado con maíz amarillo y fibra de tocón de espárrago. Asimismo, Diaz et al. (2023) reportaron dureza de 19,19 kg, en bandejas elaboradas con almidón de papa y fibra de tocón de espárrago. Estas diferencias

podrían atribuirse a la composición de las materias primas, a la proporción de fibra incorporada y a las condiciones de procesamiento empleadas en cada estudio, factores que influyen en la rigidez y resistencia superficial de las bandejas biodegradables.

- **Fracturabilidad**

En la presente investigación, la fracturabilidad de la bandeja biodegradable fue $4,95 \pm 0,04$ mm, lo que indica una mayor capacidad del material para deformarse antes de presentar la fractura. Este resultado es superior al reportado por Barrios y Huerta (2023), quien obtuvo una fracturabilidad de 1.43 ± 0.60 a 3.19 ± 1.87 mm en bandejas biodegradables elaboradas de almidón de umarí y tusa de maíz amarillo duro. De manera similar Vásquez (2026), reportaron valores de fracturabilidad que oscilaron entre 2.68 ± 0.73 a 3.683 ± 0.172 mm en bandejas elaboradas a partir de malta cervecera y papa. Estas diferencias podrían atribuirse a la composición de las materias primas, a la estructura de la matriz biopolimérica y a la interacción entre el almidón y la fibra, factores que influyen en la capacidad de deformación del material antes de la fractura.

En este contexto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, dado que la incorporación de residuos de palta y maíz mejora significativamente las propiedades físico-mecánicas de bandejas biodegradables en comparación con materiales elaborados únicamente con almidón.

5.4. Determinación del tiempo de biodegradación de la bandeja

En la presente investigación se evaluó el tiempo de biodegradación de bandejas desarrolladas a partir de residuos de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*) y semilla de palta (*Persea americana*), determinándose que la formulación óptima compuesta por 80 % de almidón y 20 % de fibra presentó una reducción de peso significativa, desde 86,23 g hasta 0,8 g en un periodo de 60 días bajo condiciones de compost agrícola. Este comportamiento demuestra que el material desarrollado posee una alta capacidad de biodegradación, atribuida principalmente a la naturaleza orgánica y biodegradable de sus componentes, los cuales son fácilmente asimilados por los microorganismos presentes en el compost. La presencia de almidón favorece la rápida

biodegradación al ser una fuente accesible de carbono para bacterias y hongos, mientras que la fibra de coronta de maíz contribuye a la porosidad del material, facilitando la penetración de humedad, oxígeno y microorganismos, lo que acelera el proceso de descomposición. La proporción 80/20 resulta relevante, ya que permite que el material mantenga su integridad durante el uso como envase, pero se biodegrade eficientemente una vez dispuesto en un ambiente de compostaje, confirmando su condición de formulación óptima. Resultados similares fueron reportados por Robin (2025), quien observó la biodegradación de bandejas desarrolladas con fibras de coco, alcanzando un 87% en un periodo de 40 días. En contraste, Vega (2022) registró una biodegradabilidad de 80 % de platos biodegradables obtenidos a partir de cascarilla de arroz y bagazo de caña en 60 días. Las diferencias observadas pueden atribuirse a la composición de las materias primas, las proporciones empleadas y las condiciones de biodegradación utilizadas en cada estudio. En conjunto, estos resultados confirman que las bandejas elaboradas a partir de residuos de semilla de palta y coronta de maíz, bajo una formulación óptima 80/20, cumplen con los criterios de biodegradabilidad, permiten su descomposición en periodos relativamente cortos y representan una alternativa ambientalmente sostenible frente a los envases convencionales, motivo por el cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación.

VI. CONCLUSIONES

- La obtención de bandejas biodegradables a partir de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*) permitió obtener características físicomecánicas y de biodegradabilidad competitivas, demostrando que el uso de estos residuos agroindustriales es una alternativa viable y sustentable para aplicaciones de empaques ecológicos.
- La formulación óptima para desarrollar bandejas biodegradables se definió en la mezcla 80% almidón de semilla de palta y 20% fibra de coronta de maíz con buenas propiedades físicas y mecánicas, esto demuestra que las proporciones de almidón de semilla de palta y fibra de coronta de maíz influyen en su estructura.

- Las bandejas biodegradables elaboradas a partir de almidón de semilla de palta Hass y fibra de coronta de maíz amarillo duro presentaron propiedades físicomecánicas inferiores a las del poliestireno expandido, utilizado únicamente como material de referencia. No obstante, los resultados obtenidos evidencian que el material desarrollado posee una estructura estable y una resistencia adecuada para aplicaciones de empaque liviano, destacando su origen natural y su potencial ambiental.
- Las bandejas mostraron una biodegradación total en 60 días bajo condiciones de compost agrícola con una reducción de masa de 86,2 g iniciales a 0,8 g, posicionándose dentro de los rangos establecidos por la normativa peruana (NTP 900,080:2015), lo que evidencia una alta eficiencia de biodegradabilidad en periodos cortos cumpliendo los criterios requeridos para materiales biodegradables y contribuyendo a la reducción del impacto ambiental.

VII. RECOMENDACIONES

- Se plantea fomentar el aprovechamiento de los residuos agroindustriales de palta y maíz en la producción de bandejas biodegradables. Esta iniciativa no solo representa una solución ambientalmente responsable, sino que también abre oportunidades para transformar lo que antes se desechaba.
- Para trabajos posteriores, se plantea la necesidad de explorar con mayor detalle diferentes proporciones y combinaciones entre fibras vegetales y almidones procedentes de distintas fuentes. Del mismo modo, se sugiere analizar la incorporación de aditivos de origen natural como cera de abejas, resina de pino, goma arábica, quitosano, etc., con el fin de potenciar y optimizar las propiedades físicomecánicas y funcionales de las bandejas biodegradables.
- Se sugiere considerar el uso de aceites esenciales naturales con acción antimicrobiana en la elaboración de bandejas biodegradables, como una alternativa que no solo mejora la conservación de los productos, sino que también cuida la salud del consumidor. Incorporar extractos de plantas como el orégano, el tomillo o el eucalipto podría ayudar a prevenir el crecimiento de microorganismos de forma segura y natural. Esta propuesta, además de fortalecer

la funcionalidad de la bandeja, apuesta por soluciones sostenibles, respetuosas con el ambiente y conectadas con el conocimiento tradicional de nuestras comunidades.

- Se sugiere evaluar la biodegradación del material bajo condiciones reales de uso, considerando la exposición a humedad, radiación solar, variaciones de temperatura y manipulación cotidiana, con el fin de determinar su desempeño, estabilidad y durabilidad a lo largo de su vida útil.

VIII. REFERENCIAS

- Acevedo, S. S. (2025). *Bandejas biodegradables a partir de almidón de yuca (Manihot Esculenta) y fibras de residuos agroindustriales de maracuyá (Passiflora Edulis) y alcachofa (Cynara Scolimus)*. [Universidad Nacional del Santa, Trabajo de Pregrado]. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/5296/Tesis%20Acevedo%20Sparrow.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguayo, N. N. F. (2025). *Obtención de lignina de la coronta del maíz “Zea mays” para elaborar un bioplástico reforzado*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/11357/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguilar, N. S., Enríquez, E. M. & Uvidia, C. H. (2022). Residuos agroindustriales: su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revistas de Ciencias Sociales y Humanas* - (27), 5-11. <https://doi.org/10.26621/ra.v1i27.803>
- Aguilar, D. (2016). Análisis químico del almidón de papa para la obtención de papel higiénico. *Ingenium*, 01(02). <https://doi.org/10.18259/ing.2016010>
- Aguirre, E., Domínguez, J., Villanueva, E., Ponce-Ramírez, J. A., Arévalo-Oliva, M. de F., Siche, R., González-Cabeza, J., & Rodríguez, G. (2023). Biodegradable trays based on Manihot esculenta Crantz starch and Zea mays husk flour. *Food Packaging and Shelf Life*, 38, 101129. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2023.101129>
- Atiwesh, G., Mikhael, A., Parrish, C., Banoub, J., & Le, T. (2021). Impacto ambiental del uso de bioplásticos: una revisión. *Heliyon*, 7(9), e07918. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2021.E07918>
- Baez, C. F. M. R. (2024). *Generación de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de los residuos sólidos de la municipalidad de la Tinguña, provincia de Ica, 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Luis Gonzaga].

<https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8d6f9493-f3e5-464f-8f12-bf0b11d1bd7b/content>

- Barbosa, B., Vaz, S., Colodette, J., Aguiar, A., Cabral, C., & Freitas H. (2022). Caracterización estructural y química de lignina y hemicelulosa aisladas de fibras de maíz para la valorización de residuos agroindustriales. *Cellulose*, 29(15), 8117-8132. <https://doi.org/10.1007/S10570-022-04769-2>
- Barraza, J., & Siche, R. (2021). Almidón de semilla de palta: Optimización del índice de blancura durante el proceso de extracción. *Agroindustrial Science*, 11(1), 81-85. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.01.10>
- Barrios, P., & Huertas, A. (2023). *Bandejas biodegradables a partir de almidón de umarí (Poraqueiba Seríceea T.) y tusa de maíz amarillo duro (Zea Mays)*. [Tesis de pregrado, Repositorio Institucional – UNS]. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4437>
- Bergel, F., Dias, S., Luz, M., & Santana, M. (2018). Effects of hydrophobized starches on thermoplastic starch foams made from potato starch. *Carbohydrate Polymers*, 200, 106-114. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2018.07.047>
- Brar, K., Kaur, S., & Chadha, B. (2016). A novel staggered hybrid SSF approach for efficient conversion of cellulose/hemicellulosic fractions of corncob into ethanol. *Renewable Energy*, 98, 16-22. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2016.03.082>
- Cabrera, C., Diaz, Y., Diaz, E., & Gamboa, P. (2023). Características de las bandejas biodegradables de almidón de papa (*Solanum phureja*) reforzadas con maíz amarillo (*Zea mays* L.) y tocón de espárrago blanco (*Asparagus officinalis*). *Rev. Amaz. Cienc. Ambient. Ecol*, 2(1). <https://doi.org/10.51252/reacae.v2i1.e430>
- Campos, V. H. (2019). *Rendimiento de híbridos de maíz amarillo duro (zea mays l.) en el distrito de Coviriali – Satipo*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4eeb42a9-bf2a-4496-ada4-2c62dedf79e0/content>
- Carrera, L. J. P. & Gómez, C. F. del R. (2025). Estudio sobre la gestión de residuos sólidos en Perú: Estado actual y perspectivas de inversión europea sostenible. *Global Gateway*. <https://www.eeas.europa.eu/sites/default/files/2025/documents/Estudio%20sobre%20la%20gesti%C3%B3n%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20en%20Per%C3%B3.pdf>
- Castro, M. J. J., Gómez, M. L. K. y Camargo, C. E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140-174. <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Chaupiz, C. K. L. (2025). *Extracción y caracterización del aceite de palta obtenido de desechos agroindustriales*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión].

<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/11508/TESIS.pdf?sequence=1>

- Chuzon, J. A., (2024). *Desarrollo y caracterización de un envase biodegradable a partir de almidón de cáscara de plátano verde (Musa paradisiaca) y propóleo para el envasado de frutas frescas*. [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán] [https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/14168/Chuzon%20Bena vides%20Jose%20Antonio.pdf?sequence=12](https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/14168/Chuzon%20Bena%20vies%20Jose%20Antonio.pdf?sequence=12)
- Contreras, K., Torre, D., González, N., & Jiménez, R. (2018). Caracterización funcional de almidones de plátano cuadrado (Musa balbisiana Colla). *European Scientific Journal, ESJ*, 14(30), 82. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n30p82>
- Corcuera, V. C. Orlando. y Llanos, A. J. A. (2022). *Manejo y aprovechamiento de los residuos agroindustriales de la empresa Gandules inc. sac del valle Jequetepeque (San pedro de lloc) y su impacto medioambiental*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. http://purl.org/coar/resource_type/c_7a1f
- Córdova, (2025). Optimización de bandejas biodegradables con almidón de papa residual (*Solanum tuberosum*) y harina de residuos de maracuyá (*Passiflora edulis*) por termoformado. *Journal of Scientific and Technological Research Industrial* ISSN: 2961-211X. <https://doi.org/10.47422/jstri.v6i2.66>
- Cruz, R. G. D. (2021). *Efecto de la proporción de fibra y al almidón obtenidos del pseudotallo de banano (Musa acuminata) en las propiedades de bandejas biodegradables*. [Universidad Nacional del Santa, Trabajo de Pregrado]. <https://repositorio.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/88d3c03d-767e-4abc-aa49-82818c7cfe36/content>
- De Dios, A. N., Tirado, G. J. M., Estrada, V. M. O., Rios, V. C., Luna, E. G., Zamudio, F. P. B., Isiordia, A. N. y Cambero, C. O. J. (2022). Caracterización estructural y fisicoquímica de almidones de semilla de aguacate modificados mediante hidrólisis ácida a alta temperatura. *Revista Bio Ciencias*, 9. <https://doi.org/10.15741/revbio.09.e1272>
- Delgado, R. D. Y. (2024). *Evaluación de las características funcionales del almidón nativo de vituca (Colocasia esculenta)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. [https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/7452/TESIS%20DORIS %20YANETH%20DELGADO%20RAFAEL%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllo wed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/7452/TESIS%20DORIS%20YANETH%20DELGADO%20RAFAEL%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllo wed=y)
- Díaz, C. E. F. (2025). *Caracterización de un material biodegradable a partir de almidón de cáscara de plátano y fibra de coco para frutas frescas*. [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán]. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/16357>
- Díaz, D. E., Cabrera, G. C., Díaz, I. Y., Chumacero, A. J. S. y Gamboa, A. P. W. (2023). Bandejas biodegradables de almidón de papa con fibra de tocón de espárrago

- (*Asparagus officinalis* L.). *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 3(1), e429. <https://doi.org/10.51252/raa.v3i1.429>
- Echevarria, E., & Bazan, D. (2017). *Efecto del pre-tratamiento ácido y por congelación de fibra de coronta de maíz (Zea mays L.) en la hidrólisis con celulasa (E.C: 3.2.1.4)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/9768>
- Eleutério, T., Trota, M. J., Meirelles, M. G. & Vasconcelos, H. C. (2025). A Review of Natural Fibers: Classification, Composition, Extraction, Treatments, and Applications. En *Fibers* (Vol. 13, Número 9). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/fib13090119>
- Espina, M., Cruz, T. J. P. y Siche, R. (2016). Propiedades mecánicas de bandejas elaboradas con almidón de especies vegetales nativas y fibras de residuos agroindustriales. *Scientia Agropecuaria*, 7(2), 133-143. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2016.02.06>
- Espinoza, V., & Oscco, R. (2021). *Efecto de glicerina y melamina sobre las propiedades fisico-mecánicas «palta»*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana los Andes] <https://hdl.handle.net/20.500.12848/3625>
- FAO, (2019). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://openGknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/2120f787-5a49-41f5-a9fb-f4ceaac98b2c/content>
- Fathurohman, V., Alisaputra, D., & Sedyadi, E. (2020). The Effect of Addition of Avocado Fruit Seeds On Bioplastic Biodegradation. *Proceeding International Conference on Science and Engineering*, 3, 137-145. <https://doi.org/10.14421/icse.v3.547>
- Flores, I. M. A. (2023). Aprovechamiento de la semilla de palta Hass (*Persea americana*) por pirólisis rápida y su evaluación en el rendimiento de obtención de bio-oil y biochar. *Industrial Data*, 26(2), 7-23. <https://doi.org/10.15381/IDATA.V26I2.25392>
- Flores, M., & Espinoza, L. (2023). Situación actual y perspectivas de la producción de palta (*Persea americana*) peruana en el contexto del comercio internacional. *Ingeniería Industrial*, 45(45), 157-173. <https://doi.org/10.26439/ING.IND2023.N45.6316>
- Folayan, A. J., Dosunmu, A. & Orij, B. (2023). Aerobic and anaerobic biodegradation of synthetic drilling fluids in marine deep-water offshore environments: Process variables and empirical investigations. *Energy Reports*, 9, 2153-2168. <https://doi.org/10.1016/J.EGYR.2023.01.034>
- Galaviz, V. I., Gutiérrez, S. G. D., Pérez, L. I. D., Alcántara, M. V. & Salcedo, G. M. G. (2025). Alternativas para el aprovechamiento de residuos agroindustriales y el desarrollo sostenible. *Jóvenes en la Ciencia*, 34, 1–10. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/4717>

- Giler, C. K. P. (2025). *Comportamiento del consumo de maíz amarillo en las industrias ecuatorianas y su incidencia en la producción e importación*. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/25277/1/UCSG-C39-24782.pdf>
- Gómez, C., Cobos, F., Montero, P., & Carrasco, W. (2023). Historia del maíz desde tiempos ancestrales hasta la actualidad. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, ISSN 2528-8083, Vol. 8, N°. 4, 2023, págs. 115-130, 8(4), 115-130. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10002071>
- Granda, R., Pichling, P., & Tobalina, G. (2021). *Estudio del sector industrial de palta Hass para consumo nacional*. [Trabajo de Investigación para optar el grado de Bachiller en Ingeniería Industrial, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de la Universidad de Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/12737>
- Guamán, N., Desiderio, X., Villavicencio, F., Ulloa, M., Romero, J., & Guamán, N. (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. *Siembra*, 7(2), 47-56. <https://doi.org/10.29166/SIEMBRA.V7I2.2196>
- Guevara, C. A. (2016). Influencia de la relación amilosa/amilopectina en la resistencia de los adhesivos elaborados a partir de almidones nativos de yuca y ñame. *CITECSA*, 7(12), 25–37. <https://unipaz.edu.co/revistas/revcitecsa/article/view/128>
- Gutiérrez, A., Montero, G., Sigüenás, M., Amaya, A., & Neyra, R. (2020). *Análisis del mercado de semillas en el Perú y propuesta de estrategia para su desarrollo en el marco del SNIA*. Instituto Nacional de Innovación Agraria. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1343>
- Hu, L., Fang, X., Du, M., Luo, F., Guo, S., Hu, L., Fang, X., Du, M., Luo, F. y Guo, S. (2020). Procesamiento y aplicación de polímeros a base de hemicelulosa. *American Journal of Plant Sciences*, 11(12), 2066-2079. <https://doi.org/10.4236/AJPS.2020.1112146>
- INEI, (2024). *Perú: Panorama Económico Departamental*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7276737/6219957-peru-panorama-economico-departamental-n-11-noviembre-2024.pdf?v=1732569346>
- Kahvand, F., & Fasihi, M. (2020). Microstructure and physical properties of thermoplastic corn starch foams as influenced by polyvinyl alcohol and plasticizer contents. *International Journal of Biological Macromolecules*, 157, 359-367. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2020.04.222>
- Laura, R., & Lumara, P. (2021). *Desarrollo y caracterización de galletas funcionales a partir de harina de semilla de aguacate*. [Tesis de pregrado, Universidad de los Andes] <https://hdl.handle.net/1992/54344>
- León, M. G., León, M. D., Monroy, A. M. R., Espriella, A. S. D. La y Barros, A. H. (2020). Modificación química de almidones mediante reacciones de esterificación y su

- potencial uso en la industria cosmética. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 39(5), 620-626. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4263365>
- Lesme, R., Martillo, J., & Oliva, O. (2020). Estudio de la gasificación de la tusa del maíz para la generación de electricidad. *Ingeniería Mecánica*, 23(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442020000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Li, R., Zhu, X., Peng, F., & Lu, F. (2023). Biodegradable, Colorless, and Odorless PLA/PBAT Bioplastics Incorporated with Corn Stover. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 11(24), 8870-8883. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.3c00691>
- Liu, Y., Ahmed, S., Sameen, D. E., Wang, Y., Lu, R., Dai, J., Li, S. y Qin, W. (2021). Una revisión de la celulosa y sus derivados en aplicaciones de envasado de alimentos a base de biopolímeros. *Trends in Food Science & Technology*, 112, 532-546. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.04.016>
- Lizarraga, C. M. B. (2024). *Producción de Biopolímeros a partir de Residuos Agroindustriales: Una Revisión Sistemática*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. <https://hdl.handle.net/20.500.12920/13585>
- Llaure, H. L. S. y Zotelo, V. M. J. (2023). *Estabilidad oxidativa y características fisicoquímicas del aceite de cinco variedades de palta extraídos a diferentes temperaturas*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/4584/Tesis%20Llaure%20-%20Zotelo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maceda, A., Soto-Hernández, M., Peña-Valdivia, C. B., Trejo, C. y Terrazas, T. (2021). Lignina: composición, síntesis y evolución. *Madera y bosques*, 27(2). <https://doi.org/10.21829/MYB.2021.2722137>
- Machaca C. (2022). *Obtención de bioplástico a partir de almidón de la semilla de palta (Persea americana) variedad Hass y determinación de la biodegradabilidad* [Universidad Nacional de Moquegua Tesis de Pregrado Repositorio Institucional Digital UNAM]. <https://repositorio.unam.edu.pe/bitstreams/a5926174-6dfd-4141-b155-dd674531feb6/download>
- Matos, I., & Díaz, J. (2022). *Caracterización de bandejas biodegradables de almidón y fibra de semilla de (persea americana) y almidón de (mangifera indica)» bachilleres*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa Facultad de Ingeniería] <https://hdl.handle.net/20.500.14278/3939>
- Medina, E. J. P. & Toapanta, R. L. F. (2025). *Propuesta de mejora en los métodos de trabajo y estandarización del proceso de termoformado que permita el incremento de la eficiencia y calidad del producto durante el segundo trimestre del año 2024*. [Tesis de posgrado, Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/30479>

- MINAM, (2024). *Indicadores de residuos sólidos del año 2024*.
<https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/955458-mas-de-148-500-toneladas-de-residuos-solidos-municipales-son-valorizados-en-el-pais>
- Miranda, L. V., & Zacasari, A. M., (2023). *Diseño de una máquina termoformadora para la elaboración de piezas plásticas*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca] <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20768>
- Monguí L, & Quintero S. (2021). *Generación de bioplástico a base del almidón producido por la semilla del aguacate* [Universidad Francisco José de Caldas Repositorio Institucional Universidad Distrital RIUD].
<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/28699>
- Molina, F. M. A. (2025). *Diseño de un bioplástico a partir de almidón extraído de la semilla de aguacate Hass con potencial uso en la industria agroalimentaria*. [Universitaria El Boque Trabajo de grado Repositorio Institucional.]
<https://repositorio.unbosque.edu.co/items/3a1e8882-0077-458a-8155-8103727bcb11>
- Mostafa, K., Ameen, H., Morsy, M., el-ebiassy, A., El-Sanabary, A., Adel, M., & Salah, A. (2020). Production of high-performance textiles via pioneering strengthening approach using starch nanoparticles. *Journal of Industrial Textiles*, 50(3), 278-292.
<https://doi.org/10.1177/1528083719827365>
- Naranjo, D.R. (2025). *Utilización Del Almidón De Yuca (Manihot Esculenta) Para La Elaboración Y Producción De Diversos Bioplásticos En El Ecuador* [Universidad técnica de babahoyo facultad de ciencias agropecuarias escuela de agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria carrera de agroindustria]
<https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/18201>
- Navarrete, C., Mezones, J., Ponce, W., Brito, B., Viera, W., Cordova, A. & Riera, M. (2023). Obtención y caracterización de bioplásticos a partir de almidón acetilado de semillas de aguacate. *Avances en Química*, 18(1). https://www.researchgate.net/profile/Maria-Riera3/publication/370962907_Obtencion_y_caracterizacion_de_bioplasticos_a_partir_de_almidon_acetilado_de_semillas_de_aguacate/links/646cc237633ad313266a73f6/Obtencion-y-caracterizacion-de-bioplasticos-a-partir-de-almidon-acetilado-de-semillas-de-aguacate.pdf
- Obando, M., Alvarado, A., Hasang, E., Farah, S., Palacios, C., Obando, M., Alvarado, A., Hasang, E., Farah, S., & Palacios, C. (2022). Rendimiento y contenido proteico de siete híbridos de maíz (*Zea mays* L.) ecuatoriano cultivado en el valle de Santa Catalina, Perú. *Manglar*, 19(3), 227-232. <https://doi.org/10.17268/MANGLAR.2022.028>
- Oliveira, R., Silva, G., Macedo, A., Taciro, K., Gomez, G., & Silva, F. (2020). Investigating Nutrient Limitation Role on Improvement of Growth and Poly(3-Hydroxybutyrate) Accumulation by *Burkholderia sacchari* LMG 19450 From Xylose as the Sole Carbon Source. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 7.
<https://doi.org/10.3389/FBIOE.2019.00416/FULL>

- ONU, (2018). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2018/TheSustainableDevelopmentGoalsReport2018-es.pdf>
- Pichihua, J., Del Aguila, A., & Francisco, A.M., (2023). Potencialidades productivas para impulsar el desarrollo industrial a nivel territorial. *CEPLAN*, 246 p. <https://observatorio.ceplan.gob.pe/publicacion/detalle/278>
- Piscoche, R. (2023). «*Diseño de plan Estratégico de Exportación para los productores de palta fuerte (Persea americana) del Distrito de Macate-Ancash*». [Tesis para optar el Grado de Maestro en Gerencia de Industrias Agropecuarias y Pesqueras, Universidad Nacional del Santa] <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4254>
- Ponce, R. J. A. & Horna, M. N. R. (2023). «*Formulación y caracterización de bandejas biodegradables con almidón de Manihota Sculenta y fibras de Cynara Scolymus*». [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa] <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/4336/52806.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- PRODUCE (2021). Decreto supremo que aprueba el reglamento técnico sobre bolsas de plástico biodegradables. *Decreto Supremo N° 025 -2021-PRODUCE*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2558943/D.S.%20N%C2%BA%20025-2021-PRODUCE.pdf.pdf?v=1639783864>
- Puri, A., Mohite, P., Ramole, A., Verma, S., Kamble, M., Ranch, K. y Singh, S. (2025). Avances en la ciencia del almidón: técnicas de aislamiento, estrategias de modificación y aplicaciones multifacéticas. *Macromol* 2025, Vol. 5, Page 40, 5(3), 40. <https://doi.org/10.3390/MACROMOL5030040>
- Ramos, C. A. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciAmérica*, vol. 9, no. 3, pp. 1–6, Oct. 2020. <https://doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>
- Ratna, A., Ghosh, A., & Mukhopadhyay, S. (2022). Advances and prospects of corn husk as a sustainable material in composites and other technical applications. *Journal of Cleaner Production*, 371, 133563. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133563>
- Rengifo, C. y Bruno, L. (2023). Usos de desperdicios de la cadena agroalimentaria en cosmética. *BioActiva*. <https://recursos.exportemos.pe/usos-de-desperdicios-de-la-cadena-agroalimentaria-en-cosmetica-.pdf>
- Reynoso, O. R., Escobar, Á. J. L., Maldonado, P. M. de L. Á., Rojas, G. A. R., Hernández, C. E. y Valenzuela, L. J. L. (2020). Calidad de mazorca y grano en maíces criollos de la Costa Chica, Guerrero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(spe24), 239-246. <https://doi.org/10.29312/REMEXCA.V0I24.2374>
- Rivera, G., & Vasquez, J. (2022). *Bioplásticos y sus aplicaciones*. [Universidad Nacional de Moquegua, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial]. <https://www.researchgate.net/publication/366338514>

- Robin, C. O. D. (2025). *Bandejas biodegradables con fibras de coco*. [Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Trabajo de Posgrado]. <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/4995/Robin%20Carli%20Oblitas%20Delgado%20-%20EPG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez. A. (2023). Biodegradabilidad de materiales bioplásticos. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 22(3), 69-72. <https://revcital.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/565>
- Rodríguez, A., & Pérez. A.O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, núm. 82, 2017, pp. 1-26 Universidad EAN. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Romero, S. M. (2022). Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular. *TecnoLógicas*, 25(54), e2505. <https://doi.org/10.22430/22565337.2505>
- Salas, S. (2022). *Estudio comparativo de materiales de bolsas biodegradables, elaboradas en almidón de yuca, y las bolsas plásticas*. [Universidad Libre Barranquilla – Atlántico Ingeniería Industrial] <https://hdl.handle.net/10901/22848>
- Šárka, E., Sinica, A., Smrčková, P. y Sluková, M. (2023). Almidones no tradicionales, sus propiedades y aplicaciones. *Foods* 2023, Vol. 12, Page 3794, 12(20), 3794. <https://doi.org/10.3390/FOODS12203794>
- Shaikh, S., Yaqoob, M. & Aggarwal, P. (2021). An overview of biodegradable packaging in food industry. *Current Research in Food Science*, 4, 503-520. <https://doi.org/10.1016/J.CRFS.2021.07.005>
- SINIA, (2022). *Reporte estadístico documental*. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/junin-reporte-estadistico-departamental-diciembre-2022>
- Suarez, D. (2023). *Evolución de la industria peruana de palta (persea americana mill.) en los últimos 10 años y los principales retos*. [Trabajo de Suficiencia Profesional (TSP), Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6113>
- Tataje, P. R. C. (2020). Procesamiento de palta Hass (*Persea americana millar*) congelada. [Tesis de grado, Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”]. <https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8e8300d1-c4d7-4bd8-857a-769de8f82fcc/content>
- Tigrero, S. S., Ramírez-Vargas, D., Cruzatty, L. G., Tigrero, S. S., Ramírez-Vargas, D. y Cruzatty, L. G. (2026). El compostaje en agroecología: Efectos sobre la estructura del suelo, la disponibilidad de nutrientes y los microorganismos beneficiosos. *Scientia Agropecuaria*, 17(1), 211-225. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2026.015>

- Vásquez, B. E. F. (2026). *Elaboración de bandejas biodegradables a partir de residuos de malta cervecera y de papa (Solanum tuberosum)*. [Universidad Nacional del Santa, Trabajo Posgrado]. <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/5371/Tesis%20V%C3%A1quez%20Bacilio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vega, R. J. E. (2022). *Obtención de platos biodegradables a partir de cascarilla de arroz (oryza sativa) y bagazo de caña (Saccharum officinarum)*. [Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Trabajo de Pregrado]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/8375>
- Velázquez, C. L. de J., Ortiz, S. I. A., Chávez, S. J. A., Pámanes, C. G. A., Carrillo, P. A. y Pereda, S. M. E. (2022). Influencia de la contaminación del agua y el suelo en el desarrollo agrícola nacional e internacional. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 25. <https://doi.org/10.22201/FESZ.23958723E.2022.482>
- Zaldivar, A., Barrera, J., Cenobio, A., Pérez, E., Franco, J. & Campos, R. (2023). Potencial uso de la cáscara y semilla de aguacate como fuente de compuestos bioactivos con actividades funcionales para un desarrollo sustentable. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 9(18), 30-33. <https://doi.org/10.29057/icap.v9i18.9058>
- Zambrano, M. E. D. & Mamani, Q. R. J. (2024). Envases biodegradables a base de residuos de arroz como alternativa para reducir la contaminación por plásticos. *Revista veritas et scientia - UPT*, 13(2), 194–204. <https://doi.org/10.47796/ves.v13i2.1112>
- Zuñiga, V. M. T. (2024). *Bandejas biodegradables de cascarilla de arroz y cushuro, aplicadas para conservar fresas con aceite de eucalipto*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional del Santa]. <https://hdl.handle.net/20.500.14278/4758>

ANEXO

Anexo 1: Matriz de consistencia

Tabla 14

Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	INDICADORES	METODOLOGIA
¿Cómo desarrollar bandejas biodegradables a partir de almidón de la semilla de palta Hass (<i>Persea americana</i>) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i>)?	Desarrollar bandejas biodegradables a partir del almidón de semilla de palta Hass (<i>Persea americana</i>) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i>).	La influencia del almidón de semilla de palta Hass (<i>Persea americana</i>) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i>) permite el desarrollo de bandejas biodegradables.	VARIABLE INDEPENDIENTE Concentraciones de almidón de semilla de palta Hass y fibra de coronta de maíz amarillo duro	% de almidón y fibra % de humedad de almidón y fibra Granulometría del almidón y fibra	TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicada NIVEL DE INVESTIGACIÓN Explicativo MÉTODO Hipotético-deductivo
¿Cómo influye en la formulación optima la utilización de almidón de semilla de palta Hass (<i>Persea americana</i>) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i>), durante el proceso de obtención de bandejas biodegradables?	Determinar cómo influye en la formulación optima la utilización de almidón de semilla de palta Hass (<i>Persea americana</i>) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i>), durante el proceso de obtención de bandejas biodegradables.	Las diferentes formulaciones si influyen significativamente en el desarrollo de bandejas biodegradables a partir de almidón de semilla de palta Hass (<i>Persea americana</i>) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i>).	VARIABLE DEPENDIENTE Características fisicomecánicas y biodegradabilidad	Longitud Densidad Masa /Volumen Masa de agua	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Experimental POBLACIÓN La población considerada en la presente investigación estuvo conformada por

¿Cuáles serán las características físico-mecánicas de las bandejas biodegradables obtenidas a partir del almidón de semilla de palta Hass (<i>Persea americana</i>) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i>)?	Evaluar las características físico-mecánicas de las bandejas biodegradables obtenidas a partir del almidón de semilla de palta Hass (<i>Persea americana</i>) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i>).	Las características físico-mecánicas de las bandejas biodegradables obtenidas a partir del almidón de semilla de palta Hass (<i>Persea americana</i>) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i>) cumplen con los parámetros establecidos.	Masa de agua absorbida	bandejas biodegradables.
			Resistencia a la tensión y resistencia a la compresión	MUESTRA
			Días transcurridos	La muestra estuvo constituida por 21 bandejas biodegradables, correspondientes a seis tratamientos y un tratamiento control, cada uno con tres repeticiones.
			Pérdida de peso	
¿Cuál será el tiempo de biodegradación de la bandeja con mejor característica físico-mecánica obtenida a partir del almidón de la semilla de palta Hass (<i>Persea americana</i>) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i>)?	Determinar el tiempo de biodegradación de la bandeja desarrollada a partir del almidón de semilla de palta Hass (<i>Persea americana</i>) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i>).	El tiempo de biodegradación de la bandeja desarrollada a partir del almidón de la semilla de palta Hass (<i>Persea americana</i>) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i>), se encuentra dentro de un rango adecuado para materiales biodegradables.		

Anexo 2. Fotografías correspondientes del proceso de obtención del almidón

Figura 23

Semilla de palta (Materia prima)



Figura 24

Lavado de las semillas



Figura 25

Pelado de la semilla



Figura 26

Troceado de la semilla



Figura 27

Recepción de los trozos



Nota: el ácido cítrico se agregó al agua para prevenir el pardeamiento de las semillas.

Figura 29

Filtrado



Figura 28

Licuada de los trozos



Figura 30

Decantación



Figura 31

Lavado de la decantación



Figura 32

Secado (Estufa)



Figura 33

Molido (Molino de cuchillas)



Figura 34

Tamizado



Almidón

Anexo 3. Fotografías respecto al proceso experimental para obtención de fibra

Figura 35

Coronta de maíz (Materia prima)



Figura 36

Troceado de la coronta



Figura 37

Molido (Molino de cuchillas)



Figura 38

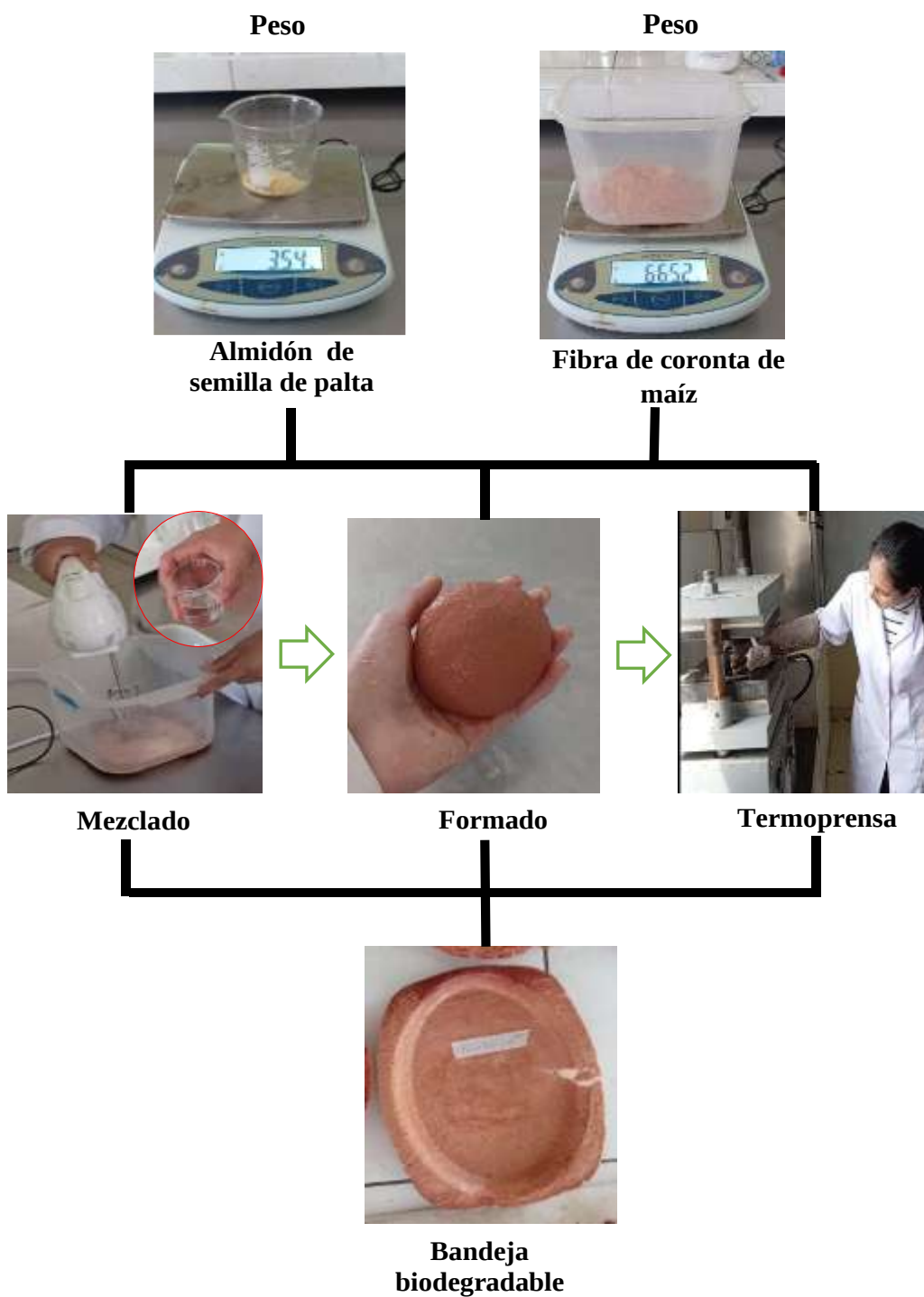
Tamizado



Anexo 4. Fotografías del proceso experimental para obtención de bandejas biodegradables

Figura 39

Diagrama de obtención de las bandejas biodegradables



Anexo 5. Fotografía de la tierra para la biodegradación de la bandeja

Figura 40

Compost clase A de la empresa (Abonos orgánicos san marcos)



Anexo 6. Prueba de normalidad

Figura 41

Probabilidad normal del espesor

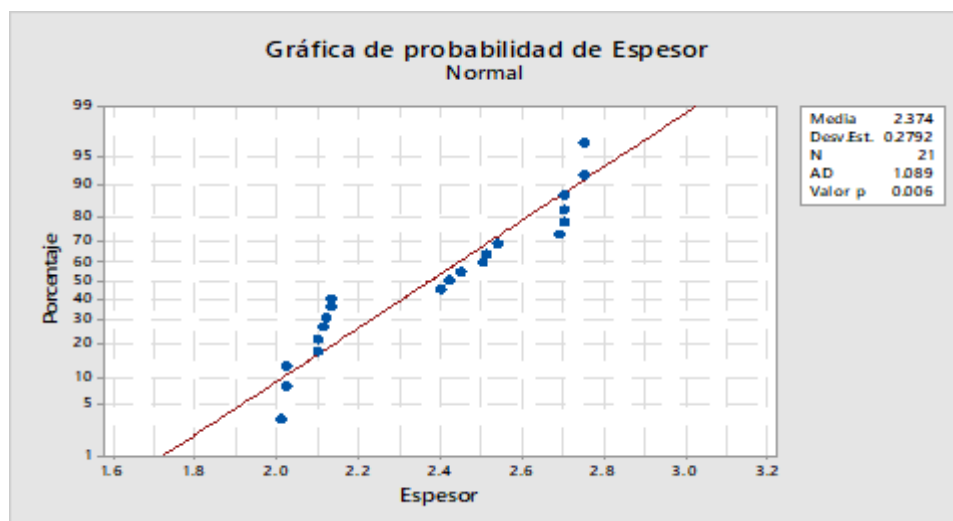


Figura 42

Probabilidad normal de densidad

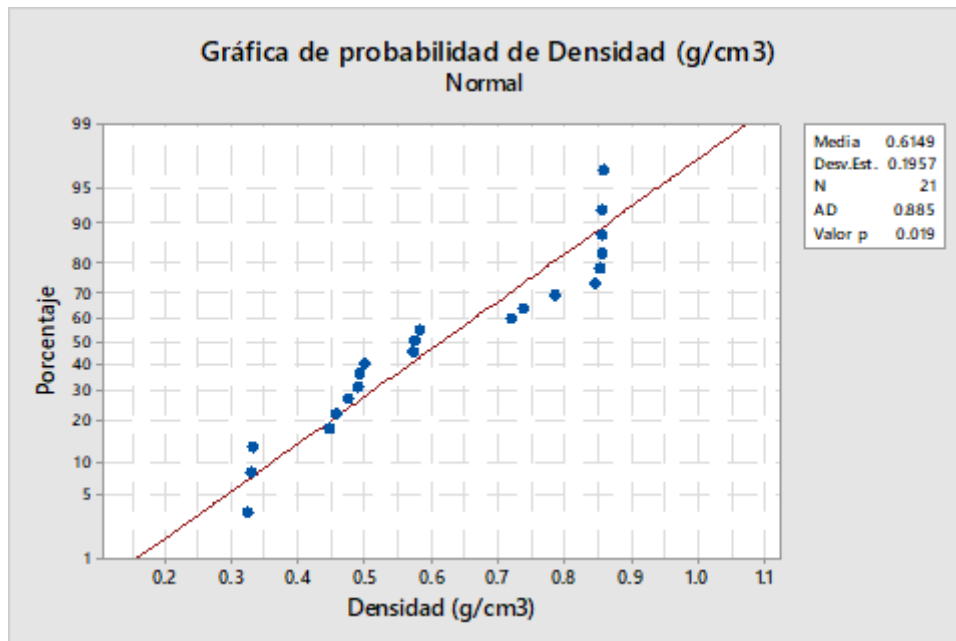


Figura 43

Probabilidad normal de humedad

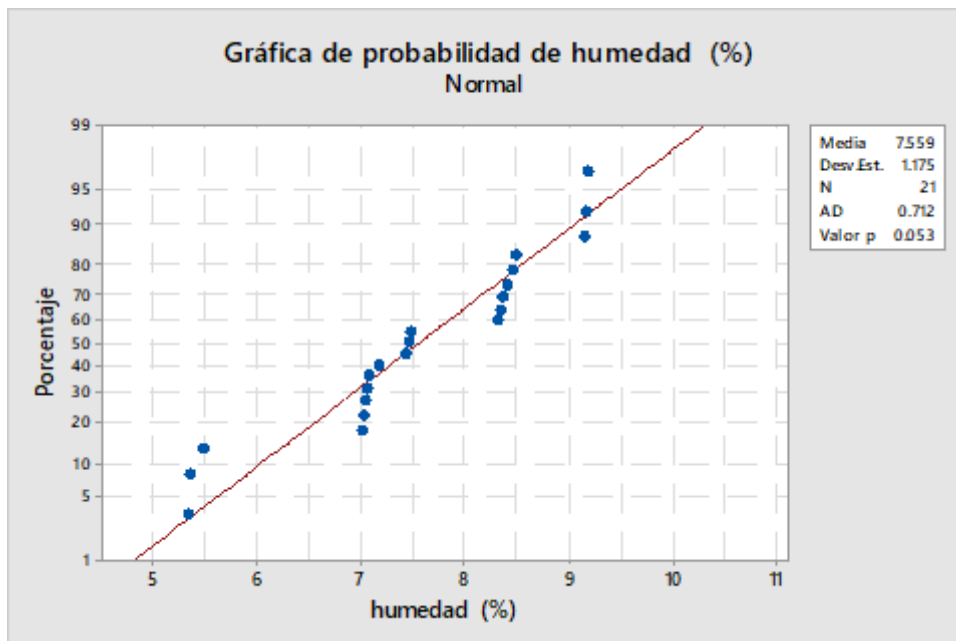


Figura 44

Probabilidad normal de absorción de agua

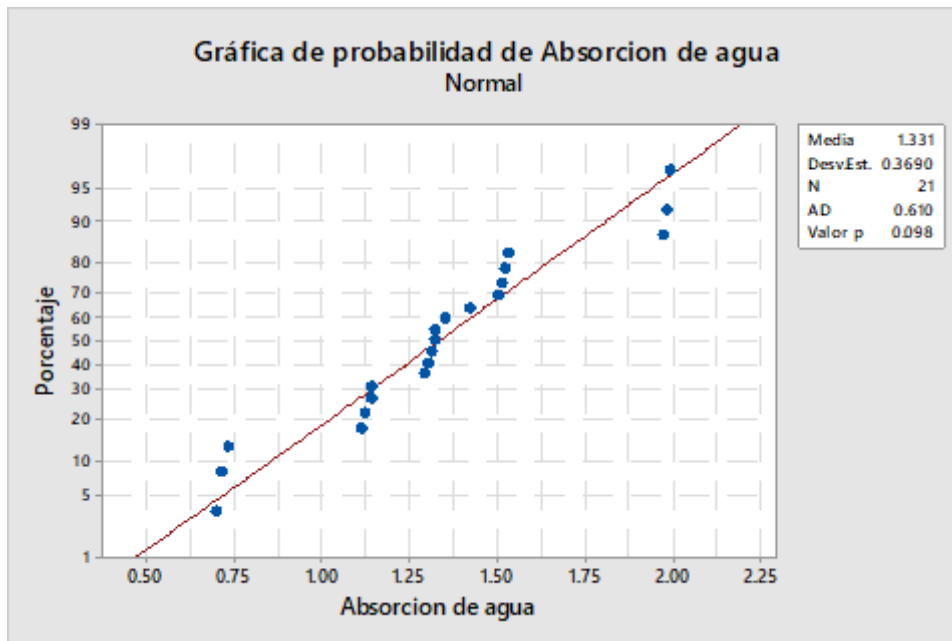


Figura 45

Probabilidad normal de resistencia a la tracción

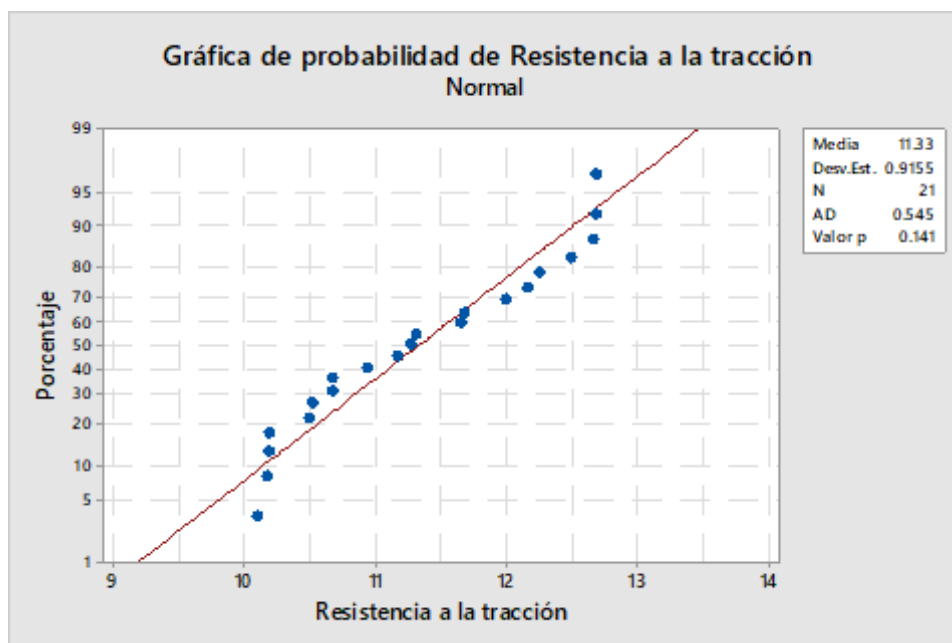


Figura 46

Probabilidad normal de máxima fuerza de tensión

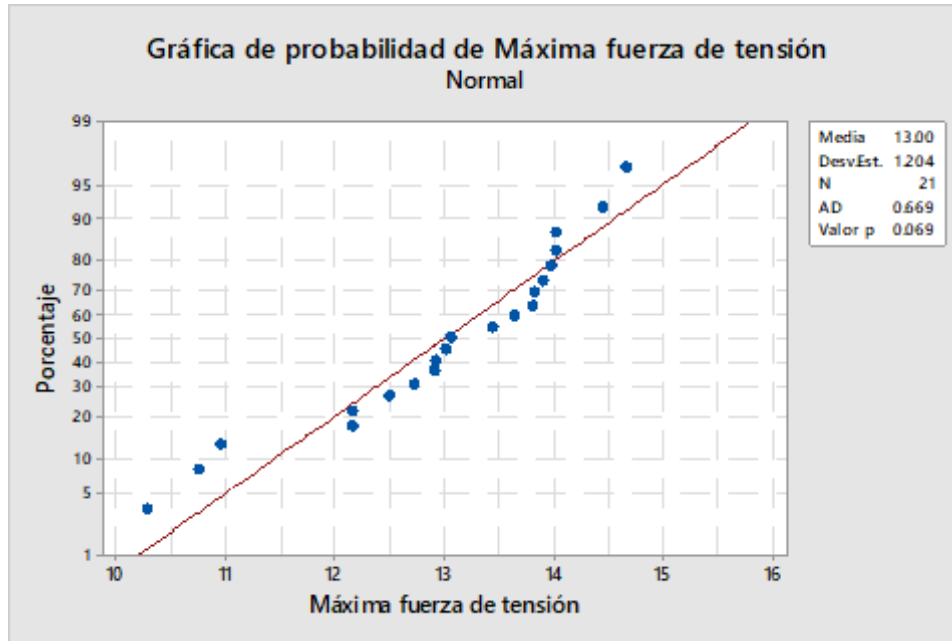


Figura 47

Probabilidad normal de elongación

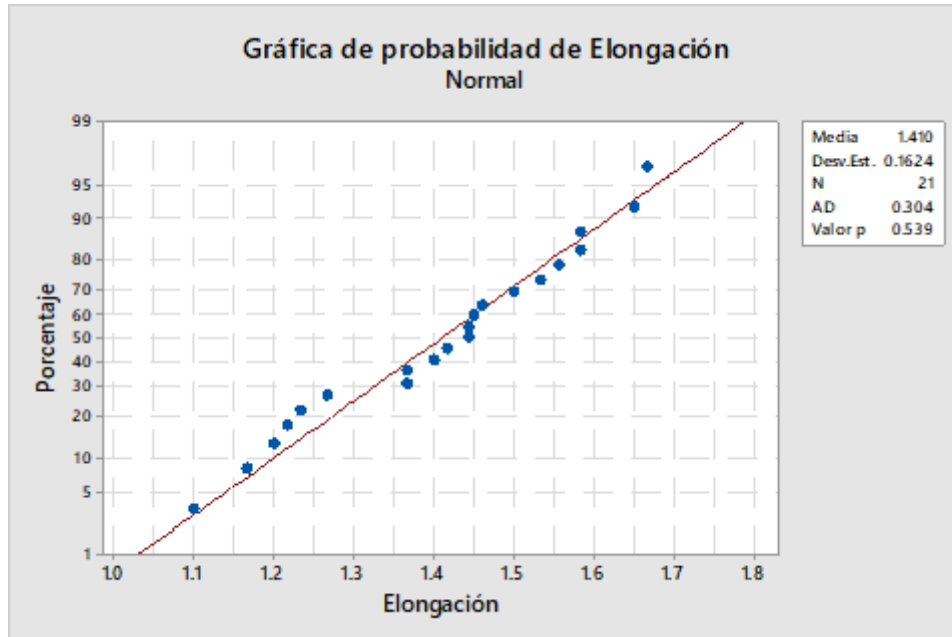


Figura 48

Probabilidad normal de dureza

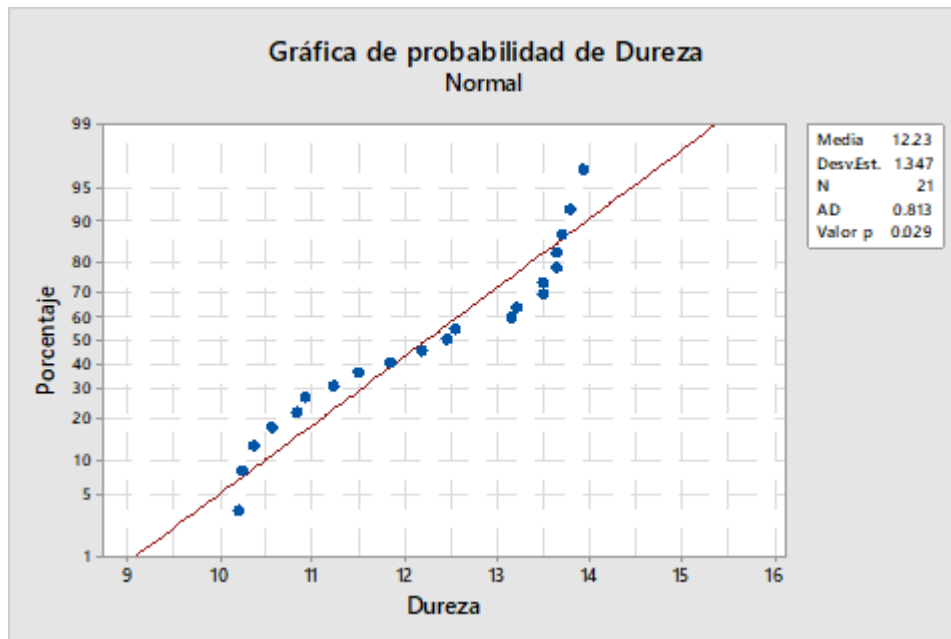
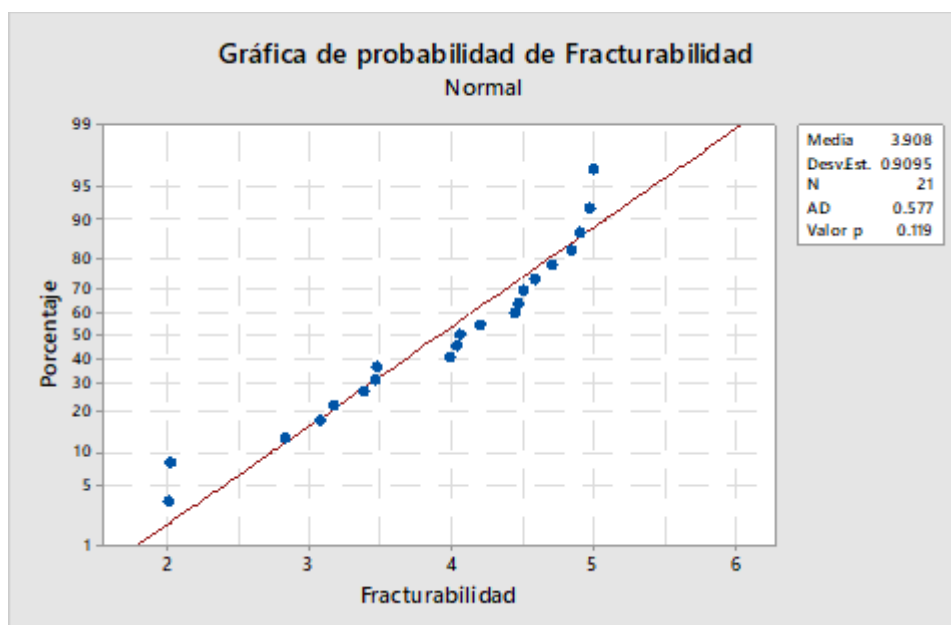


Figura 49

Probabilidad normal de fracturabilidad



Anexo 7. Resultados estadísticos con Minitab 18 de las características fisicomecánicas

Tabla 14

Análisis de varianza (ANOVA) para espesor

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	6	1,55363	0,258938	744,89	0
Error	14	0,00487	0,000348		
Total	20	1,5585			

Tabla 15

Prueba simultanea de Dunnet para diferencias de las medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Control	3	2,73	0,0289	(2,7102; 2,7564)
T1	3	2,52	0,0208	(2,4936; 2,5398)
T2	3	2,70	0,00577	(2,67358; 2,71975)
T3	3	2,02	0,00577	(1,99358; 2,03975)
T4	3	2,12	0,01528	(2,09358; 2,13975)
T5	3	2,11	0,01528	(2,09025; 2,13642)
T6	3	2,42	0,0252	(2,4002; 2,4464)

Tabla 16

Comparaciones múltiples de Dunnet con un control

Tratamiento	N	Media	Agrupación
(control)	3	2,73	A
T2	3	2,70	A
T1	3	2,52	
T6	3	2,42	
T4	3	2,12	
T5	3	2,11	
T3	3	2,02	

Figura 50

Grafica de cajas de absorción de agua

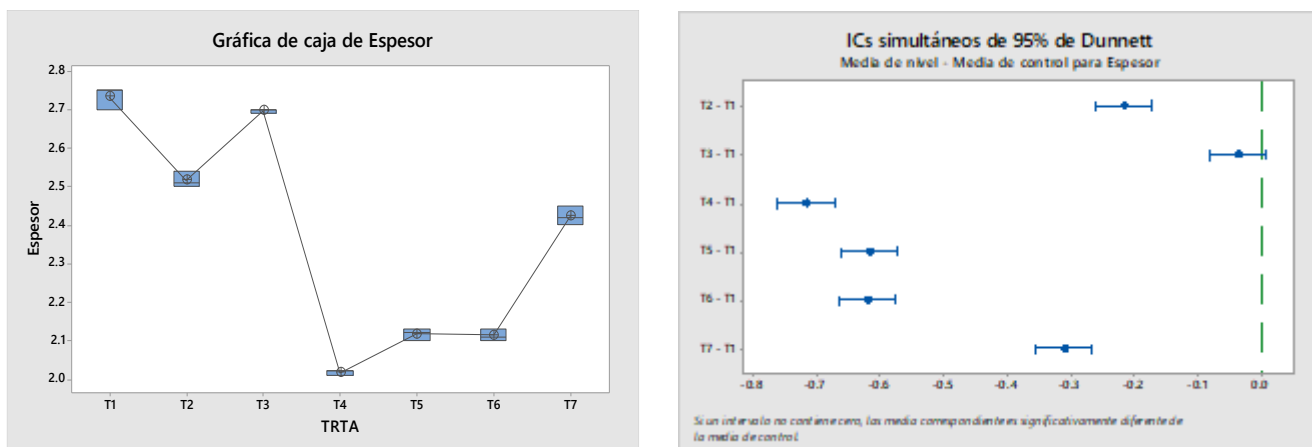


Tabla 17

Análisis de varianza (ANOVA) para densidad

Fuente	GL	SC Ajust.	MC	Valor F	Valor p
			Ajust.		
TRA	6	0,763568	0,127261	644,87	0
Error	14	0,002763	0,000197		

Tabla 18

Prueba simultanea de Dunnet para diferencias de las medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Control	3	0,33	0,00485	(0,30946; 0,34425)
T1	3	0,49	0,00494	(0,47534; 0,51014)
T2	3	0,46	0,01315	(0,44057; 0,47537)
T3	3	0,85	0,00552	(0,83302; 0,86781)
T4	3	0,75	0,033	(0,7292; 0,7640)
T5	3	0,85	0,00256	(0,83751; 0,87230)
T6	3	0,57	0,00566	(0,55759; 0,59238)

Tabla 19

Comparaciones múltiples de Dunnett con un control

Tratamiento	N	Media	Agrupación
(control)	3	0,33	A
T5	3	0,85	
T3	3	0,85	
T6	3	0,75	
T7	3	0,57	
T1	3	0,49	
T2	3	0,46	

Figura 51

Gráfica de cajas de densidad

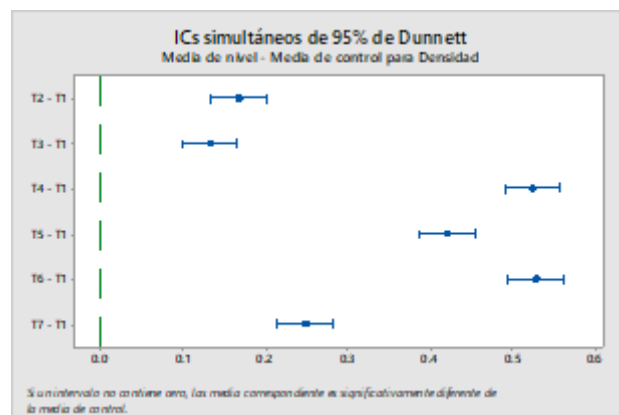
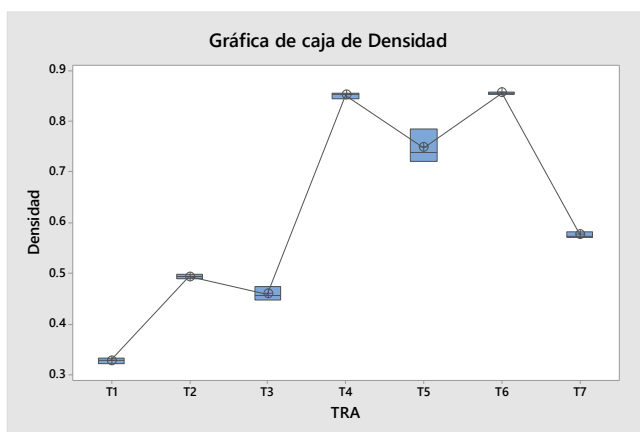


Tabla 20

Análisis de varianza (ANOVA) para humedad

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratam	6	27,603	4,60051	2151,69	0
Error	14	0,0299	0,00214		
Total	20	27,633			

Tabla 21

Prueba simultanea de Dunnet para diferencias de las medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Control	3	9,17	0,01528	(9,10941; 9,22392)
T1	3	8,34	0,0252	(8,2794; 8,3939)
T2	3	7,04	0,0306	(6,9794; 7,0939)
T3	3	8,45	0,0351	(8,3894; 8,5039)
T4	3	7,45	0,02	(7,3927; 7,5073)
T5	3	5,39	0,0814	(5,3294; 5,4439)
T6	3	7,09	0,07	(7,0327; 7,1473)

Tabla 22

Comparaciones múltiples de Dunnet con un control

Tratamiento	N	Media	Agrupación
(control)	3	9,17	A
T3	3	8,45	
T1	3	8,34	
T4	3	7,45	
T6	3	7,09	
T2	3	7,04	
T5	3	5,39	

Figura 52

Gráfica de cajas de humedad

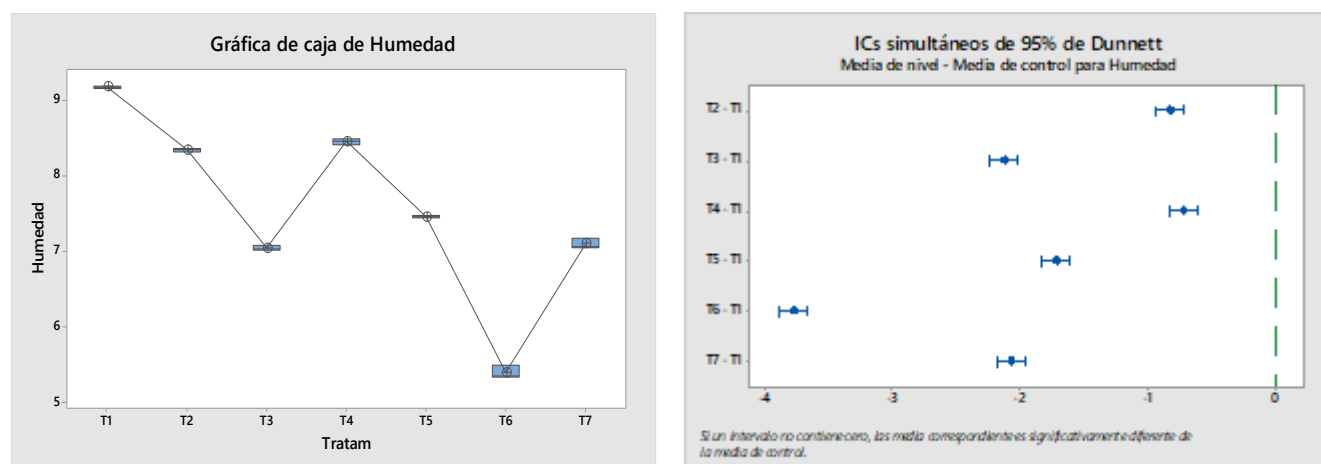


Tabla 23*Análisis de varianza (ANOVA) para máxima fuerza de tensión*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC	Valor F	Valor p
			Ajust.		
TRAT	6	4,10432	0,684054	1544,64	0
Error	14	0,0062	0,000443		
Total	20	4,11052			

Tabla 24*Prueba simultanea de Dunnet para diferencias de las medias*

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Control	3	1,13	0,01	(1,10394; 1,15606)
T1	3	0,84	0,01	(0,81394; 0,86606)
T2	3	0,34	0,01528	(0,31061; 0,36273)
T3	3	1,07	0,0458	(1,0439; 1,0961)
T4	3	0,81	0,01528	(0,78061; 0,83273)
T5	3	1,81	0,01528	(1,78727; 1,83939)
T6	3	1,46	0,01	(1,43394; 1,48606)

Tabla 25*Comparaciones múltiples de Dunnet con un control*

Tratamiento	N	Media	Agrupación
(control)	3	1,13	A
T5	3	1,81333	
T6	3	1,46	
T3	3	1,07	
T1	3	0,84	
T4	3	0,80667	
T2	3	0,33667	

Figura 53

Grafica de cajas de absorción de agua

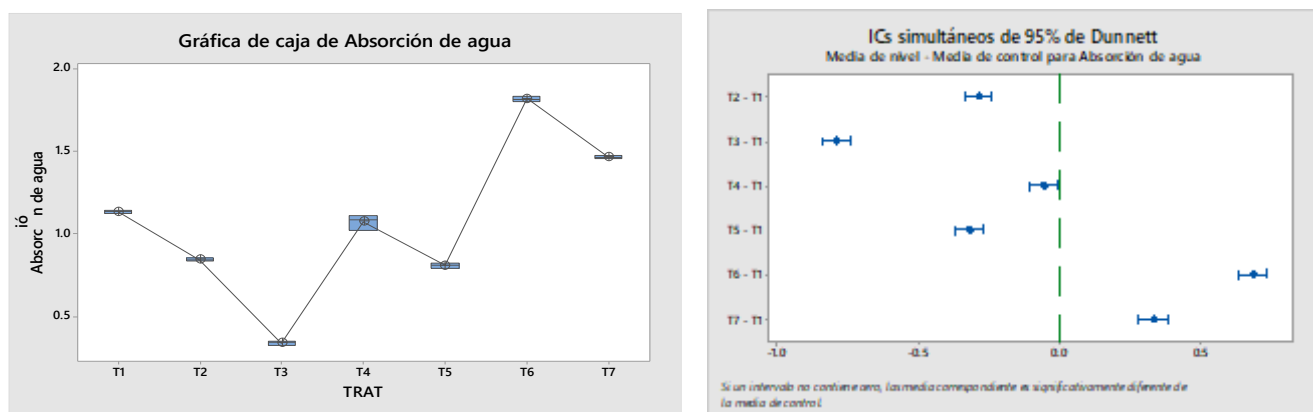


Tabla 26

Análisis de varianza (ANOVA) para máxima fuerza de tensión

Fuente	GL	SC Ajust.	MC	Valor F	Valor p
			Ajust.		
Tratamiento	6	26,987	4,4978	31,57	0
Error	14	1,994	0,1425		
Total	20	28,981			

Tabla 27

Prueba simultanea de Dunnet para diferencias de las medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Control	3	10,66	0,34	(10,193; 11,127)
T1	3	12,77	0,24	(12,303; 13,237)
T2	3	12,34	0,33	(11,873; 12,807)
T3	3	14,09	0,53	(13,619; 14,554)
T4	3	14,15	0,25	(13,686; 14,621)
T5	3	13,42	0,41	(12,953; 13,887)
T6	3	13,59	0,46	(13,119; 14,054)

Tabla 28

Comparaciones múltiples de Dunnett con un control

Tratamiento	N	Media	Agrupación
(control)	3	10,66	A
T4	3	14,15	
T3	3	14,09	
T6	3	13,59	
T5	3	13,42	
T1	3	12,77	
T2	3	12,34	

Figura 54

Grafica de cajas de máxima fuerza de tensión

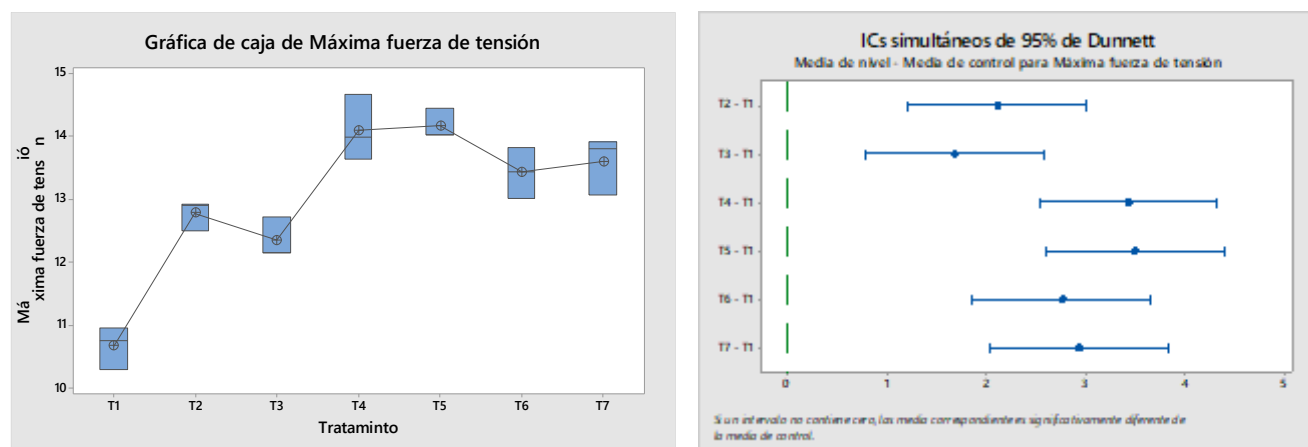


Tabla 29

Análisis de varianza (ANOVA) para la resistencia a la tracción

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	6	15,7776	2,62959	37,35	0
Error	14	0,9858	0,07041		
Total	20	16,7633			

Tabla 30

Prueba simultanea de Dunnet para diferencias de las medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
C	3	10,6181	0,0852	(10,2895; 10,9467)
T1	3	10,1511	0,0511	(9,8225; 10,4797)
T2	3	10,537	0,378	(10,209; 10,866)
T3	3	12,438	0,26	(12,109; 12,766)
T4	3	12,523	0,239	(12,195; 12,852)
T5	3	11,403	0,208	(11,074; 11,731)
T6	3	11,609	0,415	(11,281; 11,938)

Tabla 31

Comparaciones múltiples de Dunnet con un control

Tratamiento	N	Media	Agrupación
C (control)	3	10,6181	A
T4	3	12,523	
T3	3	12,438	
T6	3	11,609	
T5	3	11,403	
T2	3	10,537	A
T1	3	10,1511	A

Figura 55

Grafica de cajas de resistencia a la tracción

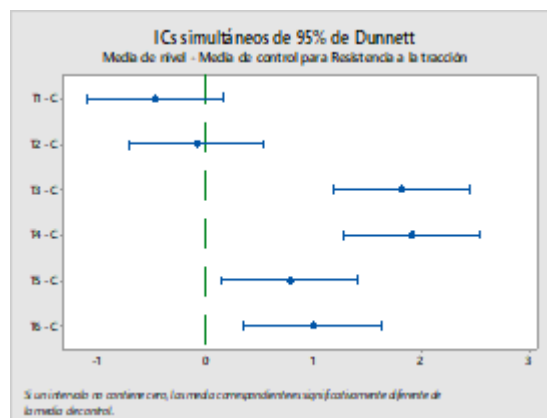
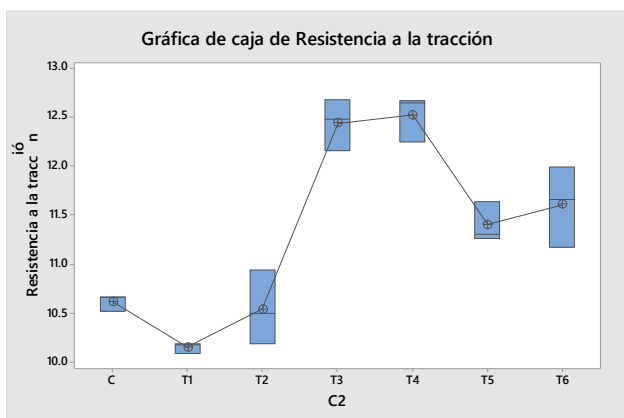


Tabla 32*Análisis de varianza (ANOVA) para elongación*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC	Valor F	Valor p
			Ajust.		
Tratamiento	6	0,49182	0,08197	32,48	0
Error	14	0,03533	0,002524		
Total	20	0,52715			

Tabla 33*Prueba simultanea de Dunnet para diferencias de las medias*

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Control	3	1,1556	0,0509	(1,0933; 1,2178)
T1	3	1,2389	0,0255	(1,1767; 1,3011)
T2	3	1,3778	0,0192	(1,3156; 1,4400)
T3	3	1,4422	0,0227	(1,3800; 1,5044)
T4	3	1,4811	0,0654	(1,4189; 1,5433)
T5	3	1,5667	0,0882	(1,5045; 1,6289)
T6	3	1,6056	0,0385	(1,5433; 1,6678)

Tabla 34*Comparaciones múltiples de Dunnet con un control*

Tratamiento	N	Media	Agrupación
(control)	3	1,1556	A
T6	3	1,6056	
T5	3	1,5667	
T4	3	1,4811	
T3	3	1,4422	
T2	3	1,3778	
T1	3	1,2389	A

Figura 56

Grafica de cajas de elongación

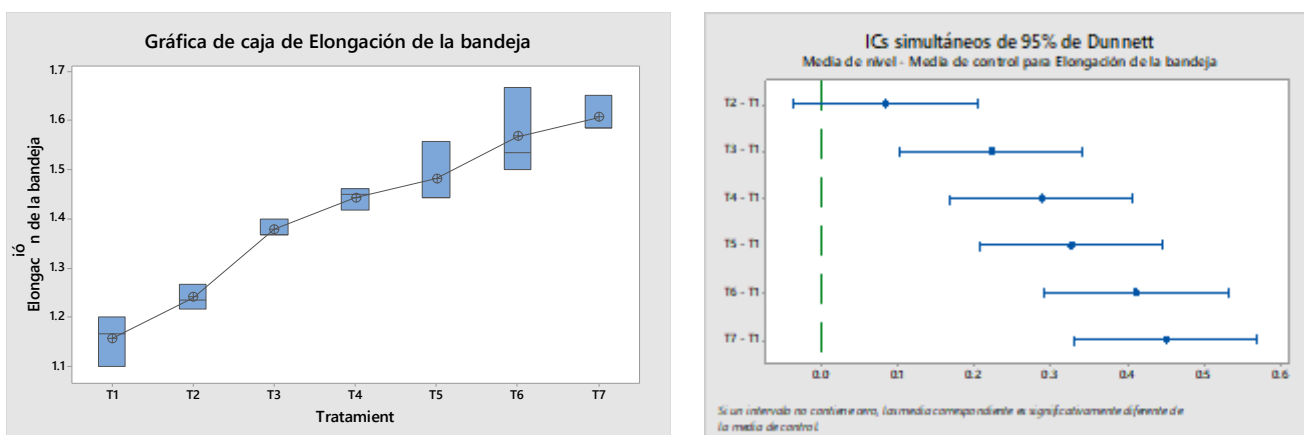


Tabla 35

Análisis de varianza (ANOVA) para dureza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC	Valor F	Valor p
			Ajust.		
Tratamiento	6	35,6012	5,93353	118,45	0
Error	14	0,7013	0,0501		
Total	20	36,3025			

Tabla 36

Prueba simultanea de Dunnet para diferencias de las medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Control	3	10,26	0,0819	(9,9828; 10,5372)
T1	3	11,517	0,305	(11,240; 11,794)
T2	3	10,77	0,187	(10,493; 11,047)
T3	3	12,383	0,182	(12,106; 12,660)
T4	3	13,6067	0,0971	(13,3295; 13,8838)
T5	3	13,683	0,225	(13,406; 13,960)
T6	3	13,377	0,35	(13,100; 13,654)

Tabla 37

Comparaciones múltiples de Dunnet con un control

Tratamiento	N	Media	Agrupación
(control)	3	10,26	A
T5	3	13,683	
T4	3	13,6067	
T6	3	13,377	
T3	3	12,383	
T1	3	11,517	
T2	3	10,77	A

Figura 57

Grafica de cajas de dureza

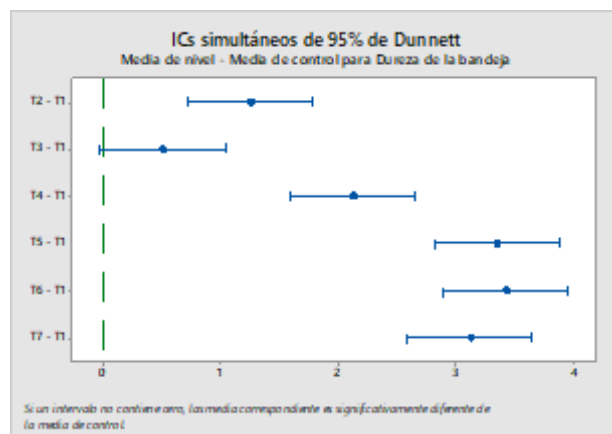
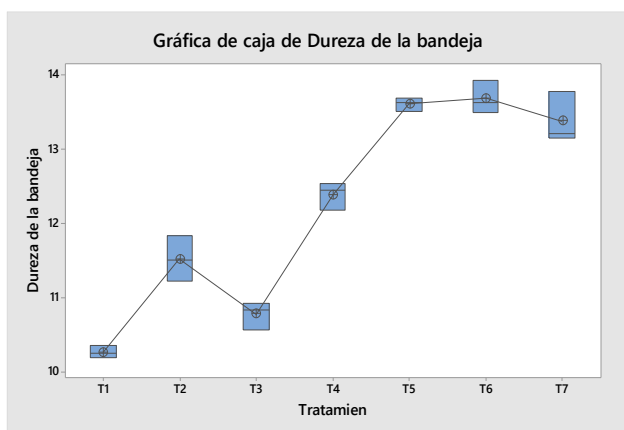


Tabla 38

Análisis de varianza (ANOVA) para fracturabilidad

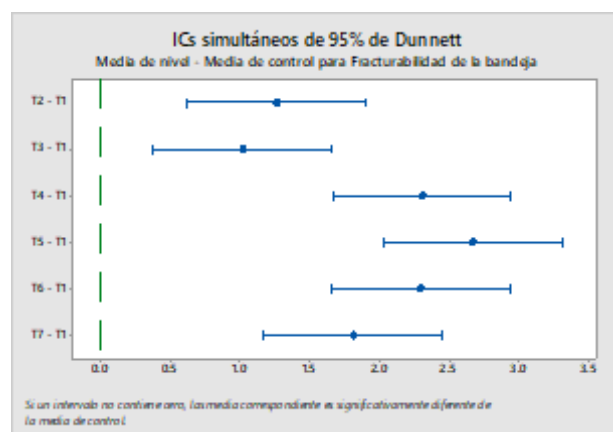
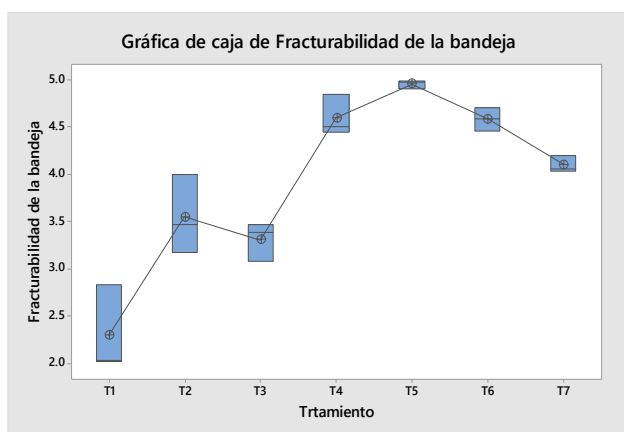
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	6	15,531	2,58845	35,71	0
Error	14	1,015	0,07249		
Total	20	16,546			

Tabla 39*Prueba simultanea de Dunnet para diferencias de las medias*

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Control	3	2,287	0,471	(1,953; 2,620)
T1	3	3,543	0,415	(3,210; 3,877)
T2	3	3,303	0,206	(2,970; 3,637)
T3	3	4,593	0,216	(4,260; 4,927)
T4	3	4,9533	0,0473	(4,6199; 5,2867)
T5	3	4,58	0,12	(4,2466; 4,9134)
T6	3	4,0967	0,0907	(3,7633; 4,4301)

Tabla 40*Comparaciones múltiples de Dunnet con un control*

Tratamiento	N	Media	Agrupación
(control)	3	2,287	A
T5	3	4,9533	
T4	3	4,593	
T6	3	4,58	
T7	3	4,0967	
T2	3	3,543	
T3	3	3,303	

Figura 58*Grafica de cajas de fracturabilidad*



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
ALTOANDINA DE TARMA**
Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139
FACULTAD DE INGENIERÍA

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N° 018-2025-UNAAT/FI

Tarma, 28 de abril de 2025

VISTO:

PROVEÍDO N°093-UNAAT/C-FI, CARTA N°006-2025-UNAAT/FI-DAIA-PCR, CARTA N°002-2025-UNAAT/FI-DAIA-ERTG, MEMORANDO N°007-2025-UNAAT/C-FI, MEMORANDO N°008-2025-UNAAT/C-FI, INFORME N°007-2025-UNAAT/P-VPA-FI-UI, OFICIO N° 0126-2025-UNAAT/C-FI, SOLICITUD;

CONSIDERANDO:

Que, según Ley N° 29652, modificada por la Ley N° 30139, se creó la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, como persona jurídica de derecho público; sin fines de lucro, con autonomía académica, económica, normativa y administrativa, conforme a ley;

Que, mediante Resolución del Consejo Directivo N° 142-2018-SUNEDU/CD, de 18 de octubre de 2018, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria resolvió otorgar la licencia institucional a la UNAAT, para ofrecer el servicio educativo superior universitario, con vigencia de seis (06) años; la misma que fue modificada con Resolución del Consejo Directivo N° 061-2022-SUNEDU/CD, de fecha 17 de junio de 2022, en el extremo de reconocer la creación de dos (2) locales y el cambio de locación;

Que, el artículo 29 de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, establece que, aprobada la ley de creación de una universidad pública, el Ministerio de Educación constituye una Comisión Organizadora y que el proceso de constitución de una universidad concluye con la designación de sus autoridades, dentro de los plazos establecidos por el Ministerio de Educación;

Que, con Resolución Viceministerial N° 008-2023-MINEDU, de fecha 11 de enero de 2023, se reconfirma la Comisión Organizadora de la UNAAT, integrada por los académicos Dra. Milagro Rosario Henríquez Suárez, como Presidenta; Dr. Ángel Almidón Elescano como Vicepresidente Académico y Dr. David Elí Salazar Espinoza como Vicepresidente de Investigación;

Que, la Octava Disposición Complementaria del Estatuto de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, estipula que, en tanto no se constituyan los órganos de gobierno se puede designar un Coordinador de Facultad de manera provisional que hará las veces de Decano de Facultad; cumpliendo así con el Documento Normativo denominado "Disposiciones para la constitución y funcionamiento de las comisiones organizadoras de las universidades públicas en proceso de constitución" aprobada mediante Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU, de fecha 27 de julio de 2021;

Que, en ese contexto, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0427-2024-UNAAT, de fecha 26 de diciembre de 2024, se resuelve encargar a Larry Oscar Chañi Paucar, profesor Principal ordinario las funciones de Coordinador de la Facultad de Ingeniería de la UNAAT, del 01 de enero al 30 de junio de 2025;

Que, con Resolución de Comisión Organizadora N° 0241-2024-UNAAT de fecha 09 de agosto de 2024 se otorga al Coordinador de la Facultad Ingeniería de la UNAAT, la facultad de emitir acto resolutorio enmarcadas en las atribuciones de Decano de la Facultad establecidas en la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la UNAAT;

Que, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0010-2025-UNAAT, de fecha 09 de enero de 2025, se resuelve designar a Gina De La Cruz Calderón, docente ordinario como Secretaria Docente de la Facultad de Ingeniería de la UNAAT a partir del 10 de enero de 2025;

Que, en cumplimiento con el Artículo 30° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 0227-2024-UNAAT;





**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
ALTOANDINA DE TARMA**
Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139
FACULTAD DE INGENIERÍA

.../// RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N° 018-2025-UNAAT/FI

Pág. 2

Que, conforme al Artículo 8° de la Directiva para la obtención del título profesional de Ingeniero Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería, aprobado con Resolución de Coordinación de Facultad N° 028-2024-CFI-UNAAT;

Que, a través del OFICIO N° 0126-2025-UNAAT/C-FI, el Coordinador de la Facultad de Ingeniería solicita al responsable de la Unidad de Investigación la emisión del informe de evaluación y propuesta de Asesor y Co-asesor del proyecto de tesis, motivado por la solicitud de la estudiante Rocío Candiotti Bonzano;

Que, a través del INFORME N° 007-2025-UNAAT/P-VPA-FI-UI, el Responsable de la Unidad de Investigación concluye que el proyecto de tesis cumple con lo establecido en el ítem 1.2 de la Directiva para la Obtención del Título Profesional de la Facultad de Ingeniería, además propone la designación del Mg. Perfecto Chagua Rodríguez en calidad de Asesor y al Mg. Elmer Robert Torres Gutiérrez en calidad de Co-asesor para el proyecto de tesis titulado: "Obtención de bandejas biodegradables a partir del almidón de semillas de palta (*Persea americana*)";

Que, mediante el MEMORANDO N° 007-2025-UNAAT/C-FI el Coordinador de la Facultad de Ingeniería, solicita la aceptación como Asesor al Mg. Perfecto Chagua Rodríguez del proyecto de Tesis en mención;

Que, mediante el MEMORANDO N° 008-2025-UNAAT/C-FI el Coordinador de la Facultad de Ingeniería, solicita la aceptación como Co-asesor al Mg. Elmer Robert Torres Gutiérrez del proyecto de Tesis en mención;

Que, a través de la CARTA N°006-2025-UNAAT/FI-DAIA-PCR, el Asesor da la aceptación y compromiso de asesoramiento de tesis;

Que, a través de la CARTA N°002-2025-UNAAT/FI-DAIA-ERTG, el Co-asesor da la aceptación y compromiso de co-asesoramiento de tesis;

Que, en consecuencia, el Coordinador de Facultad de Ingeniería, con PROVEÍDO N° 093-UNAAT/C-FI, dispone la emisión de la presente Resolución que designa al Asesor y Co-asesor del Proyecto de Tesis titulado: "Obtención de bandejas biodegradables a partir del almidón de semillas de palta (*Persea americana*)";

Que, en virtud del Artículo 68° de la Ley Universitaria N° 30220 y los Artículos 45° y 47° del Estatuto de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, y en cumplimiento de las normas institucionales;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- DESIGNAR al Mg. Perfecto Chagua Rodríguez como Asesor y al Mg. Elmer Robert Torres Gutiérrez como Co-asesor del Proyecto de tesis titulado: "Obtención de bandejas biodegradables a partir del almidón de semillas de palta (*Persea americana*)", presentado por la estudiante Rocío Candiotti Bonzano, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial - UNAAT.

ARTÍCULO SEGUNDO.- NOTIFICAR a la Alta Dirección, Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional y Departamento Académico de Ingeniería Agroindustrial e interesados para su conocimiento y demás fines.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA
Dr. Larry Oscar Chafí Paucar
COORDINADOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA (s)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA
Mg. Gina De La Cruz Calderón
SECRETARIA DOCENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
ALTOANDINA DE TARMA**
Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139
FACULTAD DE INGENIERÍA

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N° 025-2025-UNAAT/FI

Tarma, 26 de mayo de 2025

VISTO:

PROVEÍDO 120/UNAAT/C-FI, INFORME N° 004-2025-UNAAT/EPIA-PCR, SOLICITUD, y;

CONSIDERANDO:

Que, según Ley N° 29652, modificada por la Ley N° 30139, se creó la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, como persona jurídica de derecho público; sin fines de lucro, con autonomía académica, económica, normativa y administrativa, conforme a ley;

Que, mediante Resolución del Consejo Directivo N° 142-2018-SUNEDU/CD, de 18 de octubre de 2018, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria resolvió otorgar la licencia institucional a la UNAAT, para ofrecer el servicio educativo superior universitario, con vigencia de seis (06) años; la misma que fue modificada con Resolución del Consejo Directivo N° 061-2022-SUNEDU/CD, de fecha 17 de junio de 2022, en el extremo de reconocer la creación de dos (2) locales y el cambio de locación;

Que, el artículo 29 de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, establece que, aprobada la ley de creación de una universidad pública, el Ministerio de Educación constituye una Comisión Organizadora y que el proceso de constitución de una universidad concluye con la designación de sus autoridades, dentro de los plazos establecidos por el Ministerio de Educación;

Que, con Resolución Viceministerial N° 008-2023-MINEDU, de fecha 11 de enero de 2023, se reconforma la Comisión Organizadora de la UNAAT, integrada por los académicos Dra. Milagro Rosario Henríquez Suárez, como Presidenta; Dr. Ángel Almidón Elescano como Vicepresidente Académico y Dr. David Elí Salazar Espinoza como Vicepresidente de Investigación;

Que, la Octava Disposición Complementaria del Estatuto de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, estipula que, en tanto no se constituyan los órganos de gobierno se puede designar un Coordinador de Facultad de manera provisional que hará las veces de Decano de Facultad; cumpliendo así con el Documento Normativo denominado "Disposiciones para la constitución y funcionamiento de las comisiones organizadoras de las universidades públicas en proceso de constitución" aprobada mediante Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU, de fecha 27 de julio de 2021;

Que, en ese contexto, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0427-2024-UNAAT, de fecha 26 de diciembre de 2024, se resuelve encargar a Larry Oscar Chañi Paucar, profesor Principal ordinario las funciones de Coordinador de la Facultad de Ingeniería de la UNAAT, del 01 de enero al 30 de junio de 2025;

Que, con Resolución de Comisión Organizadora N° 0241-2024-UNAAT de fecha 09 de agosto de 2024 se otorga al Coordinador de la Facultad de Ingeniería de la UNAAT, la facultad de emitir acto resolutivo enmarcadas en las atribuciones de Decano de la Facultad establecidas en la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la UNAAT;

Que, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0010-2025-UNAAT, de fecha 09 de enero de 2025, se resuelve designar a Gina De La Cruz Calderón, docente ordinario como Secretaria Docente de la Facultad de Ingeniería de la UNAAT a partir del 10 de enero de 2025;

Que, mediante la Resolución de Coordinación de Facultad N° 018-2025-UNAAT/FI, de fecha 28 de abril de 2025, se designa al Mg. Perfecto Chagua Rodríguez como Asesor y al Mg. Elmer Robert Torres Gutiérrez como Co-asesor del Proyecto de Tesis titulado: "Obtención de bandejas biodegradables a partir del almidón de semillas de palta (*Persea americana*)";





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

FACULTAD DE INGENIERÍA

Que, mediante solicitud de fecha 15 de mayo de 2025; Rocío Candiotti Bonzano, solicita la aprobación y autorización de ejecución del proyecto de tesis para optar el título profesional de Ingeniera Agroindustrial;

Que, con el INFORME N° 004-2025-UNAAT/EPIA-PCR, presentado el 15 de mayo de 2025, el asesor del proyecto de tesis APRUEBA en acuerdo con el tesista la modificatoria del título, quedando el Proyecto de Tesis de la siguiente manera: "Obtención de bandejas biodegradables a partir del almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*)";

Que, en consecuencia, el Coordinador de Facultad de Ingeniería con Proveído 120/UNAAT/CFI, fecha 19 de mayo de 2025, dispone la emisión de la Resolución que aprueba y autoriza la ejecución del Proyecto de Tesis en mención;

Que, de acuerdo con el Artículo 30° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 0227-2024-UNAAT;

Que, conforme al Artículo 8° de la Directiva para la obtención del título profesional de Ingeniero de la Facultad de Ingeniería, aprobado con Resolución de Coordinación de Facultad N° 028-2024-CFI-UNAAT, y;

Que, en virtud del Artículo 68° de la Ley Universitaria N° 30220 y los artículos 45° y 47° del Estatuto de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 0249-2024-UNAAT, y en cumplimiento de las normas institucionales;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR y AUTORIZAR la ejecución del Proyecto de tesis titulado: "OBTENCIÓN DE BANDEJAS BIODEGRADABLES A PARTIR DEL ALMIDÓN DE SEMILLA DE PALTA HASS (*Persea americana*) Y FIBRA DE CORONTA DE MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays*)", presentado por Rocío Candiotti Bonzano, para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

ARTÍCULO SEGUNDO.- NOTIFICAR a la Alta Dirección, Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional y Departamento Académico de Ingeniería Agroindustrial e interesados para su conocimiento y demás fines.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA
DE TARMA
Dr. Larky Oscar Chañi Paucar
COORDINADOR DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA (s)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA
DE TARMA
Ing. Gina De La Cruz Calderón
SECRETARIA DOCENTE DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

FACULTAD DE INGENIERÍA

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N° 074-2025-UNAAT/FI

Tarma, 28 de octubre de 2025

VISTO:

PROVEÍDO N° 401/UNAAT/C-FI, INFORME N° 033-2025-UNAAT/P-VPA-FI-UI, OFICIO N° 0486-2025-UNAAT/C-FI, SOLICITUD;

CONSIDERANDO:

Que, según Ley N° 29652, modificada por la Ley N° 30139, se creó la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, como persona jurídica de derecho público; sin fines de lucro, con autonomía académica, económica, normativa y administrativa, conforme a ley;

Que, mediante Resolución del Consejo Directivo N° 142-2018-SUNEDU/CD, de 18 de octubre de 2018, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria resolvió otorgar la licencia institucional a la UNAAT, para ofrecer el servicio educativo superior universitario, con vigencia de seis (06) años; la misma que fue modificada con Resolución del Consejo Directivo N° 061-2022-SUNEDU/CD, de fecha 17 de junio de 2022, en el extremo de reconocer la creación de (dos) locales y el cambio de locación;

Que, el artículo 29 de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, establece que, aprobada la ley de creación de una universidad pública, el Ministerio de Educación constituye una Comisión Organizadora y que el proceso de constitución de una universidad concluye con la designación de sus autoridades, dentro de los plazos establecidos por el Ministerio de Educación;

Que, con Resolución Viceministerial N° 008-2023-MINEDU, de fecha 11 de enero de 2023, se reconforma la Comisión Organizadora de la UNAAT, integrada por los académicos Dra. Milagro Rosario Henríquez Suárez, como Presidenta; Dr. Ángel Almidón Elescano como Vicepresidente Académico y Dr. David Elí Salazar Espinoza como Vicepresidente de Investigación;

Que, la Octava Disposición Complementaria del Estatuto de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, estipula que, en tanto no se constituyan los órganos de gobierno se puede designar un Coordinador de Facultad de manera provisional que hará las veces de Decano de Facultad; cumpliendo así con el Documento Normativo denominado "Disposiciones para la constitución y funcionamiento de las comisiones organizadoras de las universidades públicas en proceso de constitución" aprobada mediante Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU, de fecha 27 de julio de 2021;

Que, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0340-2025-UNAAT, de fecha 16 de setiembre de 2025, se resuelve ampliar la encargatura de funciones de Coordinador de la Facultad de Ingeniería al Mg. Elmer Robert Torres Gutierrez, profesor Asociado ordinario hasta el 24 de noviembre de 2025;

Que, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0010-2025-UNAAT, de fecha 09 de enero de 2025, se resuelve designar a Gina De La Cruz Calderón, docente ordinario como Secretaria Docente de la Facultad de Ingeniería de la UNAAT a partir del 10 de enero de 2025;

Que, con Resolución de Comisión Organizadora N° 0241-2024-UNAAT de fecha 09 de agosto de 2024 se otorga al Coordinador de la facultad Ingeniería de la UNAAT, la facultad de emitir acto resolutivo enmarcadas en las atribuciones de Decano de la Facultad establecidas en la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la UNAAT;

Que, a través de la Resolución de Facultad N° 0014-2024-UNAAT/FI, de fecha 03 de setiembre de 2024, se aprueba la Directiva para la Obtención del Título Profesional de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma;





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

FACULTAD DE INGENIERÍA

Que, mediante el reglamento de grados y títulos de la UNAAT aprobado con RCO N° 0227-2024-UNAAT, en el CAPITULO IX ESTRUCTURA Y PROCEDIMIENTO DEL INFORME DE TESIS, Artículo 32, la coordinación de Facultad, designa al jurado con acto resolutivo;

Que, conforme al Artículo 8° de la Directiva para la obtención del título profesional de Ingeniero Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería, aprobado con Resolución de Coordinación de Facultad N° 028-2024-CFI-UNAAT;

Que, mediante SOLICITUD, el estudiante Rocio Candiotti Bonzano, solicita al Coordinador de la Facultad de Ingeniería la designación de los miembros del jurado evaluador para la revisión del informe de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial;

Que, con OFICIO N° 0486-2025-UNAAT/C-FI, el Coordinador de Facultad remite al responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, la tesis: **"OBTENCIÓN DE BANDEJAS BIODEGRADABLES A PARTIR DEL ALMIDÓN DE SEMILLA DE PALTA HASS (*Persea americana*) Y FIBRA DE CORONTA DE MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays*)"** para su informe y propuesta de jurado evaluador;

Que, con INFORME N° 033-2025-UNAAT/P-VPA-FI-UI, el responsable de la Unidad de Investigación remite el informe y propuesta de jurado evaluador de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial;

Que, con el proveído N° 401/UNAAT/C-FI, se remite al SECRETARIO DOCENTE el expediente en mención para su atención con resolución de Facultad y notificación correspondiente;

Que, en cumplimiento con el Artículo 30° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 0227-2024-UNAAT;

Que, en virtud del Artículo 68° de la Ley Universitaria N° 30220 y los artículos 45° y 47° del Estatuto de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, y en cumplimiento de las normas institucionales;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- DESIGNAR a los docentes ordinarios en calidad de jurado evaluador del informe de tesis, de acuerdo al siguiente detalle:

Mg. Jimmy Pablo Echevarría Victorio	Presidente
Mg. Kenny Ruben Montalvo Morales	Secretario
Dra. Cecilia Yanett Reategui Valladolid	Vocal
Dra. Gina De La Cruz Calderón	Accesitaria

De la tesis **"OBTENCIÓN DE BANDEJAS BIODEGRADABLES A PARTIR DEL ALMIDÓN DE SEMILLA DE PALTA HASS (*Persea americana*) Y FIBRA DE CORONTA DE MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays*)"**, presentado por la estudiante Rocio Candiotti Bonzano, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma.

ARTÍCULO SEGUNDO.- REMITIR a los docentes designados como jurado evaluador, el informe de tesis, para su revisión y emisión del informe de evaluación con un plazo no mayor a 15 días hábiles a partir de la fecha, para continuar con el proceso de levantamiento de observaciones y emisión del informe favorable de la tesis para la sustentación, tal como se detalla en la Directiva para la Obtención del Título Profesional de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
ALTOANDINA DE TARMA**

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

FACULTAD DE INGENIERÍA

ARTÍCULO TERCERO.- NOTIFICAR a la Alta Dirección, Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional, Departamento Académico de Ingeniería Agroindustrial e interesados para su conocimiento y demás fines.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA
DE TARMA

[Signature]
.....
Mg. Elmer Robert Torres Gutiérrez
COORDINADOR DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA (e)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA
DE TARMA

[Signature]
.....
Dra. Gina De La Cruz Calderón
SECRETARIA DOCENTE DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA

Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139

FACULTAD DE INGENIERÍA

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N° 036-2026-UNAAT/FI

Acobamba, 08 de junio de 2026

VISTO:

El INFORME N° 017-2026-UNAAT/P-VPA-FI-UI; INFORME N° 001-2026-UNAAT/VPA-FI/JURADOS EVALUADORES, y en atención al expediente presentado por la Bachiller Rocío Candiotti Bonzano;

CONSIDERANDO:

Que, según Ley N° 29652, modificada por la Ley N° 30139, se creó la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, como persona jurídica de derecho público; sin fines de lucro, con autonomía académica, económica, normativa y administrativa, conforme a ley;

Que, mediante Resolución del Consejo Directivo N° 142-2018-SUNEDU/CD, de 18 de octubre de 2018, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria resolvió otorgar la licencia institucional a la UNAAT, para ofrecer el servicio educativo superior universitario, con una vigencia de seis (06) años; la misma que fue modificada con Resolución del Consejo Directivo N° 061-2022-SUNEDU/CD, de fecha 17 de junio de 2022, en el extremo de reconocer la creación de dos (2) locales y el cambio de locación;

Que, el artículo 29 de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, establece que, aprobada la ley de creación de una universidad pública, el Ministerio de Educación constituye una Comisión Organizadora y que el proceso de constitución de una universidad concluye con la designación de sus autoridades, dentro de los plazos establecidos por el Ministerio de Educación;

Que, con Resolución Viceministerial N° 008-2023-MINEDU, de fecha 11 de enero de 2023, se reconfirma la Comisión Organizadora de la UNAAT, integrada por los académicos Dra. Milagro Rosario Henríquez Suárez, como Presidenta; Dr. Angel Almidón Elescano como Vicepresidente Académico y Dr. David Elí Salazar Espinoza como Vicepresidente de Investigación;

Que, mediante Resolución Viceministerial N° 071-2026-MINEDU, de fecha 05 de mayo de 2026, se designa al Dr. Alberto Almirón Ehui como Vicepresidente Académico de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma (UNAAT);

Que, la Octava Disposición Complementaria del Estatuto de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, estipula que, en tanto no se constituyan los órganos de gobierno se puede designar un Coordinador de Facultad de manera provisional que hará las veces de Decano de Facultad; cumpliendo así con el Documento Normativo denominado "Disposiciones para la constitución y funcionamiento de las comisiones organizadoras de las universidades públicas en proceso de constitución" aprobada mediante Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU, de fecha 27 de julio de 2021;

Que, con Resolución de Comisión Organizadora N° 0241-2024-UNAAT de fecha 09 de agosto de 2024 se otorga al Coordinador de la Facultad Ingeniería de la UNAAT, la facultad de emitir acto resolutivo enmarcadas en las atribuciones del Decano de la Facultad establecidas en la Ley universitaria N° 30220 y el Estatuto de la UNAAT;

Que, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N°193-2026-UNAAT, de fecha 26 de mayo de 2026, se resuelve ampliar hasta el 30 de noviembre de 2026 la encargatura de funciones de Coordinador de la Facultad de Ingeniería de la UNAAT al Mg. Elmer Robert Torres Gutiérrez, profesor Asociado ordinario; dispuesta con la Resolución de Comisión Organizadora N°404-2025-UNAAT, del 20 de noviembre de 2025;

Que, mediante la Resolución de Comisión Organizadora N° 0430-2025-UNAAT, de fecha 16 de diciembre de 2025, se resuelve Ratificar a la Dra. Gina De La Cruz Calderón, como Secretaria Docente de la Facultad de Ingeniería de la UNAAT;





**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
ALTOANDINA DE TARMA**
Creada Por Ley N° 29652 y Ley N° 30139
FACULTAD DE INGENIERÍA

Que, en cumplimiento el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 0009-2026-UNAAT de fecha 07 de enero de 2026;

Que, mediante Resolución de Coordinación de Facultad N° 028-2024-UNAAT de fecha 13 de diciembre de 2024 se aprueba la actualización de la directiva para la obtención del título profesional de la facultad de ingeniería;

Que, mediante Resolución de Coordinación de Facultad N° 018-2025-UNAAT/FI de fecha 28 de abril de 2025 se designa como Asesor al Mg. Perfecto Chagua Rodríguez y al Mg. Elmer Robert Torres Gutiérrez como Co-asesor del Proyecto de tesis titulado “Obtención de bandejas biodegradables a partir del almidón de semillas de palta (*Persea americana*)”, presentado por Rocío Candiotti Bonzano, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial - UNAAT;

Que, mediante Resolución de Coordinación de Facultad N° 025-2025-UNAAT/FI de fecha 26 de mayo de 2025, se resuelve APROBAR y AUTORIZAR la ejecución del Proyecto de tesis titulado: “Obtención de bandejas biodegradables a partir del almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*)”, presentado por Rocío Candiotti Bonzano, para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Que, mediante Resolución de Coordinación de Facultad N° 074-2025-UNAAT/FI de fecha 28 de octubre de 2025, se resuelve DESIGNAR como miembros de Jurado Evaluador del Informe de Tesis “Obtención de bandejas biodegradables a partir del almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*)”, presentado por Rocío Candiotti Bonzano, a los docentes ordinarios: Mg. Jimmy Pablo Echevarría Victorio en calidad de Presidente; Mg. Kenny Ruben Montalvo Morales en calidad de Secretario; Dra. Cecilia Yanett Reategui Vallodolid en calidad de Vocal y Dra. Gina De La Cruz Calderón, en calidad de Accesitario;

Que, mediante el INFORME N° 001-2026-UNAAT/VPA-FI/JURADOS EVALUADORES de fecha 16 de abril de 2026, los miembros del jurado remiten las observaciones del informe de tesis donde sugieren a la bachiller cambiar la denominación de la primera palabra del título quedando establecida de la siguiente manera: “Desarrollo de bandejas biodegradables a partir del almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*)”

Que, visto lo establecido en los artículos 36, 37 y 28 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAAT respecto a la estructura y procedimiento del Informe de Tesis para obtener el título profesional; contexto que también se considera en el acápite 7 del Capítulo V artículo 9 de la Directiva para la obtención del título profesional de ingeniero de la facultad de ingeniería, los informes favorables de los jurados evaluadores y contando con el Informe N° 015-2026-UNAAT/P-VPA-FI-UI de fecha 25 de mayo de 2026 del Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería mediante el cual remite el resultado de Índice de Similitud de 26%.

En uso de las atribuciones, que se le confiere a la Coordinación de Facultad de Ingeniería;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. – APROBAR la sustentación del Informe de Tesis “Desarrollo de bandejas biodegradables a partir del almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*)”, presentado por la Bach. Rocío Candiotti Bonzano, la misma que debe efectuarse en acto público y presencial el 11 de junio de 2026 a las nueve horas de la mañana (9:00 am.) en la Sala de usos múltiples - Pabellón de estudios generales de la UNAAT.

ARTÍCULO SEGUNDO. – NOTIFICAR la presente resolución a las Bachilleres, miembros del Jurado Evaluador, a los asesores y la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, para su conocimiento y demás fines.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA
DE TARMA
[Firma]
Mg. Elmer Robert Torres Gutiérrez
COORDINADOR DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA (e)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA
DE TARMA
[Firma]
Dra. Gina De La Cruz Calderón
SECRETARIA DOCENTE DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 0003-EPIA-FI-2026

En la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma Huancucro N° 2092, Acobamba, a los 11 días del mes de junio del año 2026, siendo las 09:00 horas, en la “Sala de usos múltiples – Pabellón de estudios generales de la UNAAT”, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador, designado con Resolución de Coordinación de Facultad N° 074-2025-UNAAT/FI de fecha 28 de octubre de 2025.

Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Mg. Jimmy Pablo Echevarría Victorio
Secretario : Mg. Kenny Ruben Montalvo Morales
Vocal : Dra. Cecilia Yanett Reategui Valladolid
Accesitario : Dra. Gina De La Cruz Calderón

Con la finalidad de llevar a cabo el acto académico de sustentación de tesis: **“Desarrollo de bandejas biodegradables a partir del almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*)”**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, aprobado mediante Resolución de Coordinación de Facultad N° 036-2026-UNAAT/FI de fecha 08 de junio de 2026, donde se programa lugar, fecha y hora para el mencionado acto.

Sustentante(s):

Bach. Rocio Candiotti Bonzano

Asesor: Mg. Perfecto Chagua Rodríguez

Coasesor: Mg. Elmer Robert Torres Gutiérrez

Concluida la exposición y absueltas las preguntas, los miembros del Jurado Evaluador procedieron con la deliberación asignando la calificación siguiente:

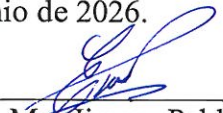
Escala valorativa:

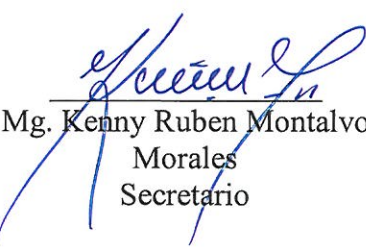
Excelente ☐ Bueno ☒ Regular ☐ Deficiente ☐

Resultado final.

Aprobado ☒ Desaprobado ☐ Por: UNANIMIDAD

Para constancia se expide la presente Acta, en la ciudad de Tarma a los once días del mes de junio de 2026.


Mg. Jimmy Pablo
Echevarría Victorio
Presidente


Mg. Kenny Ruben Montalvo
Morales
Secretario


Dra. Gina De La Cruz
Calderón
Accesitario



CONSTANCIA DE SIMILITUD

N° 009-FI-UI-2026

El responsable de la Unidad de investigación, hace constar mediante la presente, que la tesis titulada:

"Desarrollo de bandejas biodegradables a partir del almidón de semilla de palta Hass (*Persea americana*) y fibra de coronta de maíz amarillo duro (*Zea mays*)"

Autor : Bach. Rocio Candiotti Bonzano
Facultad : Ingeniería
Escuela profesional : Ingeniería Agroindustrial
Asesor : Mg. Perfecto Chagua Rodríguez
Co-asesor : Mg. Elmer Robert Torres Gutiérrez

Fue analizada por el software anti plagio TURNITIN bajo los siguientes criterios:

CRITERIOS DE SOFTWARE	DECISIÓN DE CONFIGURACIÓN DE ANÁLISIS
Excluye citas	X
Excluye Bibliografía	X
Excluye cadenas hasta 10 palabras.	X
Otros criterios (Especificar)	-

Luego de la evaluación el documento presenta un porcentaje de similitud de 20 %

Por tanto, de acuerdo con el reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma y la Directiva para la elaboración, presentación y sustentación de Tesis en la Facultad de Ingeniería aprobada con Resolución de Coordinación de Facultad N° 028-2024-CFI-UNAAT. Se declara la presente Tesis con un índice de similitud APROBADO.

Observaciones: Ninguna.

En señal de conformidad y verificación firma y sella la presente constancia.

Tarma, 16 de junio de 2026


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA
DE TARMA
Dr. WALTER JAVIER CUADRADO CAMPO
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería