



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Características físicas, mecánicas y porcentaje de biodegradación
de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos
agroindustriales y almidón de especies vegetales

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera industrial

AUTORA:

Cedano Silupu, Ericka Yessenia (orcid.org/0000-0003-1926-9336)

ASESOR:

Mg. Seminario Atarama, Mario Roberto (orcid.org/0000-0002-9210-3650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Innovación Tecnológica y Desarrollo Sostenible

PIURA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Al amor de mi vida, mi hijo Jorge Sebastián, porque él es el motivo para salir adelante, también a mis queridos padres Antero y Faustina por su apoyo incondicional; a mi hermana Anggie porque sé que ella verá este logro y seguirá los mismos pasos y a mi esposo Jorge, quienes gracias a todo su apoyo y su amor incondicional hago posible finalizar mi carrera.

Agradecimiento

A Dios por darme la fortaleza de culminar mi carrera, a mis padres por impulsarme a salir adelante con cada enseñanza y siempre estar presentes dándome ese empuje y la oportunidad en culminar la carrera, a mi esposo por su apoyo incondicional dándome las fuerzas para continuar en este camino profesional; al ing. Mario Atarama Seminario por sus enseñanzas y a la ing. Luciana Torres Ludeña por su asesorías, y finalmente a la Universidad Cesar Vallejo por los conocimientos brindados durante mi formación.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstrac	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1 Tipo y diseño de investigación:	12
3.2 Variables y operacionalización:.....	12
3.3 Población, muestra y muestreo.....	13
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5 Procedimientos	14
3.6 Método de análisis de datos.....	14
3.7 Aspectos éticos	14
IV. RESULTADOS	15
V. DISCUSIÓN.....	15
VI. CONCLUSIONES	29
VII. RECOMENDACIONES.....	31
REFERENCIAS.....	32
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla N° 1: Método de elaboración y materia prima usada en bandejas biodegradable	16
Tabla N° 2: Empresas que producen bandejas biodegradables	18
Tabla N° 3: Resumen de características físicas	20
Tabla N° 4: Resumen de características Mecánicas	21
Tabla N° 5: Resumen de porcentaje de biodegradación	23
Tabla N° 6: Características físicas de la fibra del banano	24
Tabla N° 7: propiedades físicas de fibra de caña de azúcar	24
Tabla N° 8: Características Fisicoquímicas de almidón de camote (<i>Ipomea batata</i>	25
Tabla N° 9: Características fisicoquímica del almidón la yuca (<i>Manihot esculentum</i>) variedad guayape	25

Índice de figuras

Figura 1: Composición de formulaciones usada por el investigador Stefani (2011)	2
Figura 2: Formulación de las bandejas elaboradas por el investigador Jamonetti 2015	2
Figura 3: Valores de insumos usados por el investigador Díaz 2017	3
Figura 4: Composición de mezclas usadas por el investigador Morón 2017	3
Figura 5: Composición de mezclas usadas por el investigador Beltrán 2017	4
Figura 6: Porcentaje de insumos utilizados por el investigador Díaz 2017	5
Figura 7: Composición de mezclas usadas por el investigador Romero 2019	5

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo Describir las características físicas, mecánicas y el porcentaje de biodegradación de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos agroindustriales y almidón de especies vegetales. El diseño de investigación fue no experimental de tipo documental, ya que solo se analizó los resultados de las investigaciones basadas en la elaboración de bandejas. La población de estudio fue finita, se utilizó nueve trabajos previos a partir de los cuales se obtuvo la descripción del estado de arte de la elaboración de bandejas biodegradables, se estudió el método y materia prima utilizada; asimismo se estudió el estado actual de la elaboración de bandejas biodegradables en el Perú, donde se evaluó las empresas que elaboran dicho producto, el lugar y materia prima que utilizan; por otro lado, para la descripción de las características físicas de las bandejas, se evaluó el espesor, densidad y color, mientras que para las características mecánicas, resistencia a la ruptura y elongación; finalmente se describió el porcentaje de biodegradación. En conclusión, este estudio permitió realizar lineamientos para la elaboración de platos biodegradables, en función a la materia prima, proceso y el método de elaboración.

Palabras clave: Bandejas biodegradables, Características físicas, Características Mecánicas, Biodegradación.

Abstract

The purpose of the present research paper was to describe the physical, mechanical characteristics and percentage of biodegradation of trays made from agro-industrial residue fibres and plant starch. The research design was non-experimental in documentary type, as only the results of research based on tray making were analyzed. The study population was finite, nine previous works were used from which the description of the state of the art of the elaboration of biodegradable trays was obtained, the method and raw material used was studied; the current state of the production of biodegradable trays in Peru was also studied, where the companies that produce this product, the place and raw material they use were evaluated; On the other hand, for the description of the physical characteristics of the trays, the thickness, density and color were evaluated, while for the mechanical characteristics, resistance to rupture and elongation; the percentage of biodegradation was finally described. In conclusion, this study allowed guidelines for the development of biodegradable dishes, based on the raw material, process and method of elaboration.

Keywords: Biodegradable trays, physical characteristics, mechanical characteristics, biodegradation.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación planteó como realidad problemática que, el inadecuado manejo en el reciclaje de los envases descartables derivados del petróleo genera una gran contaminación en el medio ambiente, debido a que estos productos tardan años en degradarse; según (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2018) indica que a nivel mundial se vierten cerca de 8 millones de toneladas de plástico anualmente y en el Perú se usa, un aproximado de 40 kilos de plástico por ciudadano al año.

Según (APARO LASSO, 2018) indica que desde 2017 la campaña Mares Limpios de ONU Medio Ambiente busca disminuir el uso de plásticos desechables y erradicar el uso de micro plásticos que generan contaminación al medio ambiente como son los océanos. En esta misión participaron catorce países del caribe y América Latina. Dentro de las cuales se encuentra Perú.

Por esta razón, es que a nivel mundial se elabora de envases biodegradables como una alternativa de mejora para el medio ambiente; según (DIEGO, 2014) indica que es una opción muy interesante para los fabricantes y consumidores debido a que ayudan a la concientización con el medio ambiente.

Se tomó de conocimiento que ya han realizado estudios para elaboración de envases biodegradables, utilizando diferentes tipos de fibras de residuos agroindustriales y almidones de especies vegetales y etc., elaborados con diferentes métodos. Esta investigación surgió para realizar descripciones de las características que cuentan las bandejas biodegradables ya elaboradas y así definir lineamientos para la producción de dicho producto.

Si el problema persiste y no se realiza un estudio para formular lineamientos para elaborar bandejas biodegradables a partir de fibras de residuos agroindustriales o almidón de vegetales en la provincia de Piura, entonces los ciudadanos seguirán usando platos de plásticos desechables a base de polietileno por tal motivo no se cumpliría la ley establecida desde el 2018 según el diario (EL PERUANO, 2018) donde informa que, el Congreso de la República ha dado la ley N° 30884, "*Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables*" donde especifica que a partir de entrada en vigencia dicha ley, se prohíbe el uso, adquisición y comercialización de envases plásticos en lugares declarados como

patrimonios, museos y etc. Como también especifican que en el lapso de 36 meses se prohíbe la fabricación distribución e importación de platos a base de polimérica.

Por lo tanto, la presente investigación describió el estado actual y características de bandejas biodegradables, para formular lineamientos en la elaboración de bandejas biodegradables aprovechando el componente que existe en la provincia de Piura.

En la presente investigación se formuló la pregunta de investigación: ¿Cuáles son las características físicas, mecánicas y porcentaje de biodegradación de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos agroindustriales y almidón de especies vegetales?

Respecto al ámbito valorativo, esta investigación se inclinó en brindar información de cómo brindar un manejo adecuado de los recursos naturales con los que cuenta en departamento de Piura, como son fibras de residuos agroindustriales o almidón de especies vegetales, de los cuales se pueden producir diversos productos a partir de ello y sobre todo los productos biodegradables que se realicen contribuirían con el cuidado del medio ambiente reduciendo así, el gran uso de platos desechables principalmente los que son hechos de polietileno, ya que son muy contaminantes, y su degradación es un aproximado 100 años.

Esta investigación proporcionó nuevos conocimientos, y a la vez el criterio analítico para futuros proyectos enfocados en la elaboración de productos elaborados a base de cualquiera de las materias primas utilizadas en las investigaciones estudiadas; beneficiando así a todos aquellos investigadores, empresas y organismos que guarden relación en elaboración de productos biodegradables.

Por tanto, la presente investigación se justifica dado que sirvió para describir las características de las bandejas biodegradables ya elaboradas y así se pueda tener de conocimiento con que materia prima se puede trabajar y si dicha materia existe en la región de Piura para la elaboración de dicho producto, permitiendo así la elaboración de bandejas biodegradables en la región y así se contribuirá con el cuidado del medio ambiente.

El presente trabajo tuvo como objetivo general: Describir las características físicas, mecánicas y porcentaje de biodegradación de bandejas elaboradas a partir de

fibras de residuos agroindustriales y almidón de especies vegetales; y como objetivos específicos: Describir el estado del arte de la elaboración de bandejas biodegradables, Definir el estado actual de la elaboración de bandejas biodegradables en el Perú, Describir las características físicas de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos agroindustriales y almidón de especies vegetales, Describir las características mecánicas de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos agroindustriales y almidón de especies vegetales, Describir el porcentaje de biodegradación de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos agroindustriales y almidón de especies vegetales y Formular lineamientos para la elaboración de bandejas biodegradables.

II. MARCO TEÓRICO

GARCÍA Y OTROS (2019) en su investigación titulado “Diseño del proceso productivo de bandejas biodegradables a partir de fécula de maíz”, en la evolución del mercado de plásticos biodegradables en Perú, según su estudio realizado hizo referencia que el Ministerio del Ambiente ha logrado tener una lista de empresas peruanas que producen y comercializan envases plásticos biodegradables a través de la campaña #MenosplásticosMásVida, de las cuales menciono tres principales; esta investigación fue seleccionada, debido a que estuvo relacionada con el objetivo 2 de la presente investigación, ya que se mencionará cuántas empresas peruanas fabrican bandejas biodegradables especificando por departamento.

Las investigaciones de PRETELL (2018), JACOMETTI (2015), ROMERO (2019) y DIAZ (2017) fueron elegidas porque estaban vinculadas con el tercer objetivo el cual fue: Describir las características físicas de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos agroindustriales y almidón de especies vegetales.

PRETELL (2018) en su trabajo de investigación presentó como objetivo específico: Determinar si la vajilla comestible a partir de biopolímeros de yuca (*Manihot esculenta*) y sábila (*Aloe vera*) cumple con las características físicas de uso; para la elaboración de este producto se utilizó una técnica artesanal y para determinar las características físicas de uso de dicho producto se realizó una encuesta donde se calificaba la apariencia, textura y aroma utilizando 149 vajillas conteniendo alimentos como son picante a la tacneña y mazamorra; donde obtuvo como resultado que el producto realizado cumplió con las características físicas de uso, ya que de acuerdo a los encuestados indicaron que puede ser utilizado para el uso y consumo y de acuerdo a los resultados se especificó que, el 63.1% de ciudadanos indicó que este producto contó con una textura delicada, el 47% buena apariencia, 46.3% indicaron que este no tenía agradable color, 41.6% agradable color y el 76% buena resistencia para soportar alimentos.

JACOMETTI (2015) realizó una investigación, el cual uno de sus objetivos específicos fue: Caracterizar las bandejas producidas en términos de espesor, densidad, color, capacidad de absorción de agua, isoterma de sorción de agua, propiedades mecánicas y microestructura (microscopía electrónica de barrido, FT-

IR y Difracción de rayos X, ^{13}C NMR) y térmica (TGA); para las características físicas se inició con determinar el color del envase a través de un colorímetro, las pruebas se realizaron 5 veces; para determinar el grosor de la bandeja se utilizó un micrómetro digital, para la densidad de las bandejas se calculó determinando la masa y el grosor de bandejas de 25 mm x 100mm y por ultimo para la capacidad de absorción de agua con medida de 25 x 25 mm se pesaron y empaparon de agua destilada con 100 ml.

Teniendo como resultados que el color de las bandejas está relacionado con la concentración y tipo de materia prima a utilizar; el grosor de las bandejas varió de 2.39 a 2.56 mm, la densidad oscilaron entre 0.34 y 0.39 g/cm³ y la capacidad de absorción de agua se visualizó que todas sus formulaciones realizadas tienen una alta capacidad de absorción; concluyendo que su alta absorción de agua de las bandejas solo se deben usar para productos secos.

DIAZ (2017) En su proyecto de investigación realizado, tuvo como objetivo general: Evaluar el efecto de la impregnación de almidón acetilado en bandejas biodegradables hechas a partir de almidón de oca en la capacidad de absorción de agua, propiedades mecánicas y fisicoquímicas de las mismas. En donde utilizo almidón de oca y fibra de peladilla de esparrago como materia prima para elaborar bandejas biodegradables, evaluando así las características físicas de las bandejas, donde las bandejas de oca no mostraron efectos en lo que fue espesor, pero si contó con un buen efecto en la densidad y color.

Teniendo como resultados que el color de las bandejas se vio afectada por los parámetros de luminosidad; la densidad tuvo como resulta 0.203 g/cm³.

ROMERO (2019) En su proyecto de investigación realizado tuvo como objetivo caracterizar la composición proximal de almidones de camote, oca y arracacha nativos del Perú, y producir y caracterizar bandejas basadas en estos almidones.

Se desarrollaron utilizando 3 tipos de almidón de cultivos andinos los cuales fueron: oca, camote y arracacha, fueron caracterizados en propiedades físicas como son color (colorímetro), densidad (g cm⁻³) y espesor medido con micrómetro manual.

Teniendo como resultados que, la humedad de las bandejas no se vio afectada por el tipo de almidón utilizado; el espesor oscilo desde 2.51 y 2.62 mm; la densidad

oscilaron desde 0.14 y 0.18 g cm⁻³; el color se visualizó en los tonos de amarillo y rojo.

Como conclusión se demostró la viabilidad del uso de almidones nativos peruanos para la elaboración de bandejas de espuma por termopresión, donde se visualizó una buena expansión de las bandejas, finalizando así la elaboración de biomateriales con baja densidad.

Las investigaciones de BELTRAN (2017), MORON (2017) y ROMERO (2019) fueron elegidas porque estaban vinculadas con el cuarto objetivo de la presente investigación: Describir las características mecánicas de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos agroindustriales y almidón de especies vegetales.

BELTRAN (2017) en su proyecto de investigación realizado tuvo como objetivo: Desarrollar bandejas biodegradables de almidón de oca y evaluar el efecto de la adición de fibra de bagazo y cascara de espárrago en las propiedades físico-químicas y mecánicas de las bandejas; para evaluar sus propiedades mecánicas de las muestras del producto se realizaron a través ensayos de compresión y tensión.

Se realizaron las características mecánicas de resistencia a la ruptura y elongación con tiras de 100 mm por 25 mm; obtuvo como resultado que, la adición de la fibra de bagazo de caña de azúcar o peladilla de espárragos no mejoró las características mecánicas del producto. La incorporación de fibras a la matriz polimérica tampoco ayudo a la mejora de la estabilidad térmica de las espumas, lo que está en concordancia con las características mecánicas. Asimismo; el investigador evaluó las características mecánicas de bandejas de poliestireno expandido (EPS), el cual tuvo como resultado que la resistencia a la rotura fue de 0,83 ±0,11 MPa y la elongación fue de 2,82+ 0.38%.

Como conclusión la adición de la fibra SB (la fibra de bagazo de caña de azúcar) o AP (peladilla de espárragos) no ayudo a la mejora de las características mecánicas de las bandejas.

MORON (2017) en su proyecto de investigación, tuvo como objetivo específico: Desarrollar bandejas biodegradables de almidón de arracacha y evaluar el efecto de la adición de fibra de bagazo (SB) y peladilla de espárrago (AP) en las

propiedades físico-químicas y mecánicas de las bandejas de almidón, para evaluar las propiedades mecánicas de las muestras de las bandejas se realizó a través de ensayos de tensión y compresión con tiras de 100 mm por 25 mm.

Donde evaluó la resistencia a la ruptura y elongación; teniendo como resultado que la adición de las fibras SB mejoró la resistencia a la ruptura de dichas bandejas con 0.76 Mpa a diferencia de la incorporación de fibra AP. La elongación de bandejas con fibra SB no fue muy afectada hasta la adición del 15% de dicha fibra con 0.90.

Esta investigación también realizó las propiedades mecánicas de EPS donde tuvo como resultados que la resistencia a la rotura fue de $0,83 \pm 0,11$ Mpa y la elongación fue de $2,82 + 0.38\%$.

Donde concluyó que las bandejas a partir de almidón de arracha contaron con buenas propiedades mecánicas y por ende se puede considerar como un material que puede sustituir el EPS.

ROMERO (2019) En su proyecto de investigación tuvo como objetivo específico: comparar las propiedades físicas y mecánicas de las bandejas a base de almidones de camote, oca y arracha, donde determinó las propiedades mecánicas las cuales fueron la resistencia a la ruptura y elongación, donde las muestras tenían las dimensiones de 25 mm x 100 mm. Teniendo como resultado que las bandejas de oca y camote tuvieron los resultados más altos de resistencia a la ruptura y la bandeja a partir de arracha obtuvo el valor más alto en elongación.

Esta investigación también realizó las propiedades mecánicas de EPS donde tuvo como resultados que la resistencia a la rotura fue de $1,32 \pm 0,10$ Mpa y la elongación fue de $2,74 + 0.38\%$.

Tuvo como conclusión que los almidones utilizados presentaron alto contenido de amilosa, el cual favoreció la formación de dichas bandejas; asimismo recomendó que se debe realizar un estudio agregando fibras para mejorar las propiedades mecánicas ya que estas mejoras pueden ayudar a elaborar nuevos productos biodegradables para el uso de alimentos.

Las investigaciones de STEFANI (2011) y DIAZ (2017) fueron elegidas porque estaban vinculadas con el quinto objetivo de la presente investigación: Describir el

porcentaje de biodegradación de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos agroindustriales y almidón de especies vegetales.

STEFANI (2011) En su tesis realizada, tuvo como objetivo específico: Determinar la biodegradación en el suelo a través de la pérdida de masa de las bandejas, para el cual la prueba de biodegradación se realizó en un suelo arcilloso para así poder determinar el porcentaje de pérdida de las bandejas, teniendo como resultado, el cual fue posible observar una rápida disminución de masa en función al tiempo empleado, las muestras de las bandejas estudiadas como son: control 1 (almidón) y F20 (20g de fibra/ 100g de solidos) tuvieron mayor porcentaje de pérdida de peso. Tuvo como resultado que las bandejas biodegradables elaboradas y la adición de nanoarcilla, garantiza el proceso de biodegradación del producto antes mencionado.

DIAZ (2017) en su tesis titulada realizada, tuvo como objetivo específico: Estimar el porcentaje biodegradado de la bandeja por microorganismos del suelo en un período de 40 días considerando la norma ASTM D 5488-944. Para estimar la biodegradación se colocó cada muestra en forma rectangular 6 x 4 cm en una bolsa de malla rotulada fueron enterradas en un hoyo de 60 x 30 cm con una profundidad de 15 cm, el tiempo de degradación se evaluó con la norma ASTM D 5488-944 (ASTM 2013) en un ambiente húmedo mientras cuarenta días

Tuvo como resultado que en los 40 días de evaluación, la temperatura insito en las reacciones químicas, asimismo incremento la tasa de crecimiento microbiano en los días 15,25 y 35; en el día 25 se presentó una degradación pasiva, en el día 30 mostro como resultado un 100% de área degradada, el cual presento que las concentraciones definidas desde el comienzo del estudio alcanzaron una buena degradación; teniendo como conclusión que, las concentraciones de las variables independientes, lograron una tasa de degradación del 100% de acuerdo a la norma ASTM D 5488-944 en un ambiente húmedo.

De acuerdo a las teorías relacionadas se tomó como concepto de bandeja a (RAMIREZ PANTALEÓN, 2019). Es un recipiente que puede tener diferentes usos, inicialmente como una pieza de vajilla para servir comida; estos pueden presentarse en diferentes formas, tamaños y colores, en la mayoría de los casos

pueden tener una forma circular, un poco onda en su interior y ligeramente liza en los bordes.

Bandejas biodegradables conocidas también como bandejas ecológicas, buenas para servir alimentos, las cuales están compuestas por materiales naturales y cuentan con una fácil descomposición en un poco tiempo y sobre todo este producto contribuye con el cuidado del medio ambiente.

Según (VIRGINIE, 2011) las bandejas de polietileno, son fabricadas con etileno, el cual es un derivado de gas natural, cuentan con una vida útil de aproximadamente 30 años y su empleo como envase de usar y tirar es medioambientalmente problemática por su lenta degradación ya que puede tardar cerca de 100 años en degradarse.

Biodegradación es la descomposición a través de un proceso natural biológico con ayuda de microorganismos, animales y bacterias en presencia de oxígeno para dar dióxido de carbono, agua, sales minerales. (SUCA, 2019).

Norma ASTM D-5488-944 define la biodegradabilidad como la capacidad de un material en descomponerse a través de agua, dióxido de carbono, componentes orgánicos y metano, en el cual el mecanismo predominante es la acción enzimática de microorganismos. (Demicheli, 2000)

Las fibras de residuos agroindustriales, son aquellos generados de un proceso de transformación de productos agrícolas, muchos de ellos se dejan en el campo para su respectiva descomposición, principalmente son fibras de tallos, hojas, semillas y cascara, los cuales son materiales naturales y renovables para la producción de productos. (SIBAÑA, y otros)

Polímeros son macromoléculas orgánicas obtenidas de la polimerización de uno o más monómeros, estos contienen elevadas masas moleculares. El almidón es un polímero natural (RIBA ROMEVA, 2008)

El almidón es una sustancia que se consigue exclusivamente de los vegetales, es un agente antiadherente con diferentes usos, que funciona como plastificante, puede utilizarse para la elaboración de embalajes de espuma, envases biodegradables, etc. Las propiedades del almidón varían de acuerdo al que producto que se extrae y la variedad. La mayoría de los almidones contienen entre

10-20% de amilosa y 80-90% de amilopectina, las cuales son moléculas que se componen de cadenas largas de moléculas de glucosa. (CASTELLS, 2009)

La densidad es una de las propiedad más decisivas en la selección de un producto; es la relación entre la masa y el volumen de un material; su unidad de análisis es $\text{Mg/m}^3 = \text{g/cm}^3$ y la densidad de los polímeros es baja con (0,85- 2,20 Mg/m^3 . (RIBA ROMEVA, 2008)

Termoprensado del plástico es el proceso de elaboración que consiste en verter el material a un molde y con otro sobre él, donde se aplica presión y calor, ya que cuando se caliente este se endurece cuando se enfría; el termoprensado actualmente se realiza entre 50-150 bar a temperatura de 130-160 °C y el tiempo suele oscilar entre 10 y 60 segundos por mm de espesor. (CAPELLA, 2018)

Termoformado o termoconformado es el proceso donde se da forma a una lámina a través de una temperatura, donde se utiliza un molde ya sea de madera o aluminio; donde se forma el molde mediante la acción de presión y con la temperatura alta. (CAPELLA, 2018).

Dentro del concepto de características físicas y mecánicas; según (IGLESIAS SALAS, 2013) dice que, una característica física es donde se describe un producto y se define su estado; algunas características físicas son: color, densidad, espesor y etc. y una característica mecánica son aquellas propiedades de los sólidos que se expresa cuando se realiza una fuerza exterior sobre el producto, algunas de las propiedades mecánicas son: resistencia a la ruptura, elongación, dureza, plasticidad, elasticidad, ductilidad y etc.

El ensayo de tensión – deformación se realiza sobre una probeta, donde se aplica una sollicitación hasta llegar a la rotura en un corto tiempo donde se registra la relación de la tensión y deformación (se calculan a partir de las dimensiones iniciales de la probeta). El ensayo más utilizado en los polímeros es la tracción, donde también se utilizan la flexión y compresión; estos ensayos tiene como resultado las propiedades mecánicas como son: Resistencia a la rotura (m , MPa), limite elástico (e , MPa), alargamiento en la rotura o elongación (A , %) y módulo de elasticidad (E , MPa). (RIBA ROMEVA, 2008)

Resistencia a la rotura (MPa): Tensión convencional a rotura en el diagrama de tensión-deformación; señala la capacidad de resistencia de un producto y forma una referencia de cálculo para productos frágiles. (RIBA ROMEVA, 2008).

Alargamiento en la rotura o elongación (A, %) es el porcentaje de deformación a la rotura referido a una longitud inicial; caracteriza a los productos con frágiles (A <5%) y dúctil (A >5%). (RIBA ROMEVA, 2008).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación:

Según la finalidad que persigue:

El presente proyecto de investigación, tuvo carácter aplicada, según (HERNANDEZ SAMPIERI, y otros, 2010). En su libro Metodología de la Investigación, dice que “tiene la intención de mejorar la calidad de vida y contribuir con la construcción de nuevos conocimientos”.

Según su nivel o alcance:

Pertenece a un nivel descriptivo, ya que en este proyecto de investigación se describió las características que analizaron los investigadores en cada uno de sus proyectos. Según (BERNAL TORRES, 2006) define “Reseña rasgos, cualidades (..) de la población objeto de estudio”.

Según la temporalidad:

Concierne a una investigación transversal, debido a que la presente investigación se realizó en el transcurso de un corto tiempo (HERNANDEZ SAMPIERI, y otros, 2010).

Según la fuente de información:

Este proyecto de investigación, tuvo como fuente de investigación carácter documental, según (BERNAL TORRES, 2006) en su libro de Metodología de la Investigación, dice que “Una investigación documental es analizar y evaluar el contenido escrito sobre el tema de objeto del estudio y realizar un análisis comparativo (...)”, lo cual se realizó en la presente investigación analizar las características de las bandejas elaboradas.

Diseño de investigación:

Esta investigación corresponde a un diseño no experimental, ya que, no se manipuló ninguna variable; solo se observaron los resultados de las investigaciones y luego fueron analizados por el investigador.

3.2 Variables y operacionalización:

La variable de estudio fue Características físicas, mecánicas y porcentaje de biodegradación de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos agroindustriales y almidón de especies vegetales, teniendo seis categorías las cuales fueron: Estado del arte de elaboración de bandejas, Estado actual de elaboración de bandejas, Características físicas, Características mecánicas, Biodegradación y lineamientos Se muestra en el anexo 5.

3.3 Población y muestra

La población que se consideró en la presente investigación es finita, fue conformada por trabajos de investigación. La información obtenida fue seleccionada con un criterio estratégico para el desarrollo.

Este varió de acuerdo a las categorías planteadas en la operacionalización de variables, donde en cada categoría tiene una unidad de análisis; en este caso se tuvieron las siguientes unidades de análisis: proceso, sistemas y bandejas biodegradables. Para el primer objetivo se tuvo una población conformada por ocho procesos, respecto al segundo objetivo se tuvo una población de un sistema, para el tercer objetivo se consideró una población de cuatro bandejas a analizar, en el cuarto objetivo se usó una población de tres bandejas, en el quinto objetivo hubo una población de tres bandejas biodegradables a analizar y finalmente para el sexto objetivo se utilizó una población de 8 bandejas. Ver anexo 5

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad de los instrumentos

Se utilizó la técnica de análisis documental el cual consistió en la recopilación de investigaciones que permitió extraer información realizando descripciones que permitieron su fácil entendimiento de los resultados requeridos. (METODOLOGÍA, 2016).

Los instrumentos de recolección de datos fueron fichas bibliográficas resumen, las cuales se pueden visualizar en los anexos del 4.1, 4.2, 4.3 y en el anexo 5 al 13 se visualiza las técnicas e instrumentos de recolección.

Considerando que, la técnica utilizada fue de análisis documental, la validez de los instrumentos no es necesaria; por otra parte dado que no es necesaria la validez de los instrumentos tampoco lo es su confiabilidad. (METODOLOGÍA, 2016).

3.5 Procedimientos

El procedimiento que tuvo la presente investigación estuvo relacionada con la descripción del estado de arte, situación actual de las bandejas biodegradables en el Perú, características físicas, mecánicas y porcentaje de biodegradación de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos agroindustriales y almidón de especies vegetales.

Se realizó la búsqueda de referencias enfocadas en el tema a investigar donde se realizó una evaluación preliminar clasificando las fuentes a estudiar de acuerdo a su importancia.

Realizando así, un esquema donde se dividieron las investigaciones que serían utilizadas para cada objetivo a estudiar. Por consiguiente se realizó la lectura de los capítulos de los trabajos de investigación y artículos escogidos.

Se elaboró, fichas bibliográficas resumen según el esquema, las cuales fueron para el estado de arte de las bandejas biodegradables, estado actual de elaboración de bandejas y características de las bandejas biodegradables.

Finalmente se realizó una descripción preliminar para finiquitar los intereses requeridos por la investigación, donde se procedió a la redacción del informe final, donde surgieron los resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones.

3.6 Método de análisis de datos

Se utilizó el método de análisis cualitativo, el cual permitió tener información de varias fuentes relacionadas al tema estudiado como son las bandejas biodegradables. (GRAHAM R., 2012)

3.7 Aspectos éticos

Este trabajo de investigación se desarrolló dentro del marco establecido por la universidad, según sus lineamientos de ética. Cuenta con información real y con fuentes citadas completamente confiables debidamente referenciadas. Este proyecto también contribuye con el cuidado del medio ambiente presentando productos biodegradables para disminuir la contaminación ambiental que se da en la actualidad.

IV. RESULTADOS

Para la descripción de las características físicas, mecánicas y porcentaje de biodegradación, se describió el estado del arte de la elaboración de las bandejas biodegradables a partir de la evaluación de los métodos de elaboración y materias primas de 8 procesos; asimismo se describió el estado actual en el Perú evaluando las empresas que producen bandejas; también se describieron las características físicas: espesor, densidad y color de 4 bandejas; también se describieron las características mecánicas: resistencia a la ruptura y elongación de 4 bandejas y finalmente se describió la biodegradación de 2 bandejas.

Para la descripción del estado del arte de la elaboración de bandejas biodegradables, los trabajos estudiados fueron a partir del año 2011 al 2019; tres de ellos fueron internacionales y cinco peruanas; se organizó de acuerdo al método de elaboración y materia prima utilizada, tal como se muestra en la tabla N° 1.

Con respecto al método de elaboración siete investigadores utilizaron dos métodos principales denominados: termoprensado y termoformado; y PRETELL (2018) desarrolló la elaboración de una vajilla a través del método artesanal, este método se llevó a cabo debido a que fue un producto nuevo, donde no existen muchos estudios.

Por otro lado, en relación a la materia prima usada en la elaboración de las bandejas estudiadas, las más utilizadas fueron fibras de: caña de azúcar y peladilla de esparrago y almidones de: yuca, camote, arracha y oca.

Tabla N° 1: Método de elaboración y materia prima usada en bandejas biodegradable

Autor/Año	Departamento/ País	Método	Materia Prima
STEFANI (2011)	Londrina-Brasil	Termoformado	Almidón de yuca, fibras de bagazo de caña de azúcar y nanoarcilla
JACOMETTI (2015)	Londrina-Brasil	Termoprensado a 150 ° C durante 14 min y presión 10 MPa	Fibra de pseudotallo de banano y almidón de yuca
MORON (2017)	Trujillo-Perú	Termoprensado a 140°C durante 18 min. y 60 bar.	Almidón de arracacha, fibra de bagazo de caña y peladilla de espárrago
DIAZ (2017)	Honduras	Termoprensado a 65 °C durante 3 min.	Rastrojo de maíz, fibra de soya, almidón de papa y glicerol
BELTRAN (2017)	Trujillo-Perú	Termoprensado a 140°C durante 18 min. y 60 bar.	Almidón de oca, fibra de caña de azúcar y peladilla de espárrago
DIAZ (2017)	Trujillo-Perú	Termoformado a 160°C durante 10 min.	Almidón de oca y fibra de peladilla de espárrago
PRETELL (2018)	Lima-Perú	Artesanal a 35 minutos a 190°C	biopolímeros de yuca y sábila
ROMERO (2019)	Trujillo-Perú	Termoprensado a 140°C durante 18 min. y 60 bar.	Almidón de arracacha, oca y camote

Elaboración propia, 2020

Para el método de elaboración, se visualizó que en la investigación de Pretell (2018) utilizó el método artesanal, esto es debido a que en esta investigación, desarrolló una innovación en la elaboración ya que no solo se centró en que la bandeja sea

biodegradable sino, que está sea consumida conteniendo valores nutritivos; asimismo, se pudo visualizar que las investigaciones de Morón (2017), Beltrán (2017) y Romero (2019) utilizaron el mismo método de termoprensado en una máquina de moldeo por compresión con igual temperatura 140 ° C durante 18 minutos y 60 bar y la investigación de JACOMETTI (2015) utilizó el método de termoprensado a una temperatura de 150 ° C durante 14 min y presión 10 MPa; estos parámetros usados por los investigadores se encuentran dentro del rango adecuado, según (CAPELLA, 2018), quien determina que los valores para realizar el termoprensado es entre 50-150 bar a temperatura de 130-160 °C y el tiempo suele oscilar entre 10 y 60 segundos por mm de espesor.

Respecto a la materia prima utilizada no existe un denominador común para la elaboración, pero se pudo observar que con el transcurrir de los años se han evaluado diferentes fibras y almidones producidos en el departamento/país en el que fue desarrollada cada investigación. Sin embargo, el almidón ha sido la materia prima principal para la elaboración de bandejas como se pudo visualizar dentro de las composiciones de elaboración tal como se muestran en las figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

Cabe recalcar que, según (CASTELLS, 2009) el almidón es muy útil en la elaboración de bandejas, ya que es un agente antiadherente con diferentes usos, que funciona como plastificante en la producción de recipientes biodegradables; la mayoría de los almidones contienen entre 10-20% de amilosa y 80-90% de amilopectina, las cuales son moléculas que se componen de cadenas largas de moléculas de glucosa.

Para la definición del estado actual de la elaboración de bandejas biodegradables en el Perú, se consideró investigar que empresas fabrican el producto antes mencionado, como también en qué lugar del Perú son producidos y qué materia prima utilizan.

Tabla N° 2: Empresas que producen bandejas biodegradables

Nombre	Lugar	Materia prima
Arbok	Lima- Pueblo Libre	Almidón / fécula de maíz y/o bagazo de caña de azúcar
Sasha Natura	Huánuco	Hojas y tela film
Qaya Ecoenvases	Lima-Pueblo libre	No especifica
Green Pack Perú	Lima-Surquillo	Fibra de caña de azúcar o fécula de maíz
D' Raphi	Lima-Carabaillo	Insumos naturales
Ecoempaques	No especifica	Papel moldeado de fibras recicladas
Ecopack	Lima-surco	Fibra de caña de azúcar y trigo, fécula de maíz y celulosa de bambú.
Ecologics	Lima –Surco	No especifica
Leaf Pack	Lima-Magdalena del Mar	Hojas de palmeras
Terra Pack	Lima-Surquillo	Fibras de fécula de maíz y caña de azúcar
Ecolove Perú	Lima-San Isidro	Fibra de caña de azúcar
Natrurpak	Lima-Surquillo	Fibra de caña de azúcar y fécula de maíz
Qapac Runa	Lima-La Molina	Fibra de caña de azúcar

Elaboración propia, 2020

V. DISCUSIÓN

Se pudo observar que, en el Perú la mayor producción de bandejas biodegradables se lleva a cabo en la ciudad de Lima, donde la fibra de caña de azúcar y el almidón de maíz son unas de las materias primas más usadas.

El incremento de empresas en la elaboración de productos biodegradables probablemente continuará, debido a que el Estado Peruano ya tiene vigente la ley N° 308804 “*Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables*”; el Ministerio del Ambiente ha creado una campaña #MenosplásticosMásVida, el cual está integrando a esta campaña las empresas que producen y comercializan envases plásticos biodegradables.

Para la descripción de las características físicas de las bandejas biodegradables, se evaluó cuatro investigaciones donde se estudiaron el espesor, densidad y color de dichas bandejas.

Para el inicio de la determinación de las características físicas las investigaciones de JACOMETTI (2015) , DIAZ (2017) y ROMERO (2019) determinaron el espesor de las bandejas, a través de un micrómetro digital y fueron calculados con media aritmética de diferentes mediciones en diferentes puntos de sus respectivas muestras; para la densidad los investigadores determinaron sus resultados en relación entre la masa (g) y el volumen (cm³) finalmente para determinar el color, utilizaron la escala CIE-Lab con los parámetros de color: L*= luminosidad, cero equivale a negro y 100 equivale a blanco, a*= coordenadas rojo/verde (-80 a cero = verde, cero a 100 = rojo), b*= coordenadas amarillo/azul (-100 a cero = azul, cero a 100 = amarillo) y la variación total de color (ΔE) lo calcularon utilizando las medidas de color de las bandejas de control como referencia, con la siguiente ecuación:

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

La investigación de PRETELL (2018) solo estudió el color de la bandeja, a través de una encuesta con la siguiente pregunta: ¿El color de la vajilla comestible elaborada a partir de biopolímeros de yuca (*Manihot esculenta*) y sábila (*Aloe vera*) es de su agrado?

Tabla N° 3: Resumen de características físicas (ver anexo14)

	JACOMETTI (2015)	DIAZ (2017)	PRETELL (2018)	ROMERO (2019)
Espesor (mm)	2.39 a 2.56 mm	2.595 a 2.690 mm	No evaluó	2.51 a 2.62 mm
Densidad (g/cm ³)	0.34 a 0.39 g/cm ³	0.158 a 0.203 g/cm ³	No evaluó	0,14 a 0,18 g/cm ³
Color	L*(39.97a78.62) a* (0.50 a 6.60) b* (1.77 a 15.54)	L*(71.76 a 73.59) a* (0.96 a 1.11) b* (2.66 a 3.67)	46.3% desacuerdo y 41.6% de acuerdo	L*(72.23a75.05) a* (0.80 a 1.60) b* (1.53 a 4.58)

Elaboración propia, 2020

La investigación de JACOMETTI (2015) presentó altos parámetros de luminosidad L*, y coordenadas de a* y b*; donde en el parámetro L* fue de 78.62 en la elaboración de la bandeja de control donde fue producida solo con almidón de yuca con 100 kg y agua con 100 kg, por lo tanto, menos oscurecimiento se tiene como resultado mayor luminosidad L* con un espesor de 2.56 mm ; en el parámetro a* fue de 6.60 (rojo) en la bandeja fue elaborado con adición de fibra de pseudotallo, siendo su formulación de almidón de yuca 85 kg, RFPB 15 kg y agua 130 kg con un espesor de 2.37 mm; y para el parámetro b* el valor más alto fue de 15.54 (amarillo) con la formulación de almidón de yuca 90 kg, RFPB 10 kg y agua 130 kg con un espesor de 2.52 mm. Cabe mencionar que el color de las bandejas está relacionada con el tipo de materia a utilizar.

La densidad es la relación entre la masa y el volumen de un material; su unidad de análisis es g/cm³ y la densidad de los polímeros es baja con 0,85- 2,20 Mg/m³. (RIBA ROMEVA, 2008). En el estudio se pudo observar que la densidad más alta obtuvo la investigación de JACOMETTI (2015) con 0.39 g/cm³ con la formulación de almidón de yuca 90 kg, RFPB 10 kg y agua 130 kg; la densidad fue baja de acuerdo al rango establecido.

Para la descripción las características mecánicas de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos agroindustriales y almidón de especies vegetales; se

consideró cuatro proyectos de investigación, donde estudiaron la resistencia a la ruptura y elongación de las bandejas.

Para determinar las características mecánicas de las bandejas, los cuatro investigadores utilizaron un analizador de textura modelo TA.HDPlus (Stable Micro System, Surrey, Reino Unido), donde BELTRAN (2017) y MORON (2017) lo realizaron con una célula de carga de 10 N, ROMERO (2019) lo realizó con una célula de carga de 25N y JACOMETTI (2015) antes de realizar pruebas mecánicas, los bandejas fueron acondicionadas en desecadores durante siete días a 25 ° C, bajo diferente humedad relativa (RH) (RH = 33, 58 y 90%); para determinar las características mecánicas como son resistencia a la ruptura y elongación de las muestras de las bandejas los investigadores realizaron los ensayos de tensión y compresión. Las muestras se realizaron con dimensiones de 25 mm x 100 mm se fijaron en la base de una máquina con una separación de agarre inicial de 80 mm y una velocidad de cruceta de 2 mm /s.

Tabla N° 4: Resumen de características Mecánicas (ver anexo 15)

	BELTRAN (2017)	MORON (2017)	ROMERO (2019)	JACOMET TI (2015)
Resistencia a la ruptura (MPa)	0.79 MPa	0.78 MPa	0.67 MPa	1.4 MPa
Elongación (%)	1.60 %	0.90 %	1.13 %	23.3%

Elaboración propia, 2020

La investigación de JACOMETTI (2015) presentó mayor resistencia a la ruptura con 1.4 (MPa) con la formulación de almidón de yuca 85 kg, RFPB 15 kg y agua 130 kg, bajo humedad del 90%.

La resistencia a la ruptura señala la capacidad de resistencia de un producto y forma una referencia de cálculo para productos frágiles (RIBA ROMEVA, 2008) . La elaboración de la bandeja a base de almidón de yuca y fibra de bagazo de caña de azúcar queda como referencia que cuenta con una resistencia a la ruptura de 1.4 (MPa).

Asimismo dicha investigación obtuvo una elongación de 23.3 (%) en la elaboración de una bandeja a base de almidón de yuca 85 kg, RFPB 15 kg y agua 130 kg, bajo humedad del 90%.

El alargamiento en la rotura es el porcentaje de deformación a la rotura referido a una longitud inicial; caracteriza a los productos con frágiles ($A < 5\%$) y dúctil ($A > 5\%$). (RIBA ROMEVA, 2008). En ese sentido la bandeja realizada por JACOMETTI (2015) se considera como un producto dúctil de acuerdo a los rangos indicados.

Cabe mencionar que, los investigadores BELTRAN (2017), MORON (2017) y ROMERO (2019) realizaron las mismas pruebas mecánicas a las bandejas a base poliestireno expandido, donde tuvieron como resultado en la resistencia a la rotura fue 0,83 MPa, 0,83 MPa y 1,32 MPa; y en la elongación fue de 2,82%, 2,82% y 2,47%; en ese sentido la elaboración de bandejas realizadas con almidón de yuca y adición de fibra de pseudotallo contaron con buenas propiedades mecánicas y por ende se puede considerar como un material que puede sustituir el EPS.

Para la descripción del porcentaje de biodegradación de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos agroindustriales y almidón de especies vegetales; se estudió tres proyectos de investigación las cuales fueron internacionales (Brasil y Honduras).

Para determinar el porcentaje de biodegradación, la investigación de STEFANI (2011) determinó el porcentaje de biodegradación a través de la pérdida de masa de material enterrado en un suelo arcilloso en un promedio de 90 días y DIAZ (2017) determinó el tiempo de degradación con la norma ASTM D 5488-944 (ASTM 2013) en un ambiente húmedo en un promedio de 40 días.

Tabla N° 5: Resumen de porcentaje de biodegradación (ver anexo 16)

	STEFANI (2011)	JAMONETTI (2015)	DIAZ (2017)
Biodegradación (%) en días	85.5% en 90 días	48.34% no especifica los días	100 % en 30 días

Elaboración propia, 2020

El proyecto de investigación de STEFANI (2011) realizó nueve tratamientos para la elaboración de bandejas, de las cuales para el estudio del porcentaje de biodegradación usó solo cuatro tratamientos y siendo uno de ellos el que obtuvo el 85.5% de biodegradación en los 90 días, tal cual era el tiempo de estudio, dicha

bandeja fue elaborada a base de 100 gr de almidón de yuca, 80 gr de masa de suspensión y 100 ml de agua.

La investigación de JAMONETTI (2015) realizó el Análisis termogravimétrico el cual es un método de análisis térmico en el cual la masa de una muestra se mide a lo largo del tiempo a medida que cambia la temperatura y con ese análisis determino la biodegradación, donde obtuvo el valor más alto de 48.34% de biodegradación con un pico de temperatura de 297,98 en la formulación a base de 85 kg de almidón de yuca, RFPB 15 kg y agua 130 kg; cabe mencionar que el estudio no especifica los días que tuvo el análisis de degradación.

La investigación de DIAZ (2017) realizó 12 tratamientos en la elaboración de bandejas, de las cuales trabajó solo con cinco tratamientos; la bandeja elaborada a base de 10% de rastrojo de maíz y 6.5 % de glicerol obtuvo el 100% de biodegradación a partir del día 30. Cabe recalcar que su estudio abarcó hasta los 40 días y sus evaluaciones para el porcentaje de biodegradación fueron cada cinco días: el día 35 obtuvo 97.31% y a los 40 días también obtuvo un 100% de biodegradación con la misma cantidad de materia prima antes mencionada.

Estas tres investigaciones contaron con un buen porcentaje de biodegradación a diferencia de las bandejas hechas a base de polietileno y su empleo como envase de usar y tirar es medioambientalmente problemática por su lenta degradación ya que puede tardar cerca de 100 años en degradarse. (VIRGINIE, 2011) .

Para los lineamientos de la elaboración de bandejas biodegradables, se consideraron los criterios en relación a la materia prima, método a utilizar y finalmente el procedimiento a usar.

De acuerdo al estudio realizado, se observó que la investigación de JACOMETTI (2015) utilizó fibra de pseudotallo de banano y almidón de yuca, las investigaciones de MORON (2017), STEFANI (2011) y BELTRAN (2017) dentro de su materia prima usada, utilizaron fibra de bagazo de caña de azúcar y ROMERO (2019) utilizó almidón de camote.

Estas cuatro materias primas se producen en el departamento de Piura, las cuales se sugieren para la elaboración de bandejas biodegradables en el departamento antes mencionado.

El banano orgánico (Cavendish) es un fruto muy cultivado en el Perú. Según el Ministerio de Agricultura (2015). El pseudotallo es la parte de la planta del banano que tiene mucha forma de un tronco, pero este es un falso tallo denominado como pseudotallo,

Las características físicas de la fibra de banano, Según (ABAD BARAHONA, y otros, 2012) fue el siguiente.

TABLA N° 6: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FIBRA DEL BANANO

Longitud	3m (Max)
Finura y diámetro	0.18-0.20 mm
Rizado	húmedo
Propiedades térmicas	Bajas
Propiedades eléctricas	Aislamiento y resistencia
Propiedades mecánicas	Resistente y fuerte a la Tracción, torsión y tención
Resistencia al agua	El agua salada no le afecta
Acción a la intemperie	Cambio de coloración

Fuente: (ABAD BARAHONA, y otros, 2012)

La productividad de la caña de azúcar es de 300 toneladas métricas por hectárea al año; dada esta alta producción el residuo de fibra de caña de azúcar es uno de los residuos que tiene un inadecuado manejo en el norte del Perú. (ANDINA, 2010)

TABLA N° 7: PROPIEDADES FÍSICAS DE FIBRA DE CAÑA DE AZÚCAR

Parámetros	Unidad	Valor promedio
Humedad	(%)	7,57±1,9E-01
Densidad	(g/cm ³)	0,0697±6,9E-06
Porosidad	-	0,60±1,4E-05

Fuente: (MARTINEZ NODAL, y otros, 2017)

El camote y la yuca son dos de los productos agrícolas más cultivados en el departamento de Piura. Según (Minagri, 2019) dice que la siembra del camote es de 755 hectáreas con 12 451 toneladas; y la yuca, 891 hectáreas y 6 660 toneladas.

El camote es considerado como una fuente de antioxidantes y fibras, que tiene vitaminas A, B, C y E. Por cada 100 g de este tubérculo se obtiene 12 g de almidón de éste. (ACOSTA DOMINGUEZ, 2011).

Tabla N° 8: Características Físicoquímicas de almidón de camote (*Ipomea batata*)

Amilopectina	Amilosa	Temperatura de geltinización	Claridad de gel
80.4%	19.6%	61.3°C	51.8%

Fuente: (ACOSTA DOMINGUEZ, 2011)

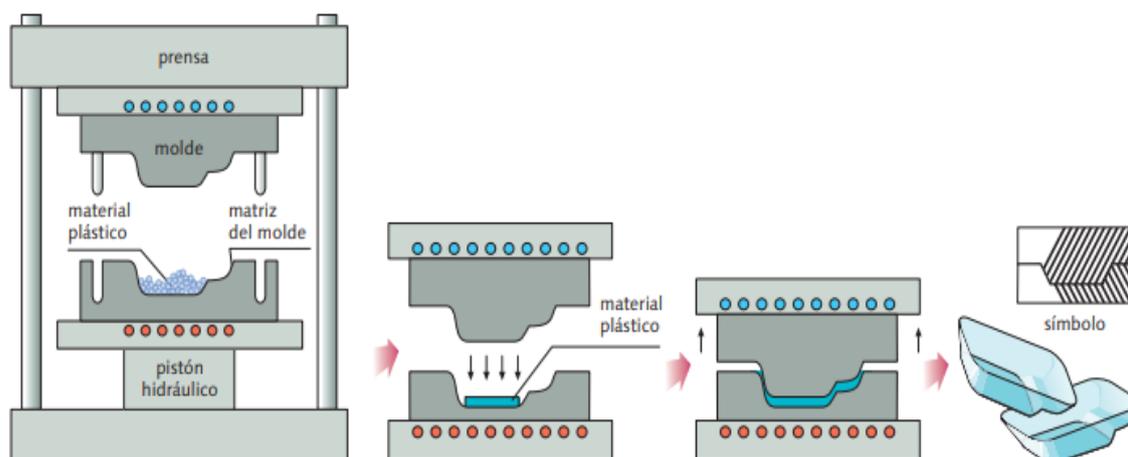
Tabla N° 9: Características físicoquímica del almidón la yuca (*Manihot esculentum*) variedad guayape

Determinación G/100g	Almidón	Determinación G/100g	Almidón
Humedad	9,684 ± 0.09	Amilopectina	78,492 ± 0,05
Carbohidratos	89,75 ± 0.03	Amilosa Total	22,674 ± 0,08
Proteínas	0,058 ± 0,04	Complejo Líquido - Amilosa	5,141 ± 0,54

Determinación G/100g	Almidón	Determinación G/100g	Almidón
Líquidos	0,181 ± 0,02	Azucares Reductores	0,232 ± 0,05
Fibra	0,174 ± 0,01	Valor Reductor Alcalino	0,5 ± 0,11
Cenizas	0,302 ± 0,005	Acides Titulable	0,009 ± 0,00
Solidos Totales	90,316 ± 0,11	pH	4,59 ± 0,04
Amilosa Aparente	21,508 ± 0,05		

Fuente: (JIMENEZ RAMOS , y otros, 2016)

Para la elaboración de las bandejas biodegradables se sugiere el uso del método de termopresado en una máquina de moldeo por compresión, dentro de los rangos indicados, debido a que este ha sido un método más usado por los investigadores donde obtuvieron buenos resultados en la elaboración.



El moldeo por compresión se realiza en una máquina llamada prensa.

Aplicaciones: recipientes para distintos productos (alimenticios, por ejemplo) y carcasas de máquinas y electrodomésticos.

Fuente: (MARIANO, 2013)

Para el proceso del nuevo producto, se sugiere los siguientes pasos en la elaboración de las bandejas a partir de almidón de camote o de yuca, con adición de fibra de banano o caña de azúcar. Cabe recalcar que se mencionaron estas materias primas, debido a que son las más producidas en el departamento de Piura.

Obtención de almidón:

1. Recepción: Se recibirá la materia prima que se desea utilizar para adquirir almidón.
2. Inspección: se debe realizar el control de calidad y selección.
3. Lavado: Teniendo la materia prima seleccionada debe ser lavada.
4. Secado: se deja en reposo para su secado respectivo.
5. Cortado y molido: se procede al corte de materia prima a utilizar para almidón en trozos. se muele hasta que las partículas sean muy pequeñas.
6. Filtración: obtenida la masa de la molienda, debe ser filtrada a través de tamices de acero inoxidable.
7. Reposo: el almidón deberá dejarse reposar para así descartar el líquido sobrenadante.
8. Secado: se deja secar el almidón.

Obtención de fibra:

9. Recepción: Se recibirá la fibra a utilizar
10. Inspección: se realiza el control de calidad y selección de la fibra.
11. Lavado: Teniendo la materia prima seleccionada se procede a lavar.
12. Secado: Cuando ya se encuentra totalmente desinfectadas la materia prima se deja en reposo para su secado respectivo.
13. Cortado y molido: Se debe moler y tamizar para estandarizar el tamaño de fibra

Obtención de bandejas a base de almidón y fibra

14. Mezcla: se realiza la mezcla de almidón y fibra de acuerdo a la cantidad estimada por el investigador con adición de sólidos como son glicerol, agua entre otros.

15. Termoprensado: la mezcla es colocada en la máquina de moldeo por compresión para realizar la forma del plato, los tiempos son estimados, pueden variar de acuerdo al investigador.

16. Almacenamiento: debe ser almacenado en un lugar seco para evitar la humedad.

Se muestra el diagrama de operaciones DOP en Anexo N° 16

VI. CONCLUSIONES

1. Para llevar a cabo el objetivo general se evaluó el estado de arte, estado actual, características físicas, mecánicas y biodegradación de las bandejas realizadas por los investigadores; para finalmente realizar lineamientos en la elaboración de bandejas biodegradables.
2. Con respecto al estado de arte, se estudió el método y materia prima utilizada en la elaboración de bandejas biodegradables; donde el método más usado por los investigadores fue el termopresado, cuatro de los ocho investigadores usaron dicho método dentro del rango establecido; y respecto a la materia prima no hubo un denominador común, pero se tomó de conocimiento que, el almidón es una de las principales materias para la elaboración de bandejas.
3. Por otro lado, para el estado actual de la elaboración de bandejas biodegradables en el Perú, se evaluó qué empresas producen y comercializan bandejas, especificando el lugar y materia prima que utilizan, la mayoría de ellas se encuentran en la ciudad de Lima.
4. En relación a las características físicas (espesor, color y densidad) la bandeja que tuvo mejores características, fue la que se elaboró con almidón de yuca y adición de fibra de pseudotallo, realizada por el investigador JAMONETTI (2015).
5. Respecto a las características mecánicas, (resistencia a ruptura y elongación) la bandeja que obtuvo los valores adecuados dentro del rango establecido y similar a las de polistireno fue la bandeja que se elaboró con almidón de yuca y adición de fibra de pseudotallo, realizada por el investigador JAMONETTI (2015).
6. Asimismo; para la evaluación del porcentaje de biodegradación se basó en las investigaciones de STEFANI (2011), JAMONETTI (2015) y DIAZ (2017); las cuales presentaron el 85.5% de biodegradación en 90 días, 48.34% no especificó los días y finalmente la última investigación presentó el 100 % de biodegradación a partir de los 30 días.

7. Finalmente para la formulación de lineamientos para la elaboración de bandejas biodegradables se consideró las materias primas, el procedimiento y el método a utilizar; y se realizó un DOP para el proceso.

VII. RECOMENDACIONES

Promover el manejo adecuado de residuos agroindustriales en el Perú, ya que con éstos se pueden producir diferentes productos biodegradables.

En la presente investigación solo se consideró como características físicas el espesor, densidad y color, se recomienda que para futuras investigaciones se debe considerar más características físicas como absorción de agua y humedad de las bandejas.

En la presente investigación solo se consideró como características mecánicas el Resistencia a la ruptura y elongación, se recomienda que para futuras investigaciones se debe considerar otras características mecánicas.

En esta investigación solo se evaluó la biodegradación en investigaciones internacionales, las cuales se realizaron en suelos arcillosos o en ambiente húmedo. Se recomienda realizar la evaluación de biodegradación en el departamento de Piura en un ambiente seco.

Los lineamientos para la elaboración de bandejas se recomiendan deben contar con buenas características físicas y mecánicas, y se tiene que hacer un análisis con la fibra de bagazo de caña de azúcar ya que algunos investigadores creen que esta materia prima es aceptable y otras no.

Finalmente, este producto debe contar con un precio accesible al cliente ya que sería elaborado con materia prima regional.

REFERENCIAS

ABAD BARAHONA, Karla Daniela, MOGROVEJO GUERRERO, Ximena Daniela y ROJAS ZAPATA, Fernanda. 2012. EXPERIMENTACIÓN Y POSIBLES APLICACIONES DE LA FIBRA DE BANANO EN EL CAMPO TEXTIL. ECUADOR : s.n., 2012.

ACOSTA DOMINGUEZ, Laura. 2011. Peliculas comestibles nanoestructuradas de almidon de camote (*Ipomea batata*). *Peliculas comestibles nanoestructuradas de almidon de camote (Ipomea batata)*. Veracruz : Universidad de Veracruzana, 2011.

AGRICULTURA, MINISTERIO DE. 2015. MINAGRI. *MINAGRI*. [En línea] 2015. [Citado el: 27 de ABRIL de 2019.] <http://minagri.gob.pe/portal/noticias-antteriores/notas-2015/12218-minagri-exportacion-de-banano-organico-peruano-crecio-94-en-ultimos-5-anos>.

ANDINA. 2010. ANDINA. *ANDINA*. [En línea] 22 de Setiembre de 2010. [Citado el: 8 de mayo de 2020.] [https://andina.pe/agencia/noticia-productividad-del-sector-azucarero-nacional-pasa-las-300-tm-cana-hectarea-al-ano-318704.aspx#:~:text=Se%C3%B1al%C3%B3%20que%20la%20media%20mundial,az%C3%BAcar\)%%20como%20en%20otros%20pa%C3%ADses..](https://andina.pe/agencia/noticia-productividad-del-sector-azucarero-nacional-pasa-las-300-tm-cana-hectarea-al-ano-318704.aspx#:~:text=Se%C3%B1al%C3%B3%20que%20la%20media%20mundial,az%C3%BAcar)%%20como%20en%20otros%20pa%C3%ADses..)

APARO LASSO, María. 2018. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. *ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS*. [En línea] 5 de JUNIO de 2018. [Citado el: 10 de ABRIL de 2019.] <http://www.worldenvironmentday.global/es/m%C3%A1s-de-60-pa%C3%ADses-toman-medidas-contra-la-contaminaci%C3%B3n-por-pl%C3%A1sticos>.

BELTRAN RAMOS, Patricia Elizabeth. 2017. PROPIEDADES MECÁNICAS, TÉRMICAS Y FÍSICAS DE BANDEJAS HECHAS DE ALMIDÓN DE OCA (*Oxalis tuberosa*) INCORPORANDO FIBRA DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES. *PROPIEDADES MECÁNICAS, TÉRMICAS Y FÍSICAS DE BANDEJAS HECHAS DE ALMIDÓN DE OCA (Oxalis tuberosa) INCORPORANDO FIBRA DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES*. Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2017.

BERNAL TORRES, CESAR AGUSTO. 2006. *Metodología de la investigación: para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. s.l. : Pearson Educación, 2006. 978-970-26-0645-1.

CAPELLA, Fermín. 1996. Canales sectoriales. *Canales sectoriales*. [En línea] 01 de 11 de 1996. [Citado el: 5 de mayo de 2020.] <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/4501-El-prensado-de-plasticos.html>.

CAPELLA, Fermin. 2018. Canles sectoriales . *Canales sectoriales*. [En línea] 11 de 01 de 2018. [Citado el: 12 de 05 de 2020.]

<https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/4501-El-prensado-de-plasticos.html>.

Caracterización físico química del bagazo de caña natural utilizado como biosorbente en la remoción de hidrocarburos en agua. **MARTINEZ NODAL, Pastora, y otros. 2017.** La Habana, Cuba : ICIDCA , 2017.

CASTELLS, Pere. 2009. INVESTIGACIÓN Y CIENCIA. *INVESTIGACIÓN Y CIENCIA.* [En línea] SETIEMBRE de 2009. [Citado el: 01 de MAYO de 2020.] <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/biocarburantes-489/el-almidn-1136>.

CHARIGUAMAN CHANATASING, Jimmy Alcides. 2015. Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (*Passiflora edulis* spp.). *Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (Passiflora edulis spp.)*. Honduras : Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, 2015.

Demicheli, M. 2000. Biodegradable plastics from renewable sources. *Biodegradable plastics from renewable sources.* [En línea] 2000. [Citado el: 25 de mayo de 2020.] disponible en <http://www.jrc.es/pages/iptsreport/vol10/english/Env1E106.htm..>

DIAZ CARDENAS, Ximena Janeth. 2017. Caracterización y optimización de una bandeja biodegradable a partir maíz, papa, soya y glicerol por el método de termoprensado. *Caracterización y optimización de una bandeja biodegradable a partir maíz, papa, soya y glicerol por el método de termoprensado.* Honduras : Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, 2017.

DIAZ SANCHEZ, Leonardo Jair. 2017. Efecto de la impregnación de almidón acetilado en la absorción de agua de bandejas biodegradables de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y fibra de peladilla de espárrago. *Efecto de la impregnación de almidón acetilado en la absorción de agua de bandejas biodegradables de almidón de oca (Oxalis tuberosa) y fibra de peladilla de espárrago.* Trujillo : Universidad nacional de trujillo, 2017.

DIEGO, PILAR. 2014. INTEREMPRESOS. *INTEREMPRESOS.* [En línea] 28 de 11 de 2014. [Citado el: 16 de MAYO de 2020.] <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/130047-Materiales-biodegradables-en-envases-obtenidos-por-extrusion-soplado-de-cuerpo-hueco.html>.

EL PERUANO. 2018. *LEY QUE REGULA EL PLASTICO DE UN SOLO USO Y LOS RECIPIENTES O ENVASES DESCARTABLES.* LIMA : EL PERUANO, 2018.

EUROPEA, UNION. 2018. RESIDUOS PROFESIONAL. *RESIDUOS PROFESIONAL.* [En línea] 26 de OCTUBRE de 2018. [Citado el: 02 de MAYO de 2020.] <https://www.residuosprofesional.com/aprovechamientos-residuos-avicola-vino/>.

EVALUACIÓN MECÁNICA DE BIOPLÁSTICOS. NAVIA P. , Diana Paola, VILLADA, HECTOR Samuel y AYALA, Alfredo Adolfo. 2013. Colombia : Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustria, 2013.

GARCIA CALOPIÑA, Luis Francisco, y otros. 2019. Diseño del proceso productivo de bandejas biodegradables a partir de fécula de maíz. *Diseño del proceso productivo de bandejas biodegradables a partir de fécula de maíz.* Piura : Universidad de Piura, 2019.

GIBSON MEDINA, Mihael. 2017. Evaluación y proyección financiera para determinar la viabilidad y rentabilidad de una empresa dedicada a la producción de empaques biodegradables. *Evaluación y proyección financiera para determinar la viabilidad y rentabilidad de una empresa dedicada a la producción de empaques biodegradables.* Mexico : Universidad Nacional Autónoma de México, 2017.

GRAHAM R., Gibbs. 2012. *Analyzing Qualitative Data.* s.l. : Morata, 2012. 978-84-7112-675-7.

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNANDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. 2010. *"Metodología de la Investigación.5° edición"*. México D.F. : Editorial McGraw-Hill, 2010. ISBN: 978-607-15-0291-9.

IGLESIAS SALAS, Daniel. 2013. Elementos amovibles y fijos no estructurales. *Elementos amovibles y fijos no estructurales.* [En línea] NOVIEMBRE de 2013. [Citado el: 05 de MAYO de 2020.] <https://danybarker.wordpress.com/2013/11/21/397/>.

JACOMETI, Giselle De Assis. 2015. UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO FIBROSO DO PSEUDOCAULE DE BANANEIRA NA PRODUÇÃO DE BANDEJAS BIODEGRADÁVEIS DE AMIDO DE MANDIOCA POR PROCESSO DE TERMOFORMAGEM . *UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO FIBROSO DO PSEUDOCAULE DE BANANEIRA NA PRODUÇÃO DE BANDEJAS BIODEGRADÁVEIS DE AMIDO DE MANDIOCA POR PROCESSO DE TERMOFORMAGEM.* Londrina : Universidade Estadual de Londrina, 2015.

JIMENEZ RAMOS , Eden y MARTINEZ DE LA CRUZ, Silverio. 2016. OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot esculentum*) VARIEDAD GUAYAPE. *OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL ALMIDÓN DE YUCA (Manihot esculentum) VARIEDAD GUAYAP.* Lambayeque : Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2016.

LLENERA GONZALES, José Luis y MONZÓN MARTINEZ , Lalo José. 2017. Elaboración de un envase biodegradable a partir de almidón obtenido de arroz quebrado (*Oryza Sativa*), queratina obtenida de residuos avícolas(plumas) fortificado con residuos de cascaras de mango (*Mangifera Indica*). *Elaboración de un envase biodegradable a partir de almidón obtenido de arroz quebrado (Oryza Sativa), queratina obtenida de residuos avícolas(plumas) fortificado con residuos*

de cascaras de mango (*Mangifera Indica*). Arequipa : Universidad Católica Santa María, 2017.

MARIANO. 2013. Tecnología de los plásticos. *Tecnología de los plásticos* . [En línea] 03 de Octubre de 2013. [Citado el: 7 de Junio de 2020.] <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/10/moldeo-por-compresion.html>.

MARTINEZ NODAL, Pastora, y otros. 2017. Caracterización físico química del bagazo de caña natural utilizado como biosorbente en la remoción de hidrocarburos en agua. *Caracterización físico química del bagazo de caña natural utilizado como biosorbente en la remoción de hidrocarburos en agua*. La Habana, Cuba : Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, 2017.

MEZA RAMOS, Paola Nathali. 2016. ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DE ALMIDÓN RESIDUAL OBTENIDO DE PELADORAS DE PAPA Y DETERMINACIÓN DE SU BIODEGRADABILIDAD A NIVEL DE LABORATORIO. *ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DE ALMIDÓN RESIDUAL OBTENIDO DE PELADORAS DE PAPA Y DETERMINACIÓN DE SU BIODEGRADABILIDAD A NIVEL DE LABORATORIO*. Lima : Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016.

Minagri. 2019. Andina. *Andina*. [En línea] 24 de setiembre de 2019. [Citado el: 23 de mayo de 2020.] <https://andina.pe/agencia/noticia-ministerio-agricultura-presenta-camote-rinde-60-toneladas-hectarea-767583.aspx>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2018. MINISTERIO DEL AMBIENTE. *MINISTERIO DEL AMBIENTE*. [En línea] 2018. <http://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>.

MORON GUEVARA, Anyuri Jhonatan . 2017. Propiedades fisicoquímicas y mecánicas de bandejas de almidón de arracha (*Arracacia xanthorrhiza*) reforzadas con fibra de bagazo de caña y peladilla de esparrago. *Propiedades fisicoquímicas y mecánicas de bandejas de almidón de arracha (Arracacia xanthorrhiza) reforzadas con fibra de bagazo de caña y peladilla de esparrago*. Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2017.

PARDINAS, Felipe. 1989. *Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales*. s.l. : Siglo XXI, 1989. 978-968-23-1577-0.

PEREZ INCA, Nestor Jimy, y otros. 2018. PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ENVASES. *PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ENVASES*. Lima : UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE OYOLA, 2018.

POSTIGO MARQUEZ, Raul Gustavo. 2019. ANÁLISIS Y USO DE PRODUCTOS ALTERNATIVOS A BASE DE MAÍZ Y CASCARA DE ARROZ PARA EL PROCESO DE ENVASES BIODEGRADABLES. *ANÁLISIS Y USO DE PRODUCTOS ALTERNATIVOS A BASE DE MAÍZ Y CASCARA DE ARROZ*

PARA EL PROCESO DE ENVASES BIODEGRADABLES. Arequipa : Universidad Católica San Pablo, 2019.

PRETELL ROJAS, Marisol. 2018. Fabricación de vajilla comestible a partir de biopolímeros de yuca (*Manihot esculenta*) y sábila (*Aloe vera*), 2017-2018. *Fabricación de vajilla comestible a partir de biopolímeros de yuca (Manihot esculenta) y sábila (Aloe vera), 2017-2018*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Propiedades mecánicas de bandejas elaboradas con almidón de especies vegetales nativas y fibras de residuos agroindustriales. **ESPINA, Miguel y CRUZ TIRADO, Raul Siche. 2016.** Trujillo : Scientia Agropecuaria, 2016.

RAMIREZ PANTALEÓN, Elizabeth. 2019. Revista educativa Tiposde.com. *Revista educativa Tiposde.com*. [En línea] mayo de 2019. [Citado el: 22 de mayo de 2019.] <https://www.tiposde.com/platos.html>.

RIBA ROMEVA, Carles. 2008. *Selección de materiales en el diseño de maquinas*. Barcelona : Universitat Politecnica de Catalunya, 2008. 978-84-9880-406-5.

ROMERO DOMINGUEZ , Jerson Royser. 2019. Caracterización de bandejas biodegradables provenientes de diferentes almidones nativos peruanos. *Caracterización de bandejas biodegradables provenientes de diferentes almidones nativos peruanos*. Trujillo : s.n., 2019.

ROMERO DOMINGUEZ, Jerson Royser. 2019. Caracterización de bandejas biodegradables provenientes de diferentes almidones nativos peruanos. *Caracterización de bandejas biodegradables provenientes de diferentes almidones nativos peruanos*. Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2019.

SERNA COCK, Liliana y GUANCHA CHALAPUD, Marcelo Alexander. 2017. Natural fibers for hydrogels production and their applications in agriculture. *Scielo Colombia*. [En línea] 2017. [Citado el: 6 de 07 de 2020.] http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122017000400495&lng=en&nrm=iso.0120-2812.

SIBAÑA, Andres y MERA, Moraima. Fibras naturales y residuos agroindustriales. Fuente sostenible de materia prima. [En línea] [Citado el: 28 de MAYO de 2020.]

STEFANI VERCELHEZE, Ana Elisa. 2011. Desenvolvimento de bandejas biodegradáveis de amido de mandioca, fibras do bagaço de Processo cabelo de cana-de-açúcar e nanoargilas de Termoformagem. *Desenvolvimento de bandejas biodegradáveis de amido de mandioca, fibras do bagaço de Processo cabelo de cana-de-açúcar e nanoargilas de Termoformagem*. Londrina : Universidade estadual de Londrina, 2011.

SUCA, Ray Richard. 2019. Scribd. *Scribd*. [En línea] 2019. [Citado el: 22 de mayo de 2019.] https://es.scribd.com/document/359791785/Definicion-de-Biodegradable-Que-Es-Significado-y-Concepto#download&from_embed.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN DE DIOS. 2019. ARGENTINA INVESTIGA. *ARGENTINA INVESTIGA*. [En línea] 15 de ABRIL de 2019. [Citado el: 2 de MAYO de 2020.]
http://argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?titulo=nanoarcillas_la_arcilla_mas_preciada&id=3428.

VIRGINIE, Manuel. 2011. *Los caminos del reciclaje*. Barcelona : NED Ediciones, 2011. 978-84-9381-388-8.

ANEXO 1

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	DEFINICIÓN OPERACIONAL	CATEGORIAS	SUB CATEGORÍA	UNIDAD DE ANÁLISIS	POBLACIÓN
Características físicas, mecánicas y porcentaje de biodegradación de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos	Características de describe un producto y define su estado (...). (IGLESIAS SALAS, 2013), “(...) propiedades de los sólidos que se expresa cuando se realiza una fuerza exterior sobre el producto (...). (IGLESIAS SALAS, 2013) y porcentaje de “(...) la descomposición a través de un proceso	Describir el estado del arte de la elaboración de las bandejas biodegradables.	Se describirá los tipos de procesos de elaboración que se utilizan las diferentes referencias.	Estado del arte de elaboración de bandejas	Método de elaboración	Proceso	8
			Se describirá las materias primas utilizadas en las diferentes referencias		Materia prima utilizada para bandejas biodegradables		
		Definir el estado actual de la elaboración de bandejas	Se describirá las empresas que producen bandejas	Estado actual de elaboración de bandejas	Empresas que producen bandejas	Sistema	1

agroindustriales y almidón de especies vegetales	natural biológico (...).(SUCA, 2019).de “(...) un recipiente que puede tener diferentes usos, inicialmente como una pieza de vajilla para servir comida (...). (RAMIREZ PANTALEÓN, 2019) de fibras “(...) de residuos generados de un proceso de transformación de productos agrícolas residuos(...)”. (SIBAÑA, y otros) y “(...)un agente	biodegradables en el Perú	biodegradables en el Perú.				
	Describir las características físicas de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos agroindustriales y almidón de especies vegetales	Se describirá las características físicas de las bandejas.	Características físicas	Espesor	Bandeja	4	
				Densidad			
				Color			
	Describir las características mecánicas de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos agroindustriales y almidón de especies vegetales	Se describirá las características mecánicas de las bandejas.	Características Mecánicas	Resistencia a la ruptura	Bandeja	4	
				Elongación			
Describir el porcentaje de biodegradación de bandejas elaboradas a partir de fibras de residuos	Se describirá el porcentaje de biodegradación de las bandejas	Biodegradación	Porcentaje	Bandeja	3		

	antiadherente con diferentes usos, que funciona como plastificante(...)". (CASTELLS, 2009) de especies vegetales.	agroindustriales y almidón de especies vegetales					
		Formular lineamientos para la caracterización de bandejas biodegradables	Se formulará en base a los resultados de la investigación	Lineamientos	Materia Prima	Bandeja	8
					Método		
					Proceso		

Fuente: Objetivos de investigación

Elaboración propia, 2020

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

4.1. Estado de arte de bandejas biodegradables

Autor-Año	País	Título de proyecto	Método	Materia prima

Anexo 4.2. Estado actual de bandejas en el Perú

Autor-Año	Título de proyecto	Empresas productoras	Lugar	Materia prima

Anexo 4.3. Características físicas, mecánicas y biodegradación de bandejas

Autor-Año	País	Título de proyecto	Característica

Anexo 3: Ficha bibliográfica usada para las características físicas 1

Autor:	Giselle De Assis Jacometti
Título:	“Utilização de resíduo fibroso do pseudocaule de bananeira na produção de bandejas biodegradáveis de amido de mandioca por processo de termoformagem”
Lugar de publicación:	Londrina-Brasil
Editorial:	Universidad Estatal de Londrina
Año:	2015
Paginas consultadas:	PP 1 AL 184
Contenido textual:	Para la elaboración se usaron formulaciones con almidón de yuca y diferentes concentraciones de RFPB (0, 5, 10 y 15 kg / 100 kg de sólidos totales). La influencia de RFPB en las bandejas se evaluó mediante los siguientes análisis: espesor, densidad, color. El uso del residuo fibroso del pseudotallo del banano (RFPB) en la producción de Las bandejas de almidón biodegradable se consideraron una alternativa viable, porque además de agregando valor al desperdicio, mejoró tanto la apariencia de las bandejas, además de disminuir su densidad en relación con aquellas producido con 100% de almidón, sin cambiar las propiedades mecánicas.

Elaboración propia, 2020

Anexo 4. Ficha bibliográfica usada para las características físicas 2

Autor:	Romero Domínguez, Jerson Royse
Título:	“Caracterización de bandejas biodegradables provenientes de diferentes almidones nativos peruanos”
Lugar de publicación:	Trujillo – Perú
Editorial:	Universidad nacional de Trujillo
Año:	2019
Paginas consultadas:	PP 1 al 32
Contenido textual:	Bandejas biodegradables hechas por termoprensado se desarrollaron usando almidón de tres cultivos andinos: arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>), oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y camote (<i>Ipomoea batatas</i>). Las bandejas basadas en almidones nativos se caracterizaron por sus propiedades físicas color, espesor y densidad.

Elaboración propia, 2020

Anexo 5. Ficha bibliográfica usada para las características físicas 3

Autor:	Díaz Sánchez Leonardo Jair
Título:	“Efecto de la impregnación de almidón acetilado en la absorción de agua de bandejas biodegradables de almidón de oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y fibra de peladilla de espárrago”
Lugar de publicación:	Trujillo – Perú
Editorial:	Universidad nacional de Trujillo
Año:	2017
Paginas consultadas:	PP 1 AL 40
Contenido textual:	Almidón de oca nativo y fibra de peladilla de espárrago se utilizó para preparar bandejas biodegradables a través de un proceso de termoformado. El mismo almidón de oca fue sometido a un proceso de modificación química para obtener acetato de almidón con un grado de sustitución de 1.7, el cual fue utilizado para impregnar las bandejas en soluciones de almidón acetilado con cloroformo en las relación de 1/5, 1/7.5 y 1/10 durante 5, 10 y 30 minutos haciendo un total de 9 tratamientos. Se evaluaron las propiedades físicas. Los tratamientos de inmersión a los que fueron sometidas las bandejas de almidón de oca nativo no mostraron efecto significativo en el espesor de las bandejas pero sí tuvieron efecto en la densidad, humedad, color.

Elaboración propia, 2020

Anexo 6. Ficha bibliográfica usada para las características físicas 4

Autor:	Pretell Rojas, Marisol
Título:	“Fabricación de vajilla comestible a partir de biopolímeros de yuca (<i>Manihot esculenta</i>) y sábila (<i>Aloe vera</i>), 2017-2018”.
Lugar de publicación:	Lima-Perú
Editorial:	Universidad Cesar Vallejo
Año:	2018
Paginas consultadas:	PP 3 al 100
Contenido textual:	Se elaboró una vajilla comestible a partir de biopolímeros de yuca (<i>Manihot esculenta</i>) y sábila (<i>Aloe vera</i>) para reducir el consumo de recipientes de plástico, para tuvo consideración las características de las plantas empleadas como la hoja de la yuca, la yuca, aloe vera adicionalmente el jarabe de maíz, goma de tragacanto y ácido sórbico para luego obtener una masa compacta que proceda ingresar al horno durante 35 minutos a 190°C, luego pasa por diversos análisis fisicoquímicos y microbiológicos para determinar la calidad de sanidad del producto siendo apto para consumo humano y los valores nutricionales que tiene como 1.4 g de proteínas, 46.7 g de carbohidratos, 206.8 Kcal de energía 1.6 g de grasa, 0.7 g de cenizas totales, 308.4 mg de sodio, 583.8 mg de fosforo, 1108.9 mg de calcio, 23.2 mg de hierro, 333.6 mg de magnesio y 233.2 mg de potasio.

Elaboración propia, 2020

Anexo 7. Ficha bibliográfica usada para las características mecánicas 1

Autor:	Beltrán Ramos, Patricia Elizabeth
Título:	“Propiedades mecánicas, térmicas y físicas de bandejas hechas de almidón de oca (<i>oxalis tuberosa</i>) incorporando fibra de residuos agroindustriales”
Lugar de publicación:	Trujillo – Perú
Editorial:	Universidad nacional de Trujillo
Año:	2017
Paginas consultadas:	PP 3-33
Contenido textual:	El bagazo de caña de azúcar y la peladilla de espárrago, residuos agroindustriales, se utilizaron para producir bandejas de espuma biodegradables hechas de almidón de oca utilizando un proceso de cocción. Estas espumas se elaboraron con diferentes concentraciones de fibra (0% - 40%, p/p) y luego se caracterizaron según microestructura, propiedades físicas, térmicas y mecánicas.

Elaboración propia, 2020

Anexo 8. Ficha bibliográfica usada para las características mecánicas 2

Autor:	Morón Guevara Anyuri Jhonatan
Título:	“Propiedades fisicoquímicas y mecánicas de bandejas de almidón de arracacha (<i>arracacia xanthorrhiza</i>) reforzadas con fibra de bagazo de caña y peladilla de espárrago”
Lugar de publicación:	Trujillo - Perú
Editorial:	Universidad nacional de Trujillo
Año:	2017
Paginas consultadas:	PP 3-25
Contenido textual:	El almidón de arracacha, el bagazo de caña de azúcar (SB) y la peladilla de espárrago (AP) se utilizaron para producir bandejas de espuma por proceso de termoformado. La incorporación de fibras SB o AP hasta un 15% no afecta la densidad de las bandejas. La incorporación de la fibra SB y AP mejoró la resistencia a la ruptura de las bandejas. Los resultados sugieren que estas bandejas tenían baja densidad y buenas propiedades mecánicas, y que pueden utilizarse como sustitutos de EPS para envasar alimentos secos.

Elaboración propia, 2020

Anexo 9. Ficha bibliográfica usada para las características mecánicas 3

Autor:	Romero Domínguez, Jerson Royse
Título:	“Caracterización de bandejas biodegradables provenientes de diferentes almidones nativos peruanos”
Lugar de publicación:	Trujillo – Perú
Editorial:	Universidad nacional de Trujillo
Año:	2019
Paginas consultadas:	PP 1 al 32
Contenido textual:	<p>Bandejas biodegradables hechas por termoprensado se desarrollaron usando almidón de tres cultivos andinos: arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>), oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) y camote (<i>Ipomoea batatas</i>). Las bandejas hechas de almidón de camote y oca mostraron una alta resistencia a la tracción (0.67 y 0.65 MPa, respectivamente) en comparación con las bandejas de almidón de arracacha (0.52 MPa). En trabajos futuros, aditivos como la celulosa, quitosano, PLA o nanofibras deben probarse para mejorar las propiedades mecánicas y reducir la capacidad de absorción de agua de las bandejas, con la finalidad de utilizarlas como sustituto del poliestireno expandido.</p>

Elaboración propia, 2020

Anexo 10. Ficha bibliográfica usada para estudiar el porcentaje de biodegradación 1

Autor:	Díaz Cárdenas Ximena Janeth
Título:	“Caracterización y optimización de una bandeja biodegradable a partir maíz, papa, soya y glicerol por el método de termoprensado”
Lugar de publicación:	Honduras
Editorial:	Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Año:	2017
Paginas consultadas:	PP 4 a 50
Contenido textual:	En el presente estudio se determinaron las concentraciones óptimas de rastrojo de maíz (0-20%), fibra de soya (3%), almidón de papa (80-93%) y glicerol (3-10%), que proporcionan las mejores características físicas y mecánicas con la aplicación de altas temperaturas y presión usando la metodología de Superficie de Respuesta. Los resultados óptimos de la bandeja biodegradable se obtuvieron con 3% glicerol, 2.66% rastrojo de maíz y 94.34% almidón de papa y las concentraciones de las variables independientes del punto central obtuvieron una tasa de degradación del 100% en las condiciones estudiadas a partir del día 30.

Elaboración propia, 2020

Anexo 11. Ficha bibliográfica usada para estudiar el porcentaje de biodegradación 2

Autor:	STEFANI Vercelheze Ana Elisa
Título:	“Desenvolvimento de bandejas biodegradáveis de amido de mandioca, fibras do bagaço de Processo cabelo de cana-de-açúcar e nanoargilas de Termoformagem”
Lugar de publicación:	Londrina- Brasil
Editorial:	Universidad Estado de Londrina
Año:	2011
Paginas consultadas:	PP 3-70
Contenido textual:	<p>Las bandejas se obtuvieron mediante el proceso de termoformado en una prensa hidráulica acoplada a un molde cerrado y calentado a 130 ° C, bajo presión de 100 bares. Diferentes estudios fueron concentraciones de almidón (formulación de 75 - 100 g / 100 g), fibras de bagazo de caña de azúcar (0- 20 g / 100 g de formulación) y nano-arcillosa Closite Na® (0 - 5,0 g / 100 g de formulación), con el fin de obtener un material con mejores propiedades funcionales. La pérdida de masa de las bandejas se determinó mediante pruebas de biodegradación en suelo arcilloso y muestras de Control 1 (almidón) y F20 (20 g de fibras / 100 g de sólidos) presentó un mayor porcentaje de pérdida de masa, 85.50 y 82.70%, respectivamente. Por lo tanto, las bandejas desarrolladas en este trabajo representan una alternativa futura para el envasado de alimentos secos.</p>

Elaboración propia, 2020

Anexo N° 12 Proyectos para evaluar las Características físicas

AUTOR Y AÑO	COLOR	DENSIDAD	ESPESOR
JAMONETTI-2015	<p>INSTRUMENTO: colorímetro portátil BYK Gardner 45/0 ESCALA: midió los parámetros de color L * que van desde 0 (negro) a 100 (blanco), el parámetro a *, que varía de (-) verde a (+) rojo y parámetro b * que varía de (-) azul a (+) amarillo. Los análisis se realizaron por quintuplicado. La variación total del color (ΔE) ECUACIÓN: $\Delta E = [(L^* \text{ muestra} - L^* \text{ estándar})^2 + (a^* \text{ muestra} - a^* \text{ estándar})^2 + (b^* \text{ muestra} - b^* \text{ estándar})^2]$ RESULTADO: El color de las bandejas está asociado con el tipo y la concentración del material empleado en su producción. Las bandejas de control mostraron las más altas luminosidad ($L^* = 78.62$) y esta luminosidad disminuyó con el Aumento de la adición de RFPB y en los parámetros a* y b* esta tendencia aumentaba a oscurecer a medida que aumentaba el contenido de RFPB. Oscilaron entre 39,97 y 78,62</p>	<p>Se calculó determinando la masa (escala analítico) y el grosor (micrómetro digital, Starret, Brasil) de siete bandejas de 25mm x 100 mm (ancho x largo) RESULTADO: Las densidades de las bandejas oscilaron entre 0,34 y 0,39 g / cm³</p>	<p>INSTRUMENTO: micrómetro digital ESPESOR FINAL se calculó por la media aritmética de 5 mediciones. Al azar sobre un área de la bandeja RESULTADO: Las bandejas no mostraron el mismo grosor en toda su longitud y el grosor promedio varió de 2.39 a 2.56 mm, no hubo variación de las bandejas de control con las que contenían RFPR</p>

AUTOR Y AÑO	COLOR	DENSIDAD	ESPESOR
-------------	-------	----------	---------

<p>ROMERO - 2019</p>	<p>INSTRUMENTO: colorímetro JZ-300 ESCALA: La escala CIElab coordina L desde 0 (negro) a 100 (blanco), a desde -a (verdor) a + a (enrojecimiento), y b desde -b (azul) a + b (amarillo).RESULTADO: los efectos visuales más pronunciados se observaron en los tonos rojo y amarillo. La luminosidad (L*) fue mayor para las bandejas hechas de almidón de camote. En el caso de la tonalidad roja el valor más alto se obtuvo para las bandejas de almidón oca (a* = 1.60) Otro parámetro colorimétrico evaluado fue la tonalidad amarilla, que mostró valores altos para las bandejas de almidón de arracacha y camote (4,58 y 3,15)</p>	<p>se calculó a partir de la masa (g) y el volumen (cm³) de cada muestra se realizaron con tiras rectangulares de 100 mm x 25 mm. Se pesó cada muestra y se calculó su volumen RESULTADO: las bandejas oscilaron entre 0,14 y 0,18 g cm⁻³</p>	<p>INSTRUMENTO: micrómetro manual endurecido inoxidable (0-150 mm RESULTADO: las bandejas osciló entre 2,51 y 2,62 mm</p>
<p>DIAZ-2017</p>	<p>INSTRUMENTO: Colorímetro JZ-300 parámetros: L = 0 (negro) a L = 100 (blanco), de -a (verdor) a +a (enrojecimiento), y desde -b (coloración azul) a +b (amarillez) .Las bandejas se midieron en la superficie de la placa de blanco estándar con coordenadas de color de L = 89,7, a = 1,9 y b = - 4,9. ECUACIÓN: $\Delta E = [(L * muestra - L * estándar)^2 + (a * muestra - a * estándar)^2 + (b * muestra - b * estándar)^2]$ RESULTADO: La luminosidad de la muestra control resultó en 74.41, siendo el valor más alto de entre todos los tratamientos. El mecanismo de impregnación de acetato de almidón oscureció ligeramente las muestras de bandejas biodegradables, pues la solución preparada de almidón acetilado y cloroformo resultaba</p>	<p>Se determinó por la relación entre la masa y el volumen RESULTADO: si se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, siendo 0.158 ± 0.003 menor densidad la de las muestras sometidas a inmersión durante 30 minutos con la relación 1/5 de acetato de almidón/cloroformo. Si bien las densidades de las bandejas en su mayoría</p>	<p>El espesor de cada muestra fue tomado como la media aritmética de 6 mediciones en diferentes puntos de las muestras. RESULTADO: El espesor de las muestras de bandejas no presentó cambios luego del tratamiento de inmersión en acetato de almidón, pues todos los espesores de las muestras estuvieron</p>

	<p>de color anaranjado y al ser sometidos a los tiempos indicados las espumas se tornaban más oscuras. La luminosidad resultó entre 71.76 y 73.59, observándose que, el parámetro a^*, estuvo en el rango de 0.96 a 1.11. El aumento en el parámetro b^*, está directamente ligado a la cantidad de almidón modificado en la solución, pues el almidón modificado químicamente obtuvo una coloración blanca pero no tan similar a la del almidón nativo y al formularse las soluciones en cloroformo, estas adquirieron una tonalidad anaranjada, lo que pudo haber afectado el parámetro de amarillez. Además, el valor más bajo del parámetro b^* fue de 2.66 ± 0.42 para el tratamiento de inmersión de 10 minutos y relación acetato/cloroformo de 1/10.</p>	<p>presentan similitudes en sus valores y existen diferencias entre grupos, almidón modificado pasó a formar parte de la bandeja aumentando de esta manera el peso de la misma, ya que al ser la bandeja una espuma porosa, el volumen no se habría modificado, aumentando la densidad de la misma. Sin embargo, los valores de densidad encontrados en el presente estudio (0.158 – 0.203 g/cm³)</p>	<p>cerca a los 2.6 mm, reflejándose esto en el valor de p obtenido en el análisis de varianza fue mayor a 0.05 indicando que el tratamiento realizado a las bandejas no tiene efecto significativo en la variable espesor, VARIARON ENTRE 2.558 Y 2.690 mm.</p>
--	--	--	---

AUTOR Y AÑO	COLOR	DENSIDAD	ESPESOR
Pettel-2018	De 69 encuestados que representan al 46.3% probablemente no está de acuerdo con el color, y 14 de ellos están en total desacuerdo, pero 62 encuestados, que representa al 41.6% probablemente si sería el adecuado, mientras 3 personas si lo consideran ideal;	No evaluó	No evaluó

Elaboración Propia, 2020

Anexo N° 13 Proyectos para evaluar las Características Mecánicas

AUTOR Y AÑO	PROPIEDAD MECANICA	RESISTENCIA A LA RUPTURA	ELONGACIÓN
BELTRAN - 2017	Se utilizó un analizador de textura modelo TA.HDPlus (Stable Micro System, Surrey, Reino Unido) con una célula de carga de 10 N para determinar las propiedades mecánicas de las muestras de bandejas mediante ensayos de tensión y compresión. Los ensayos de tracción se realizaron con tiras de 100 mm por 25 mm, con una separación de agarre inicial de 80 mm y una velocidad de cruce de 2 mm /s.	La adición de fibra (SB o AP) disminuye la resistencia a la ruptura de las bandejas de oca. RESULTADO: Cuando se comparan el tipo de fibra (SB o AP), las bandejas almidón/SB en concentraciones del 20%, 30% y 40% presentaron valores más altos de resistencia a la ruptura que las bandejas almidón/AP a la misma concentración de fibra. Este comportamiento puede deberse a que a altas concentraciones de fibra, las interacciones entre el almidón son menores, por lo que bajo fuerzas de tensión, la fuerza es transmitida a la fibra y su resistencia mecánica depende las características del material de refuerzo. Así, la fibra SB con un contenido mayor de celulosa ($23.69 \pm 0.39\%$) que la fibra AP ($16.18 \pm 0.67\%$)	La elongación disminuyó significativamente con la adición de fibra SB. La fibra AP en una proporción almidón/fibra de 70/30 y 60/40 aumenta significativamente la elongación de las bandejas. Esto puede deberse a que las bandejas con fibra AP en altas concentraciones (20% - 40%) presentan una mayor densidad)

MORON-2017	Se utilizó un analizador de textura modelo TA.HDPlus (Stable Micro System, Surrey, Reino Unido) con una célula de carga de 10 N para determinar las propiedades mecánicas de las muestras de bandejas mediante ensayos de tensión y compresión. Los ensayos de tracción se realizaron con tiras de 100 mm por 25 mm, con una separación de agarre inicial de 80 mm y una velocidad de cruce de 2 mm / s	La incorporación de la fibra SB mejora la resistencia a la ruptura de las bandejas de arracacha. Las fibras utilizadas en este estudio (SB y AP) probablemente no interfirieron en las interacciones directas y en la proximidad entre la cadena de almidón, por lo que, bajo fuerzas de tracción, la fuerza se transmitió a las fibras, lo que provocó el aumento de la resistencia de las bandejas. La incorporación de la fibra SB dio como resultado bandejas con mayor resistencia a la ruptura que las bandejas con fibra AP. Este comportamiento está probablemente relacionado con un mayor contenido de celulosa en la fibra SB.	La elongación de las bandejas biodegradables a base de arracacha y la fibra SB no fue significativamente afectada hasta una incorporación de fibra de 15%, las bandejas de espuma aumentan su alongamiento, probablemente debido a la capacidad de la fibra de absorber agua, que funciona como un plastificante, aumentando su elongación.
Romero 2019	Se usó un analizador de textura TA.HD plus (Stable Micro System, Reino Unido) con una celda de carga de 25 N para determinar las propiedades	Las bandejas de camote y oca mostraron los valores más altos de resistencia a la tracción (0,67 y 0,65 MPa, respectivamente),el contenido de amilosa tiene un efecto directo	La fuente de almidón no afectó significativamente la elongación de las bandejas

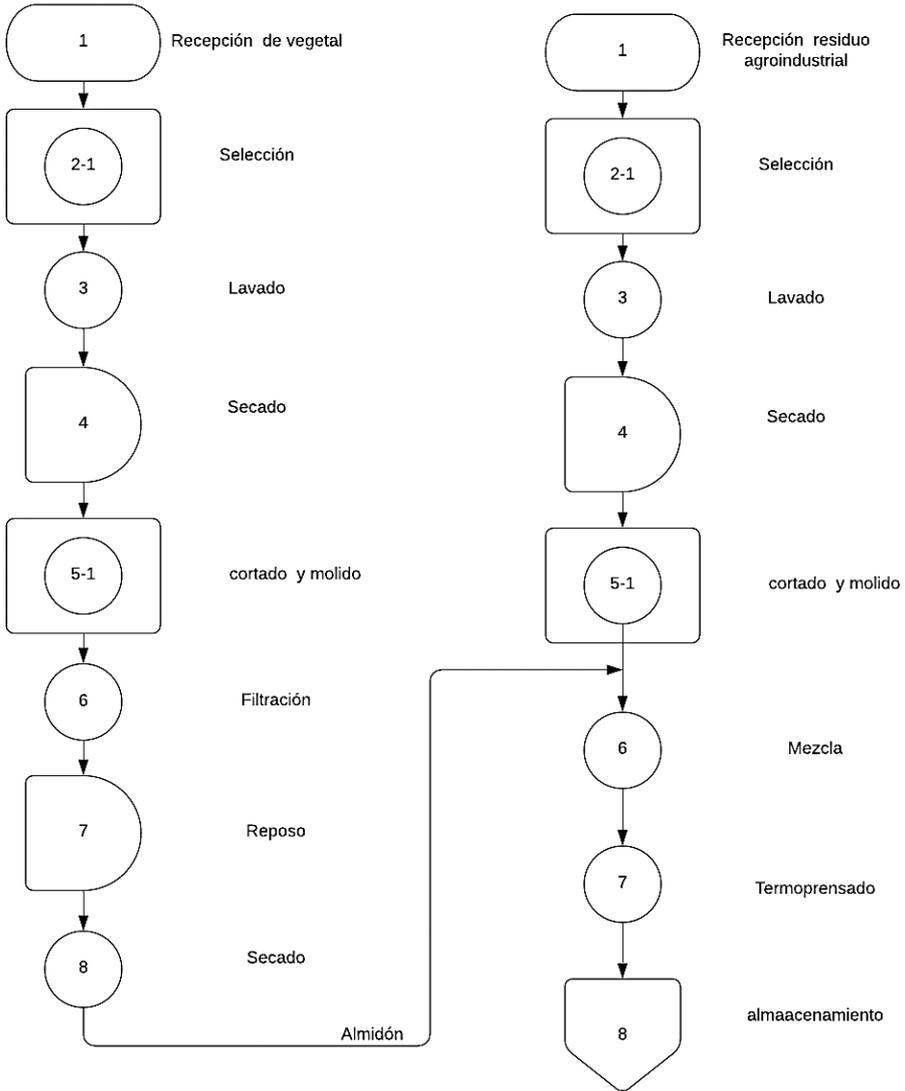
	<p>mecánicas, es decir, resistencia a la tracción (MPa) y elongación (%) de las bandejas. Para cada formulación de bandeja, los valores fueron la media de 9 valores (tres mediciones de cada una de las 3 muestras). Las muestras con dimensiones de 25 mm x 100 mm se fijaron en la base de la máquina con una separación de agarre inicial de 80 mm y una velocidad de cruceta de 2 mm /s.</p>	<p>sobre la resistencia a la tracción, lo que explica los resultados para almidones de camote y oca</p>	
--	---	---	--

Elaboración propia, 2020

AUTOR Y AÑO	BIODEGRADACIÓN
DIAZ - 2017	<p>Cada muestra se colocó en una bolsa de malla rotulada como tratamiento-repetición y enterradas en un boquete de 60x30 cm a una profundidad de 15 cm colateral al laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano Las muestras se cortaron en forma rectangular 6x4 cm El período de degradación se determinó por la norma ASTM D 5488-944 (ASTM 2013) en un medio húmedo durante 40 días. Para la realización del estudio se colocaron seis muestras de cada tratamiento el día cero, con un total de ocho calicatas y cada cinco días se tomaron datos de una calicata hasta completar los 40 días sin interrumpir el proceso de biodegradación de la bandeja. Los datos monitoreados durante los 40 días del estudio donde la temperatura indujo a las reacciones químicas y aumentó la tasa de crecimiento microbiano, la precipitación incrementa la actividad de agua e inicia la actividad microbiana especialmente en los días 15, 25 y 35. Los efectos de la irradiación UV promovieron reacciones fotoquímicas causando oxidación, disminución del peso molecular del polímero, propiedades mecánicas y el aumento de la biodegradación. El día 5 el tratamiento 9 (10% RASTROJO DE MAIZ, 83.50% ALMIDON DE PAPA Y 6.50% GLISEROL) presento medidas estadísticamente significativas con 2.39% con daos de estación climatologica T: 23.18°, 28.28% humedad y 7.21 J/M2 de índices UV. Durante los primeros 15 días se mostró la fase de adaptación de los microorganismos dada la disponibilidad del sustrato, donde se observó el crecimiento de hongos en la superficie del material, El día 20 del estudio, se identificó un incremento dos veces mayor del área degradada en los puntos axiales versus la última medición y favoreció 11 veces más el punto central con un área degradada del 63.59%, dicha aceleración se relacionó a la precipitación presentada durante esa semana. El día 25 muestra claramente la acción de los microorganismos a niveles constantes y el inicio de la fase de desarrollo con diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos y días. El día 30 presentó un 100% de área degradada para el punto central. El día 40 presentó media con diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos más no entre días. Y el tratamiento degradado en menor porcentaje fue el punto axial con mayor contenido de glicerol. Las concentraciones de las variables independientes obtuvieron una tasa de degradación del 100% en las condiciones estudiadas cumpliendo con la norma ASTM D 5488-944 en un medio húmedo.</p>

STEFANI - 2011	<p>La tasa de biodegradación de las bandejas se determinó mediante la pérdida de Masa de material enterrado en el suelo. La tasa de biodegradación de las bandejas se determinó mediante la pérdida de Masa de material enterrado en el suelo. Se evaluaron cuatro formulaciones diferentes: Control (almidón), F20.0 (almidón con 20 g de fibras / 100 g de sólidos), MMT5.0 (almidón con 5 g de nano arcilla / 100 g de sólidos) y F20MMT5.0 (almidón con 20 g de fibras y 5 g de nano arcilla /100 g de sólidos), y en este experimento la formulación se compone solo de almidón se llamó Control 1. Las muestras se cortaron en tamaños de 30 x 40mm, pesado y enterrado a una profundidad de 3 cm de la superficie, a una distancia de 10 cm de los otros. RESUSLTADO: En este sentido, antes de la prueba de biodegradación, se realizó la caracterización del suelo. La humedad del suelo estudiada varió de 34 a 37% y no hubo diferencia significativa en el contenido de humedad entre las muestras de suelo analizadas en el Agosto, septiembre y octubre de 2010. Los resultados del porcentaje de pérdida de masa en función del tiempo en que las bandejas permanecieron enterradas en suelo arcilloso. se observó una rápida disminución de la masa de muestras en función del tiempo, característico de materiales altamente biodegradables. En el final del experimento, las muestras de Control 1 y F20.0 mostraron un mayor porcentaje de pérdida de masa (85.50 y 82.70% respectivamente) en comparación con las muestras MMT5.0 y F20MMT5.0 (75 y 78% respectivamente). La evaluación de la biodegradabilidad de las bandejas de almidón de yuca, fibras de bagazo de caña de azúcar y nano-arcilla después de 90 días de entierro también fueron realizadas por observación utilizando microscopía electrónica de barrido. Las bandejas producidas son biodegradables y la adición de nano-arcilla ralentiza el proceso de biodegradación.</p>
-------------------	---

Anexo N° 15: Diagrama de operaciones de bandejas biodegradables a base de almidón y fibra



RESUMEN

-  = 1
-  = 6
-  = 4 / 16
-  = 3
-  = 1

Figuras

Tabela 2 – Composição das formulações e quantidade de massa utilizada na produção das bandejas:

Formulação	Amido (g/ 100 g sólidos)	Fibra (g/ 100 g sólidos)	Nanoargila (g/100 g de sólidos)	Água (mL/100 g sólidos)	Massa de suspensão (g) ^a
Controle	100	-	-	100	80,0
F10.0	90,0	10	-	200	70,0
F20.0	80,0	20	-	200	95,0
MMT2.5	97,5	-	2,5	150	95,0
MMT5.0	95,0	-	5,0	200	100
F10MMT 2.5	87,5	10	2,5	200	100
F10MMT5.0	85,0	10	5,0	250	105
F20MMT 2.5	77,5	20	2,5	280	100
F20MMT5.0	75,0	20	5,0	300	105

a – massa de suspensão adicionada ao molde para a formação de uma bandeja completa.

FIGURA 1: COMPOSICIÓN DE FORMULACIONES USADA POR EL INVESTIGADOR STEFANI (2011)

Tabela 1 – Formulações das bandejas de amido e RFPB

Formulação	Amido (kg)	RFPB (kg)	Água (kg)
Controle	100	0	100
RFPB05	95	5	100
RFPB10	90	10	130
RFPB15	85	15	130

FIGURA

2:

FORMULACIÓN DE LAS BANDEJAS ELABORADAS POR EL INVESTIGADOR JAMONETTI 2015

Cuadro 3. Diseño experimental.

Tratamientos	Niveles codificados		Niveles reales de variables	
	% Rastrojo de maíz	% Glicerol	% Rastrojo de maíz	% Glicerol
1	-1.00	-1.00	3	4.00
2	-1.00	1.00	3	9.00
3	1.00	-1.00	17	4.00
4	1.00	1.00	17	9.00
5 (b)	-1.41	0.00	0	6.50
6	1.41	0.00	20	6.50
7	0.00	-1.41	10	3.00
8	0.00	1.41	10	10.00
9 ©	0.00	0.00	10	6.50
10 ©	0.00	0.00	10	6.50
11 ©	0.00	0.00	10	6.50

©: Punto central del experimento

(b): Control

FIGURA 3: VALORES DE INSUMOS USADOS POR EL INVESTIGADOR DÍAZ 2017

Tabla 1. Composiciones de las mezclas utilizadas para preparar las bandejas hechas de almidón de arracacha, fibra de bagazo de caña de azúcar y peladilla de espárrago.

Almidón/fibra ratio	Agua (g)	Cantidad de mezcla (g)
100/0	100	50
95/5SB	100	45
90/10SB	100	45
85/15SB	105	45
80/20SB	105	45
95/5AP	100	40
90/10AP	100	40
85/15AP	100	40
80/20AP	102.5	42.5

Figura 4: Composición de mezclas usadas por el investigador Morón 2017

Tabla 1. Composiciones de las mezclas utilizadas para preparar las bandejas hechas de almidón de oca, fibra de bagazo de caña de azúcar y peladilla de espárrago.

Almidón/fibra	Agua (g)	Cantidad de mezcla (g)
100/0	100	50
95/5SB	100	50
90/10SB	100	50
85/15SB	105	50
80/20SB	105	50
70/30SB	110	60
60/40SB	122.5	60
95/5AP	100	42
90/10AP	100	45
85/15AP	100	45
80/20AP	102.5	47.5
70/30AP	105	60
60/40AP	112.5	60

5:

FIGURA

COMPOSICIÓN DE MEZCLAS USADAS POR EL INVESTIGADOR BELTRÁN 2017

Tabla 1. Porcentajes de los insumos para la elaboración de bandejas y tratamiento de inmersión

Tratamiento	Acetato de Almidón (%)	Cloroformo (%)	Tiempo (min)
Control	0	0	0
NS3_5	20	80	5
NS3_10	20	80	10
NS3_30	20	80	30
NS7.5_5	13	87	5
NS7.5_10	13	87	10
NS7.5_30	13	87	30
NS10_5	10	90	5
NS10_10	10	90	10
NS10_30	10	90	30

FIGURA 6: PORCENTAJE DE INSUMOS UTILIZADOS POR EL INVESTIGADOR DÍAZ 2017

Table 1. Composición de las mezclas utilizadas para preparar las bandejas de espuma de almidón de origen andino

Fuente de almidón	Almidón (g)	Agua (g)	Glicerol (g)	Estearato de Magnesio (g)	Masa (g)
Arracacha	100	100	6.25	7.5	50
Oca	100	100	6.25	7.5	50
Camote	100	100	6.25	7.5	60

Figura 7: Composición de mezclas usadas por el investigador Romero 2019



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SEMINARIO ATARAMA MARIO ROBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, MECÁNICAS Y PORCENTAJE DE BIODEGRADACIÓN DE BANDEJAS ELABORADAS A PARTIR DE FIBRAS DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES Y ALMIDÓN DE ESPECIES VEGETALES", cuyo autor es CEDANO SILUPU ERICKA YESSENIA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 09 de Agosto del 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SEMINARIO ATARAMA MARIO ROBERTO DNI: 02633043 ORCID: 0000-0002-9210-3650	Firmado electrónicamente por: MSEMENARIOA el 09-08-2020 10:33:30

Código documento Trilce: TRI - 0066665