



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Revisión Sistemática: Uso del Bioplástico Elaborado a Partir de
Fuentes Vegetales para Reducir la Contaminación del Suelo**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Huaynamarca Quispe, Nori (ORCID: 0000-0002-7899-4071)

Quispe Vargas, Víctor Hugo (ORCID: 0000-0002-2372-7582)

ASESOR:

Dr. Túllume Chavesta, Milton Cesar (ORCID: 0000-0002-0432-2459)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA-PERÚ

2020

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado principalmente a Dios porque sin el este largo y arduo camino, fuera imposible superar y recorrer, por habernos dado las fuerzas necesarias para cumplir esta meta.

A nuestros padres, por su apoyo debido, a que fueron ese pilar fundamental, que con su esfuerzo y ejemplo nos enseñaron a seguir nuestras metas propuestas y así poder superarnos, por lo tanto, este logro no es solo de nosotros sino también les corresponde.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a Dios

Por su gran bendición de mantenernos

reacios en nuestros objetivos y por la

vitalidad que aún nos otorga.

Asimismo, agradecemos a nuestros padres por la

confianza brindada en cada paso para realizar

esta tesis, de igual manera a nuestros

hermanos por su apoyo moral en los instantes

en los que más los necesitaba.

Nuestro sincero agradecimiento a la

universidad Cesar Vallejo, por habernos

preparado para los retos

y haber culminado con éxito

nuestra formación profesional.

Al Dr. Túllume Chavesta, Milton Cesar

asesor de tesis, que con su trascendente

experiencia profesional y su apoyo incondicional

en todo momento hizo posible la

culminación de este trabajo.

Finalmente, a los docentes miembros del jurado,

que con sus apreciaciones y observaciones han

hecho posible la culminación de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. MÉTODO	20
3.1. Tipo de investigación	20
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística	21
3.3. Escenario de estudio	29
3.4. Participantes	29
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.6. Procedimientos	29
3.7. Rigor científico	31
3.8. Método de análisis de datos	32
3.9. Aspectos éticos	32
IV. RESULTADOS	33
V. CONCLUSIONES	48
VI. RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de bioplástico	12
Figura 2. Ciclo de vida del bioplástico	14
Figura 3. Diagramas de bloques para la elaboración de un biopolímero	16
Figura 4. Proceso de degradación biológica de polímeros biodegradables	17
Figura 5. Número de investigaciones consideradas en la revisión sistemática, según el país de origen	33
Figura 6. fuentes vegetales más utilizados para elaboración de bioplastico	39
Figura 7. Contraste de biodegradabilidad de las fuentes vegetales empleadas para elaboración de bioplásticos	40
Figura 8. Representación percentil de los reactivos más usados para elaborar bioplástico	42
Figura 9. Representación de las propiedades mecánicas de diversas investigaciones	42
Figura 10. Porcentaje de aditivo para la obtención del bioplástico.	43
Figura 11. relación de los factores de la prueba de enterramiento y los días	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz apriorística	26
Tabla 2. Propiedades específicas de la elaboración de bioplásticos empleando fuentes vegetales	34
Tabla 3. Reactivos que influyen en las propiedades mecánicas de los bioplásticos	42
Tabla 4. Investigaciones específicas para apreciar la biodegradabilidad del bioplástico mediante la prueba del enterramiento	46

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ARS: Servicio de Investigación Agrícola - EE. UU

PBAT: Poli (Butilen Adipati-co-Tereftalato)

PBS: Succinato de Polibutileno

PCL: Policaprolactona

PE: Polietileno

PET: Tereftalato de Polietileno.

PHA: Polihidroxialcanoatos

P(3HB): Poli-3-Hidroxibutirato

PLA: Ácido Poliláctico

PP: Polipropileno

PTT: Tereftalato de Politrimetileno

PVS: Polivinil Siloxano

ml: mililitro

MPa: Mega Pascales

P/P: Peso de soluto / Peso de una solución.

P₀: Biocompuesto Muestra Contenido De P(3HB), PCL y Esteárico

P₃₀: Biocompuesto Muestra Contenido De P(3HB), PCL Y Esteárico

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo identificar las propiedades del bioplástico elaborado a partir de fuentes vegetales, cuya fuente de investigación fueron artículos científicos en español e inglés de revistas indexadas siendo un total de 90 artículos. Los documentos provenientes más utilizada son de la base de datos science direct, para la búsqueda se tomó en cuenta las siguientes palabras claves; degradación, tracción, biodegradabilidad, bioplástico, fuentes vegetales. La información se analizó con el método de grupos de categorías. los bioplásticos son elaboradas a partir de fuentes vegetales; *manihot esculenta* “yuca”, *solanum tuberosum* “papa”, *zea mays* “maíz”, *manihot esculent* “tapioca”, *saccharum officinarum* “bagazo de caña”, etc. Los reactivos que utilizaron son: el ácido acético, glicerina, entre otros. Asimismo, influyen en las propiedades mecánicas confiriéndoles resistencia y elongación, por ello entre los resultados más resaltantes está la investigación de fathanah et al, cuyo trabajo uso *manihot esculenta* “yuca” obteniendo propiedades altas, tales como resistencia a la tracción de 96.04mpa y elongación de 52.27%. Finalmente, la biodegradabilidad del bioplástico es una característica importante debido a que ayuda a reducir la contaminación del suelo.

Palabras clave: Degradación, tracción, biodegradabilidad, bioplástico, fuentes vegetales.

ABSTRACT

this research aimed to identify the properties of the bioplastic made from plant sources, whose source of research were scientific articles in spanish and english from indexed journals being a total of 90 articles. the most commonly used documents are from the science direct database, the following keywords were taken into account for the search; degradation, traction, biodegradaty, bioplastic, plant sources. the information was analyzed using the category group method. bioplastics are made from plant sources; manihot esculenta "yuca", solanum tuberosum "potato", zea mays "corn", manihot esculent "tapioca", saccharum officinarum "cane bagasse", etc. the reagents used are: acetic acid, glycerin, among others. likewise, they influence the mechanical properties, conferring resistance and elongation, therefore among the most outstanding results is the investigation of fathanah et al, in whose work i use manihot esculenta "yuca" obtaining high properties, such as tensile strength of 96.04 mpa and elongation of 52.27%. finally, the biodegradability of the bioplastic is an important characteristic because it helps reduce soil contamination.

Key words: Degradation, traction, biodegradability, bioplastic, plant sources.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo vivimos rodeados de plástico, un material que fue inventado hace 150 años con características de resistencia, ligereza y sobre todo de menor costo; pero con el crecimiento exponencial de la población y los avances tecnológicos su consumo ha ido creciendo, pasando de 2,3 millones en 1950 a 407 millones en el 2015 (Libera, 2018, p. 4), como consecuencia de una ineficaz separación y reciclado (Prieto, 2020, p.1). Solo en el continente europeo la producción de bolsas en el año 2015 fue de 100.000 toneladas, pero para el año 2020 superará las 300.000 toneladas (Wojnowska et al. 2020, p. 2).

A causa de esto se ha desencadenado la búsqueda de nuevas estrategias para la producción de biopolímeros usando materias primas provenientes de fuentes vegetales naturales como plátano, trigo, maíz, yuca, arveja, entre otras (Fathanah *et al.* 2018, p. 3) como una alternativa de reemplazo a los componentes del plástico tradicional (Azeredo *et al.* 2015, p. 81) Y es que a diferencia de los plásticos que sí generan contaminación, los bioplásticos son más amigables con el ambiente y su proceso de biodegradabilidad es más rápido comparado con el plástico tradicional, el cual genera 04 toneladas de emisiones de carbono, mientras que el otro solo 0,8 toneladas de emisiones de carbono; lo que reduce los gases de efecto invernadero y el calentamiento global; además de ello no se necesitaría rellenos sanitarios ya que pueden ser absorbidos por el suelo y convertirse en compost o Humus (Schmidt, Krauth y Wagner 2017, p. 81).

El proceso de descomposición de un producto es fundamental para los ecosistemas, por esta razón en la isla galápagos de Ecuador se restringieron la utilización de envases y cubiertos de plásticos; y en la provincia de Loja se tiene una ordenanza para reducir el índice de la huella ecológica desde el 2017, normativa que plantea utilizar productos biodegradables como sorbetes a base de bambú, platos elaborados con harina de yuca o elaborados con hojas de plátano. La utilización de estos biopolímeros contribuye a disminuir la contaminación ambiental gracias a su descomposición rápida y su uso como abono (Zoungnanan *et al.* 2020, p. 2)

Así mismo, en Nicaragua, Guatemala y Panamá se han realizado investigaciones para la obtención de biopolímero plástico a partir de recursos como el almidón de malanga (*Colocasia esculenta*), almidón de maíz (*Zea mays*) y cáscara de plátano como recursos renovables y biodegradables. Los mismos que alcanzaron casi un 100% de biodegradabilidad de los almidones que pueden llegar a formar parte de del ciclo de vida de los organismos presentes en el suelo, siendo utilizados como fertilizantes, lo cual resulta beneficioso en la disminución de la contaminación del suelo (Arévalo *et al*, 2018, p.42).

Países como India, Inglaterra, Malasia y Estados Unidos han destinado recursos a las universidades, institutos, para el desarrollo de nuevas alternativas y obtención de bioplásticos con elevada biodegradabilidad con el fin de ser compostables, basados en materias primas renovables y mitigar la contaminación en el suelo, en el cambio climático y los daños ocasionados por los polímeros derivados del petróleo (Arévalo *et al*, 2018, p.56).

Cornejo *et al.* (2020, p. 1362) señalan que los bioplásticos pueden ser biodegradables específicamente por compostaje a través de procesos como oxidación y descomposición biológica, los mismos que no alteran químicamente los constituyentes de la materia orgánica del suelo, pudiendo reemplazar a los fertilizantes químicos.

Por otro lado, Song, *et al.* (2019, p. 1036) mencionan que es de suma importancia reconocer que no todos polímeros de base biológica son biodegradables y viceversa, además es vital reconocer que la biodegradabilidad de un biopolímero debe combinarse de manera efectiva con el manejo adecuado de los desechos para capturar el máximo beneficio ambiental.

En tal sentido los bioplásticos son compuestos de elevado peso molecular elaborados a partir de fuentes vegetales tales como cultivos de poliésteres microbianos, de almidón, celulosa, entre otros. El almidón ha sido una de las principales materias primas consideradas para la elaboración de biopolímeros, debido a su alta disponibilidad, bajo costo, renovable, biodegradabilidad y competitividad económicamente en relación al petróleo (Chariguamán, 2015, p. 52).

Sessini y Peponi (2017, p. 54) mencionan que el almidón es un polisacárido complejo, que se acumula en forma de gránulos, con diferentes tamaños entre sí, composición química y características físicas, que varían según la fuente de la cual proviene. Arias (2019, p. 49) manifiesta que es una estructura semicristalina complicada organizada, concertada de glucosa: amilosa y amilopectina, encontrándose la síntesis del componente amilosa dentro de la matriz de amilopectina.

Por otro lado, a nivel agrícola de igual forma se han venido realizando investigaciones con el interés de generar bioplásticos a partir de productos agrícolas. Investigaciones nuevas ejecutadas por ARS (Servicio de Investigación Agrícola - EE.UU.) manifiestan que los polisacáridos como el almidón, que se encuentra en los vegetales, pueden realizar las funciones adecuadas para este tipo de bioplástico. Estos polisacáridos se modifican a través de una plastificación y un proceso de dopaje, obteniendo películas de alta conductividad (Huang & Netravali, 2007, citado por Pluas, Martínez y Zambrano, 2020, p. 277).

Otros autores como (Pluas, Martínez y Zambrano, 2020, p. 282) mencionan que las fuentes vegetales como el maíz, trigo, soya, papa, yuca entre otros logran poseer peculiaridades similares a los plásticos comunes, obteniendo de esta manera los biopolímeros (polisacáridos, proteínas y fibras) mismos que al mezclarse con plastificantes y otros aditivos forman el bioplástico.

Gálvez (2016) en su investigación obtuvo bioplástico a base de almidón de maíz, y demostró que pueden competir con los plásticos derivados del petróleo por la presencia de sus características cualitativas y físicas apropiadas, además de un tiempo de degradación de aproximadamente 90 días.

En Perú se han realizado estudios que usan cáscaras de tuna y piña con el objetivo de elaborar vasos, platos, cajas y envases biodegradables que servirán luego como abono para cultivos una vez que sean descartadas (Libera 2018, p. 12). De acuerdo con diversas estimaciones realizadas por el MINAM (Ministerio del ambiente), el consumo de bolsas plásticas en el país se ha reducido en 1000 millones aproximadamente (Becerra 2019, p. 1).

En tal sentido, en esta investigación se plantea como problema general ¿Cuáles son las propiedades del bioplástico elaborado a partir de fuentes vegetales?; considerando como problemas específicos los siguientes:

P.E.1. ¿Cuáles son las principales fuentes vegetales utilizadas para la elaboración de bioplástico en base a su biodegradabilidad?

P.E.2. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del bioplástico elaborado a partir de fuentes vegetales y su relación con los reactivos utilizados?

P.E.3. ¿Cómo el uso del bioplástico elaborado a partir de fuentes vegetales influye en la contaminación en el suelo?

Respecto de la justificación de la presente investigación, esta se enmarca dentro de las siguientes perspectivas: ambiental, social, económica y científica. En relación con la parte ambiental se puede decir que, si la población utiliza plásticos biodegradables con mayor frecuencia, se reducirá el grado de contaminación, pues en la actualidad el mayor porcentaje de ciudadanos usa plásticos de origen fósil considerados altamente contaminantes debido a su largo periodo de descomposición. En lo concerniente a la parte social, el uso de plásticos biodegradables repercutirá en la vida de muchos consumidores porque generará una mejor cultura de consumo, dada la problemática actualmente atravesada en muchos países, entre ellos el Perú, mismo que a través del Ministerio del Ambiente se ha visto en la obligación de regular el consumo de uso de plástico con el objetivo de aminorar las grandes tasas de contaminación por utilizar plástico convencional. Es importante precisar que estos cambios positivos en la sociedad dependen de cada uno de ser responsable de cuidar el planeta.

Sobre la justificación económica se puede mencionar que al utilizar materia prima de fuentes vegetales se disminuye los costos de producción, pues estos reactivos se pueden conseguir sin ningún tipo de restricción. Finalmente, en cuanto a la perspectiva científica, la presente investigación permitió contribuir con la ciencia y la tecnología al mostrar las fuentes naturales como una opción eficaz para producir plásticos biodegradables.

Se establece el objetivo general siguiente: Identificar las propiedades del bioplástico elaborado a partir de fuentes vegetales y para su cumplimiento se hace referencia a los objetivos específicos:

O.E 1: Contrastar a las principales fuentes vegetales utilizadas para la elaboración de bioplástico en base a su biodegradabilidad.

O.E 2: Indicar las propiedades mecánicas del bioplástico elaborado a partir de fuentes vegetales y su relación con los reactivos utilizados.

O.E 3: Inferir si el uso del bioplástico elaborado a partir de fuentes vegetales reduce la contaminación del suelo.

II. MARCO TEÓRICO

Los estudios realizados por diversos investigadores reflejan la necesidad de utilizar el bioplástico como una alternativa sustitutoria al plástico tradicional. A continuación, se presentan artículos científicos que guardan relación directa con la obtención del bioplástico a partir de fuentes vegetales, sus reactivos para la obtención de bioplástico.

En el ámbito internacional se tienen investigaciones que han obtenido bioplástico a partir de almidón de maíz, siguiendo las etapas de maceración, molienda, filtración, sedimentación, lavado y secado. El bioplástico obtenido presentó una biodegradabilidad en condiciones anaeróbicas del 89.40 % en 42 días (Avellán *et al.* 2020, p. 25).

En comparación con el bioplástico a partir de almidón de mandioca, luego de 14 días enterrados en suelo normal y estéril para la fase de biodegradabilidad, se ha observado una disminución del pH del suelo dado que los microorganismos consumieron el plástico para producir dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O), concluyendo que la degradación bioplásticos a base de yuca es mejor que la de a base de maíz en las condiciones normales (Zoungranán *et al.* 2020, p. 6).

Asimismo, los bioplásticos compuestos a partir de materiales como almidón de tapioca y fibra de bagazo de caña de azúcar, pasaron por un proceso de obtención de la materia prima, elaboración de las películas bioplásticas usando como reactivos secundarios glicerol, agua (mezcla calentada con un agitador magnético de placa caliente a 70°C y 400 rpm durante 40 min para formar un bioplástico

compuesto gelatinizado). Los biopolímeros sometidos a ensayos de tracción mostraron que la adición de ultrasonidos aumenta la resistencia a la tracción de las muestras de bioplásticos compuestos, siendo el valor de resistencia a la tracción más alto con 15 min de ultrasonidos para 2,5 MPa (Asrofi *et al.* 2020, pp. 2-5).

Otra fuente ha sido la cáscara de papa, de la cual se han analizado propiedades como su capacidad de absorción de agua y biodegradabilidad. Respecto de la primera, el polímero a base de papa absorbió agua en un 48,46% en el tiempo de dos horas, mientras que el bioplástico comercial absorbió 2,04% en el mismo tiempo. Las pruebas de biodegradabilidad mostraron que el bioplástico elaborado de papa se degradó aproximadamente un 71% en suelo húmedo y un 100% en vermicompost en cuatro semanas, mientras que el bioplástico comercial no tuvo ninguna degradación en el mismo tiempo (Gadhavne *et al.* 2018, p. 45).

En otra investigación se ha elaborado bioplástico a partir de tres variedades de papa (criolla, sabanera y pastusa). Teniendo en cuenta el tipo de plastificante se evalúa las concentraciones de glicerina a usar para obtener un material resistente. Los mejores resultados fueron de un 62% de almidón y 38% de plastificante; respecto a la variedad de papa, el mejor tubérculo fue la papa criolla, ya que presentaba mayor porcentaje de rendimiento y mayor contenido de materia seca. Los bioplásticos presentaron una solubilidad de 17-24% en agua y mayor resistencia en medio ácido que medio alcalino (Vargas y Medina 2019, p. 24).

De la misma manera, se ha investigado la posibilidad de extraer el almidón de patata e incorporarlo para hacer películas de empaques biodegradables usando el glicerol como plastificante. Las películas se formaron haciendo una solución de almidón, glicerol y ácido cítrico. Se prepararon dos muestras de películas, la muestra 1 (7,5 g de almidón, 1,5 ml de glicerol y 1 g de ácido cítrico), muestra 2 (11,25 g de almidón, 2 ml de glicerol y 1 g de ácido cítrico). El resultado de este estudio demostró que la película hecha con la muestra 1 tenía una excelente resistencia a la tracción y a la punción en comparación con la muestra 2 (Chaurasia y Lal, 2016, p. 9).

El biopolímero a partir del almidón de papa se ha elaborado con fines de ser utilizado como empaque de alimentos. El almidón fue sometido a un proceso de modificación con ácido acético al 5%, lográndose obtener un biopolímero con 61,76% de amilosa y 38,28% de amilopectina. Se realizaron pruebas de elongación

y tracción, en la primera prueba la resistencia a la tracción fue de 8,47 N y en la segunda la elongación fue de 33%, de la misma forma se aplicaron pruebas a los biopolímeros que fueron elaborados sin aditivos y los resultados fueron de 6,07 N de resistencia a la tracción y 13,48% de elongación. Se concluyó que el almidón modificado tiene buenas propiedades mecánicas (Alarcón y Arroyo, 2016, p. 23).

También se ha elaborado una película plástica a base de polímeros naturales como la yuca (almidón de yuca) y la pectina (desechos de cáscaras de frutas). Los investigadores plantearon la combinación de dos prototipos el primero fue el almidón de yuca modificado, mientras que el segundo fue el almidón de yuca modificado y mezclado con pectina. Los resultados de las películas plásticas obtenidas presentaban propiedades de flexibilidad, mediana resistencia y buen grado de transparencia con respecto al prototipo 2 (Blanco. *et al.*, 2017, p. 67).

Otro ejemplo es una película bioplástica a partir de una combinación de dos biopolímeros de la misma fuente, como, cáscara de plátano y almidón de maíz. Se prepararon cinco películas de cáscara de plátano (película BP) con diferentes concentraciones de almidón de maíz (1% hasta 5%). Los films se realizaron con varios ensayos de durabilidad y análisis de caracterización. Los resultados obtenidos, evidenciaron que la película de BP con 4% de almidón de maíz dio la mayor resistencia a la tracción 34,72N/m² en comparación con otras muestras (Kader y Wan. 2017, p. 67).

Asimismo, el bioplástico a partir de papa y ñame (tubérculo), su resistencia a la tracción de estos biopolímeros fue de 0,6 MPa y 1,9 MPa, para papa y ñame respectivamente, teniendo una biodegradabilidad de 43% y 26% (Ismail *et al.* 2016, p. 3).

Otra alternativa es la paja de arroz, un residuo agrícola que generalmente no se recupera. En la síntesis se trató la muestra con el extractor Naviglio, luego se disolvió con ácido trifluoroacético. El material presenta buenas propiedades mecánicas con resistencia a la tracción y alargamiento en la ruptura igual a 45 MPa (Megapascuales) y 6,1% y 10 MPa y 63% para mancuernas secas y húmedas, respectivamente. (Bilo *et al.* 2018, p.12)

Mientras otro autor se enfocó en elaborar bioplástico a partir de cáscara de yuca. Los resultados de la investigación mostraron que el valor más alto de resistencia a

la tracción fue de 96.04 MPa, el alargamiento más alto a la rotura fue de 52,27% y el valor de la prueba de resistencia al agua fue de 22,68%, mostrando una degradación de 57 días (Fathanah *et al.* 2018, p. 26).

También se ha obtenido bioplástico con cáscaras de fruto seco como la nuez, usando, además, agua, harina fina de maíz (maicena), vinagre y glicerina. Los resultados obtenidos indicaron que el bioplástico tenía tonalidades marrones y variaciones a la hora de doblarlo ya que era necesario ejercer un poco más de fuerza y el doblar dejaba diminutas señales, se realizó un ensayo de tracción, donde se comprobó que el biopolímero apenas sufría deformación hasta llegar a rotura. Para medir la resistencia de tracción se creó un ensayo casero utilizando dos pinzas, cadena, bolsa, arroz, báscula. Al comparar los dos bioplásticos, uno con cáscara de nuez y el otro sin ningún aditivo, se arrojó que el bioplástico de cáscara de nuez apenas sufría deformación hasta llegar a la rotura, unos 843 g, aproximadamente (Herrera *et al.* 2020, p. 4).

Con semillas de mango, en la fase experimental se secaron dichas semillas por 16 horas a 50 °C y luego de obtener el almidón se elaboró el bioplástico usando glicerina, vinagre comercial y colorante. Al biopolímero obtenido se le hizo seguimiento, observándose que hubo crecimiento microbiano, lo que afirmó la existencia de biodegradación (Ruiloba *et al.*, 2018, p. 34).

A partir del fruto *Artocarpus attilis* S. Park Fosberg (pan de sopa), los resultados han indicado que el mayor contenido de almidón se obtuvo en la etapa intermedia de desarrollo del fruto (verde-maduro) con un 10% de rendimiento. Se realizaron pruebas de infrarrojo y SEM-EDX, tanto del almidón como del bioplástico obtenido. El SEM-EDX mostró que para el almidón el diámetro de grano promedio es entre 2.5 ± 0.2 a 8.4 ± 0.2 μm con una geometría de tipo esférica, con cortes en direcciones aleatorias. El bioplástico obtenido a partir de almidón, emplea como plastificante al glicerol y agua, encontrándose una proporción de (1:10, almidón: agua) generando un material con las mejores características de termoplástico (Sagnelli *et al.*, 2016, p. 7).

Por otro lado, se ha sustituido el polietileno de baja densidad por bioplástico a partir de pieles de fruta, elaborando el biopolímero con maicena, vinagre y glicerina, los que posteriormente se calentaron y removieron hasta tomar una textura espesa.

Los resultados en relación a la resistencia a la tracción para el bioplástico sin fruta y sin metabisulfito fue de $0,80 \pm 0,01$ Mpa, para el de manzana fue $1,46 \pm 0,03$ Mpa, el de naranja $0,41 \pm 0,03$ Mpa y el de plátano $0,98 \pm 0,02$ Mpa (Alcaide, Collado y Sancho ,2020, p.26).

Por su parte Sforzini *et al.* (2016, p. 26) en su investigación “Aplicación de bioensayos para la determinación de la ecotoxicidad del suelo después de la exposición a plásticos biodegradables”, realizan pruebas de ecotoxicidad aplicadas al compost o al suelo después de la biodegradación del bioplástico a base de almidón de maíz, determinando sólidos totales, sólidos volátiles, pH, además de un análisis ecotoxicológico. Evidenciando como resultados que al momento de degradarse el bioplástico no produce efectos nocivos generando un impacto positivo al suelo y por consiguiente al medio ambiente.

Así mismo Folino *et al.* (2020, p. 96) evalúan la biodegradación de bioplástico en entornos naturales e industriales: una revisión, examinando el compost, suelo y mediante reacciones anaeróbicas, concluyen que los componentes del bioplástico al momento de biodegradarse no alteran la estructura del suelo ayudando a reducir la contaminación al no utilizar los polímeros tradicionales.

Jiménez *et al.* (2020, p. 420) evalúan la capacidad súper absorbente de las matrices bioplásticos a base de proteína de soja con fertilizante incorporado para cultivos, con el objetivo de evaluar diferentes alternativas para incorporar micronutrientes como el Zn presente en los bioplásticos a base de proteína de soja sin perder la capacidad súper absorbente de estos últimos. Concluyendo que los nutrientes obtenidos mediante la biodegradación del bioplástico sustituyen a algunos fertilizantes utilizados en la agricultura y por ende mitigaría la contaminación del suelo.

Schrader *et al.* (2016, p. 120) en su investigación de degradabilidad de envases bioplásticos en el suelo y compost, examinan el comportamiento de un invernadero en donde presenta contenedores hechos de bioplástico, evidenciando resultados positivos en las hortalizas por efectos de la degradación del bioplástico, así mismo el suelo examinando presentan nutrientes como Zinc, calcio, entre otros el cual genera una influencia positiva en el mismo.

Adhikari *et al.* (2016, p. 22) investigan la degradación de bioplásticos en el suelo y sus efectos de degradación sobre microorganismos ambientales, para ello utilizan el bioplástico a base de almidón de maíz y determinaron el efecto de la masa bacteriana en el suelo sobre la biodegradabilidad del mismo. Indicando que diversidad bacteriana presente en el suelo no se vio afectada por la degradación de los bioplásticos, además no influyó en la actividad de circulación de nitrógeno. De tal manera que la biodegradación influye positivamente en el comportamiento los componentes químicos del suelo.

Monroy *et al.* (2018, p.103) en su investigación elaboraron 2 biocompuestos denominados P₀ y P₃₀ cuya composición estaba conformada por el poli-3-hidroxi-butirato/policaprolactona/ aserrín de cannabis sativa indica – Rusia blanca con proporción en peso de 0 / 30, respectivamente, estos compuestos fueron mezclados en molinos de rodillos, por lo cual se obtuvieron laminas mediante moldeo por comprensión, asimismo se obtuvo como resultados el 10,2% en pérdida de peso al aprovechar la Harina de Tallos de cannabis empleado para uso médico, luego de someterlo a 4 meses, de enterramiento, además el autor señala que los biocompuestos que fueron enterrados en el suelo presentaron cambios en la estructura química y cristalina, disminución de propiedades mecánicas, pérdida de masa y deterioro superficial con respecto a las muestras testigo.

Zhao *et al.* (2018, p.1574) menciona en su investigación el comportamiento de biodegradación de eco-compuestos de policaprolactona a base de cascara de arroz en medio de suelo simulado, se hace referencia que la biodegradación en un medio natural puede proceder de una forma relativa, pausada en comparación a otro poliéster microbiano, como poli (3- hidroxibutirato) (PHB) o poli (3-hidroxibutirato – co-3-hidroxivalerato) (PHBV). En cuanto a la cascara de arroz es degradable en un medio natural del suelo debido a sus componentes que son principalmente susceptibles al complejo de microorganismos que se encuentran en el suelo.

Por otro lado, en el ámbito nacional, se han elaborado bioplásticos a partir de papa concluyendo que el bioplástico elaborado alcanza un 64.21% de biodegradabilidad en 92 días de ensayo, de acuerdo a la Norma ISO 17556:2012 (Meza y Lawrence, 2019, p. 12).

En relación a las teorías sobre el tema se realiza una síntesis general de los conceptos asociados a la elaboración del bioplástico, como las diversas fuentes

vegetales y secundarias, además de las propiedades tanto mecánicas como biológicas de estos biopolímeros como la degradación, resistencia y elongación.

El plástico es un derivado del petróleo que generalmente se puede encontrar en botellas, recipientes y otra variedad de objetos plásticos elaborados a partir de combustible fósil, un recurso no renovable (Godínez *et al.* 2016, p.4). Son materiales construidos por una gran variedad de compuestos orgánicos, sintéticos o semisintéticos, compuestos a su vez, por largas cadenas de moléculas de gran tamaño denominados polímeros. Un polímero es una macromolécula constituida por pequeñas y simples unidades estructurales repetidas, que se les conoce como monómeros (Machado *et al.* 2020, p.34).

Se pueden clasificar en tres categorías: i) polímeros naturales (donde se encuentra la celulosa, el almidón y las proteínas); ii) polímeros artificiales (que resultan de modificaciones de polímeros naturales por intermedio de procesos químicos, siendo parte de éstos la nitrocelulosa, etonita, etc.); iii) polímeros sintéticos, obtenidos por procesos de polimerización, entre los cuales se puede citar al nylon, polietileno, cloruro de polivinilo, polimetano, etc. (Labeaga, 2018, p. 19).

Los polímeros como el polietileno, polipropileno, generalmente provienen del petróleo (Zeng, 2019, p.81). Su proceso de degradación está comprendido en dos etapas: desintegración y mineralización; la primera se asocia al deterioro físico de las propiedades físicas (como la decoloración, la fragilidad y la fragmentación); mientras que en la segunda etapa es la conversión final de fragmentos del plástico a pequeñas moléculas como CO₂, agua y biomasa celular en condiciones aerobias; y CH₄, CO₂ y biomasa celular bajo condiciones anaerobias (Castellón, Tejeda y Tejeda, 2016, p. 26). En general, los plásticos se pueden clasificar en función de dos factores: de base fósil o de base biológica, no biodegradable o biodegradable. Las posibles combinaciones se presentan en la siguiente figura:

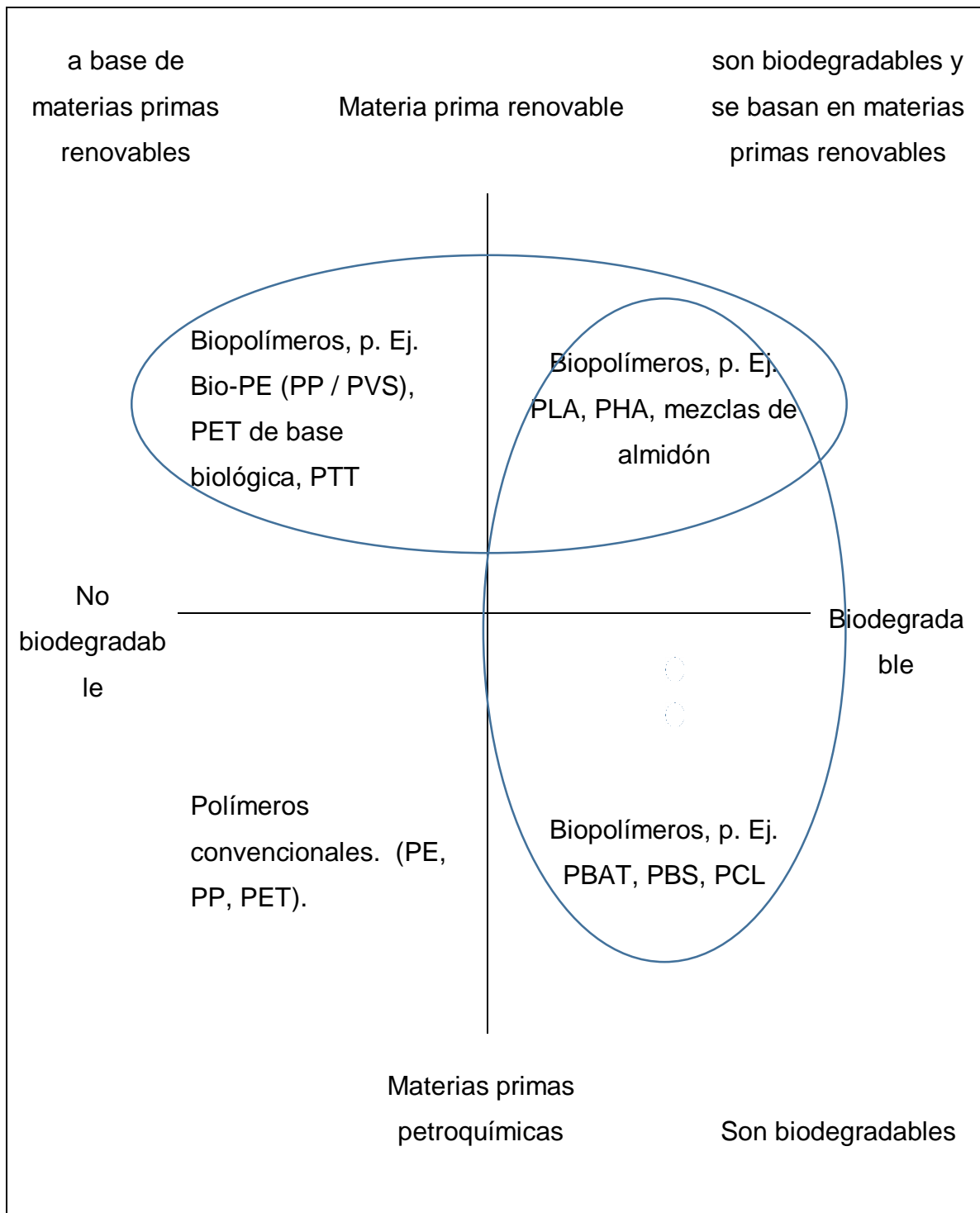


Figura 1. Tipos de bioplástico

Fuente: Elaboración propia a partir de (Cinar et al. 2020, p. 1)

Los bioplásticos (plásticos de base biológica) son una familia de materiales con diferentes propiedades y aplicaciones que se elabora a partir de fuentes vegetales que se degradan en el ambiente mucho más rápido que el plástico convencional, perfilándose como una gran solución para el problema de contaminación ambiental por desechos plásticos (Alarcón y Arroyo 2016, p. 4). Entre estos se consideran los

biobasados y biodegradables. Sobre los primeros, estos se obtienen total o parcialmente de la biomasa como las plantas (maíz, caña de azúcar, etc.). Ahora bien, no todos los bioplásticos son biodegradables, como por ejemplo el polietileno y PET; mientras que entre los bio-basados biodegradables se puede mencionar al PLA y PHA (Wojnowska et al., 2020, p. 81). Se producen mayoritariamente a partir de residuos industriales y urbanos con alta carga de materia orgánica, aunque también pueden producirse a partir de gases como el CO o el CO₂ (Prieto 2020, p. 1).

Como ventajas del bioplástico se puede mencionar que no contiene sustancias químicas perjudiciales para el ambiente, en su gran mayoría son biodegradables y contribuyen al cuidado del planeta generando menos residuos, son reciclables y se pueden utilizar en producir fertilizantes para la agricultura, su procedencia es generalmente por materia prima renovable y necesita menos energía para su producción, además se pueden usar con los mismos fines de los plásticos tradicionales. No obstante, estos bioplásticos también pueden presentar algunas desventajas como el que no existe suficiente conocimiento de muchos empresarios del sector industrial para elaborarlos, y podría existir alza de productos comestibles por la materia que requieren para su elaboración, etc. (ECOINVENTOS, 2016, p. 1).

Los bioplásticos al terminar su vida útil son arrojados al suelo y tienden a descomponerse gradualmente hasta desaparecer. Esta cadena trófica es muy importante para el medio ambiente, debido a que lo libera de los desechos, permitiendo el nacimiento de una nueva vida, las mismas que pueden ser utilizadas como materia prima para la producción de nuevos bioplásticos (Romero, 2016, p. 9).

Como se puede observar en la figura 2 el ciclo de vida del bioplástico inicia en la extracción las materias primas, luego se realiza todo el diseño y producción de un biopolímero, posterior a ello se distribuye y es usado, al finalizar su vida útil se realiza la disposición del mismo de manera adecuada prosiguiendo su biodegradación y generando nuevos recursos naturales.

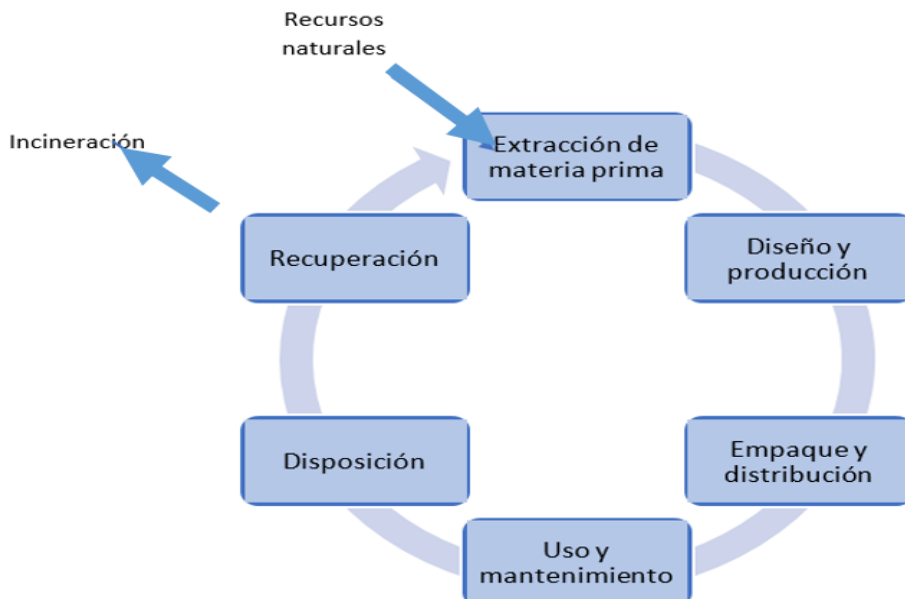


Figura 2. Ciclo de vida del bioplástico

Fuente: Elaboración propia a partir de Cinar, et al., 2020, p.1

Para la elaboración del bioplástico se puede precisar como insumo principal a la materia orgánica, entre la que destaca el almidón (constituido por amilosa y amilopectina). Este es uno de los polímeros más abundantes en la tierra, pudiendo llegar a transformarse hasta en productos comestibles o compostables, lo que lo confiere como una materia prima adecuada para la producción de bioplásticos (Sagnelli et al. 2016, p. 399). Cuando los bioplásticos se elaboran a base de almidón y agua presentan un comportamiento rígido con poco esfuerzo de sufrir fractura y un bajo valor de deformación, es por ello que se recurre a la adición de plastificantes para una mayor flexibilidad y suavidad. Como consecuencia de ello se asumen dos maneras de elaborar bioplástico: los que son elaborados a nivel industrial y los que son elaborados a nivel académico (Asrofi *et al.* 2020, p. 1).

Es importante tener en cuenta que para elaborar bioplástico no únicamente se necesita tener fuentes vegetales, sino que también se debe contar con reactivos secundarios como puede ser la glicerina, que es un polialcohol de una cadena carbonada de tres átomos de carbono y tres grupos hidroxilos. Su molécula tiene un gran número de posibles reacciones debido a la presencia de grupos alcohólicos (primario y secundario) que pueden ser reemplazados por otros grupos funcionales y formar derivados como los ésteres, aminas y aldehídos (Vargas Moreno y Medina Vargas 2019, p. 8). Se trata de un líquido viscoso recabado por hidrólisis de grasas

y aceites que puede ser disuelto en agua y se utiliza por su capacidad espesante y plastificante (del Campo, Garrido, Morales y Perucha, 2020, p.24).

Como otro componente se tiene al vinagre, es la sustancia que resulta de la acción de microorganismos que devoran el alcohol y dejan su paso al ácido acético, principal componente utilizado para elaborar bioplástico. La concentración de ácido acético en el vinagre es aproximadamente de 3% a 5%, con cantidades pequeñas de ácido tartárico y ácido cítrico (Herrera et al. 2020, p. 1); y es un líquido higroscópico que absorbe la humedad (del Campo et al., p.24). A este grupo se suma el agua, una sustancia abundante en los tres estados físicos posibles y que resulta ser un elemento esencial para la vida; además de considerarse disolvente universal con aplicación en diversos campos (Marquéz y Ortega 2017, p. 42).

Respecto de las etapas de elaboración del bioplástico, en la primera se obtiene la materia prima a través de diversos procedimientos como: recolección de la materia prima, limpieza, pelado, troceado, picado o rayado, filtrado, sedimentación, decantación, secado y triturado. La segunda etapa abarca la elaboración propiamente dicha del bioplástico, donde necesariamente se debe tener todos los reactivos tanto los que son extraídos de fuentes vegetales, así como los reactivos secundarios antes mencionados (Vargas y Medina 2019, p. 367).

Los bioplásticos obtenidos son comúnmente evaluados en cuanto a características. La biodegradabilidad se define como la capacidad de un material a ser biodegradado, este es un proceso natural por el cual unos materiales por acciones biológicas cambian sus propiedades originales (Emadian, Onay y Demirel 2016, p.527). Este proceso de degradación involucra microorganismos, es aceptado como selectivo y depende de varios factores, incluidas las propiedades físicas y químicas de los biopolímeros. Incluye la degradación del polímero por microorganismos biológicos en CO₂, H₂O, biomasa y metano por compostaje, degradación del suelo, marina u otros procesos. La degradación térmica u oxidativa no es selectiva, ocurre en todos los polímeros e introduce factores de estrés térmico o químico que escinden las cadenas de polímeros en unidades más pequeñas de oligómeros, ácidos, alcoholes, ésteres y radicales.

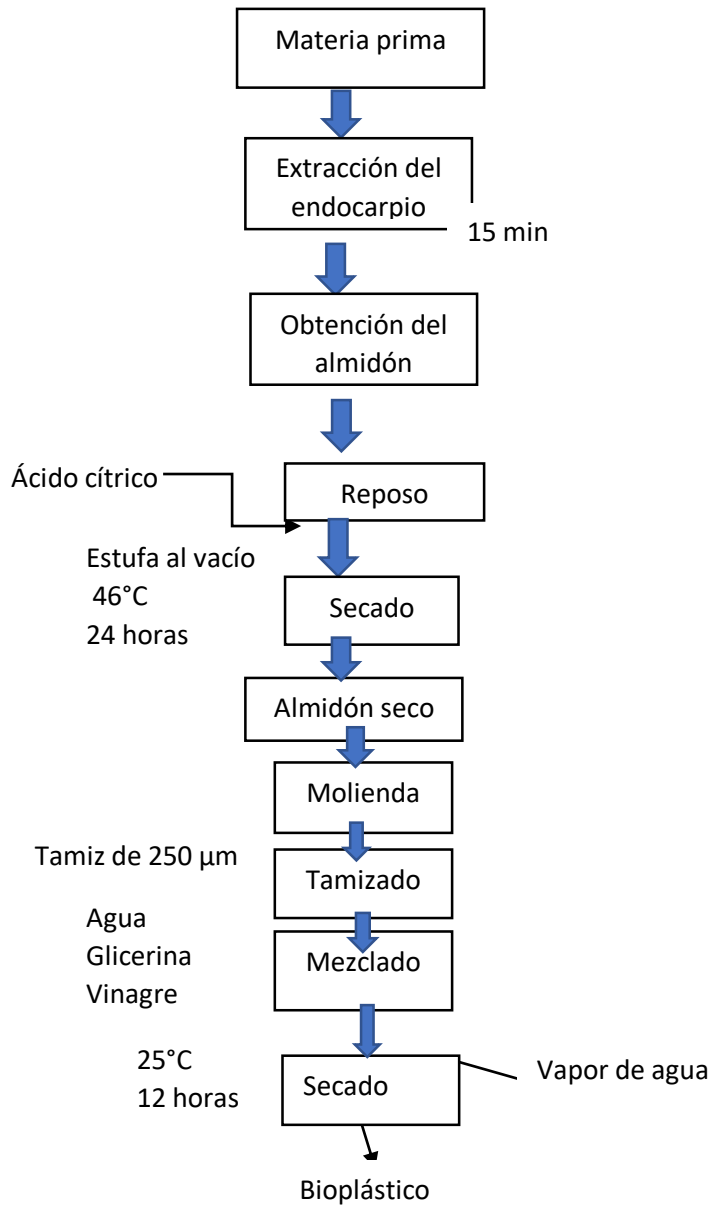


Figura 3. Diagrama de bloques para la elaboración de un biopolímero

Fuente: Elaboración propia a partir de Pizá, et al., 2017, p.41

El valor de los polímeros biodegradables radica en la rápida degradación en condiciones naturales (suelo, agua del océano), pero múltiples factores afectan la biodegradación, además de las condiciones de entorno (temperatura, humedad, etc.), como la composición de polímero, el peso molecular, cristalinidad, composición, estructura química, potencial de reducción, hidrofiliidad, productos de degradación, entre otros, pero el alcance de los efectos de algunos de estos factores sigue sin estar claro (Meereboer, Misra y Mohanty 2020, p. 5524).

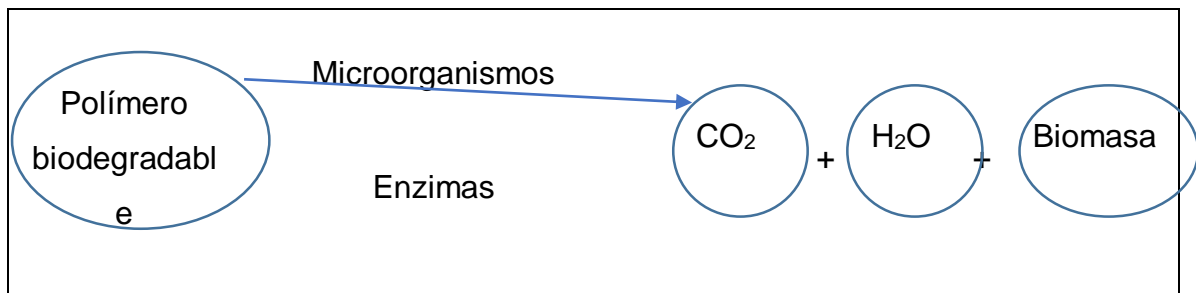


Figura 4. Proceso de degradación biológica de polímeros biodegradables

Fuente: Elaboración propia a partir de Shamsuddin et al., 2020, p.67

La biodegradación de un bioplástico se realiza por medio de la transformación y deterioro que se producen en el material, esto es debido a la acción de microorganismos y/o enzimas como bacterias, hongos, algas; produciendo dióxido de carbono (bajo en condiciones aeróbicas), dióxido de carbono, metano (bajo en condiciones anaeróbicas), agua, sales minerales y biomasa. Al biodegradarse puede presentar cambios físicos como decoloración, pérdida del brillo superficial, formación de grietas, erosión y pérdida de propiedades como la resistencia a la tracción y el alargamiento (Rosales, 2016, p. 59).

En un bioplástico la materia orgánica sufre un proceso de biodegradación a consecuencia de la actividad de microorganismos, teniendo en cuenta la temperatura, humedad, acidez para mayor velocidad de biodegradación a fin de obtener un producto como fertilizante para ser usado en la horticultura o agricultura (Rosales, 2016, p. 9).

Zeng (2019, p. 81) menciona las ventajas que posee un bioplástico, estas son: reducción de las emisiones de carbono al aire considerándose que emiten alrededor de 0,8 toneladas de carbono en relación a las 4 toneladas de carbono que emiten los plásticos derivados de petróleo, necesita menos rellenos sanitarios ya que pueden ser absorbidos por el suelo y convertirse en humus o compost, también pueden ser reciclables debido a que no contienen químicos ni toxinas. En cuanto a sus desventajas existe un problema de ingeniería de modo que los bioplásticos son obtenidos a base de plantas a las cuales en el proceso de crecimiento son rociadas por pesticidas químicos que pueden contaminar a los cultivos y ser transferidos o contenidos en el producto terminado.

La Real Academia de Ingeniería define el término ecotoxicidad como: “concepto que se refiere al estudio de los efectos de las sustancias que producen o pueden

producir riesgos inmediatos o diferidos para el medio ambiente, tales como la toxicidad o la biodegradación” (López, 2017, p. 77).

Las propiedades mecánicas se pueden medir por ensayos de tracción el cual mide la deformación de la probeta entre dos puntos fijos de la misma medida que incrementa la carga aplicada (Cinar *et al.* 2020, p. 11). En un ensayo de tracción el material es sometido a una fuerza que tiende a estirarlo para medir la carga soportada y se calcula el alargamiento de la misma, prediciendo su rendimiento bajo tensión, lo que determina su límite elástico a la tracción mostrada en una curva esfuerzo-deformación. Asimismo, en el ensayo de compresión se puede estudiar el comportamiento (durante un periodo de tiempo) bajo una carga compresiva en una velocidad de carga alta y uniforme, para determinar la resistencia a la compresión y deformación por sobre el punto de fluencia. El ensayo de impacto por su parte, muestra la capacidad de resistencia de un plástico a la fractura por el choque de una carga, en estrecha relación con la temperatura de prueba por su afectación a la tenacidad del polímero (Rímac, 2019, p.14).

Elongación el alargamiento se define como el aumento de la longitud del calibre de una pieza de prueba sometida a fuerzas de tracción dividida por la longitud del calibre original (Gadhav *et al.* 2018, p. 58).

Por otro lado (Fathanah *et al.* 2018, p. 45) sugiere que para el proceso de obtención de bioplástico sea óptimo debe de cumplir ciertas condiciones favorables como temperatura de reacción la misma que sería directamente proporcional a la velocidad de reacción; presión, considerando que no afecte el equilibrio químico de la reacción; tiempo de reacción y cantidad o concentración de materia prima, éstas dos últimas propiedades son directamente proporcionales y dependerá del criterio del investigador.

Entre las propiedades mecánicas del bioplástico se tiene los siguientes:

Tracción: “esfuerzo a que está sometido un cuerpo por la acción de dos fuerzas opuestas que tienden a alargarlo” (RAE ,2019, p.1).

Resistencia a la tracción: propiedad más valorada a la hora producir un bioplástico, en cuanto a tracción y flexión. (Alarcón y Arroyo 2016, p. 71). La fuerza necesaria para deformar las probetas depende, entre otras características, de sus

dimensiones. Por tanto, no se expresa la fuerza, sino el esfuerzo nominal en (MPa) o en N/mm² (Granda, 2016, p.33).

Elongación máxima que (Gadhavé et al. 2018, p. 85), lo define como “tipo de deformación. La deformación (%) es simplemente el cambio en la forma que experimenta cualquier cosa bajo tensión, cuando se habla de tensión, la muestra se deforma por estiramiento, volviéndose más larga, esfuerzo máximo, expresada en porcentaje (%).

Esfuerzo máximo a la rotura: “esfuerzo máximo soportado por la probeta durante el ensayo a la tracción” (Pascual 2015, p.100). Así mismo corresponde al valor de esfuerzo máximo alcanzado durante el ensayo expresado en MPa (Granda, 2016, p.34).

Alargamiento a la rotura: “variación de longitud con respecto a la longitud inicial, que corresponde al valor del esfuerzo de tracción en el punto de rotura” y es expresado en porcentaje (%) (Pascual 2015, p. 101).

Teniendo como propiedad biológica que es la degradación expresada en porcentaje (%) (Granda 2016, p.34).

El uso de bioplástico y su influencia en el suelo

El bioplástico por ser a base de fuentes vegetales ya genera una influencia positiva en el suelo debido a su fácil biodegradabilidad. La degradación tiene lugar en las plantas de compostaje además de otros residuos orgánicos que se pueden evidenciar en un jardín para dar lugar al compost, el mismo que puede ser aplicado al suelo como fertilizante para aumentar la carga orgánica (Sforzini *et al.* 2016, p. 2).

Adhikari et al. (2016, p. 45) menciona que “los bioplásticos son degradados por muchos tipos de microorganismos en la naturaleza y se convierten en agua y dióxido de carbono mediante el metabolismo microbiano “. Además, los autores señalan que la biodegradación de bioplásticos a base de almidón de papa en el suelo agrícola no afecta significativamente a la biomasa bacteriana, no obstante, la diversidad bacteriana cambia levemente. La degradación de bioplástico influye de manera positiva en suelos agrícolas debido al aumento de la actividad de la circulación de nitrógeno en el suelo y la actividad de oxidación. Por otro lado,

Atwijukire et al. (2019, p.3) mencionan que la temperatura y la humedad cumplen un papel importante en la degradación del bioplástico, de tal manera que una temperatura entre 21,5 ° y 23,5° serían las adecuadas para la pérdida de peso del bioplástico, sin embargo, a elevadas temperaturas (50°C a más) desaceleran el proceso debido a los bajos niveles de humedad.

En los bioplásticos el patrón de degradación del almidón es significativo para lograr una descarga controlada, ayudan a disminuir el tiempo necesario para que el bioplástico desaparezca del suelo. La biodegradación del bioplástico comienza con la bioasimilación de los poliésteres, A continuación, una hidrólisis biótica donde los organismos del suelo transforman las cadenas poliméricas en productos monoméricos y oligoméricos pueden ser fácilmente absorbidos por microorganismos, ayudando a la absorción de nutrientes y generando beneficios al suelo y por ende al medio ambiente (Atwijukire *et al.* 2019, p.8).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

Respecto al tipo de investigación, es aplicada cualitativa, porque se caracterizó por la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos con el objetivo de resolver un problema o planteamiento específico. Este estudio es aplicado desde un punto de vista observacional, ya que involucra el uso de investigaciones ya desarrolladas en torno a la elaboración de bioplástico para consensuar la información en torno a uno de los problemas principales de la contaminación como es el uso excesivo de plásticos, y una alternativa de solución de ésta, como es el uso de materia orgánica para elaborar bioplástico (Vargas y Medina 2019, p. 159).

En lo concerniente al diseño de la investigación, es de diseño cualitativo narrativo de tópicos, debido a que se realizó una búsqueda exhaustiva de artículos de carácter científico de diferentes fuentes bibliográficas. La información que se encontró fue en relación a la elaboración de bioplástico a partir de fuentes vegetales. El diseño narrativo de tópicos refiere a que el investigador recopila medios materiales personales y testimonios de acuerdo al tema investigado, enfocado en una sola temática, suceso o fenómeno, lo cual dio pie a una investigación detallada (Alarcón y Arroyo 2016, p. 471). En este caso, se tomó en cuenta estudios experimentales que realizaron otros autores que estuvieron

enfocados a la obtención del bioplástico a partir de fuentes vegetales para consensuar ideas y llegar a conclusiones específicas

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

La categorización de la investigación se ha realizado en base a los objetivos del tema de estudio (tanto general como específicos), de los cuales es desprendido una categoría, misma que es subdividida en sub categorías que a su vez, pueden detallarse valiéndose de criterios. Así, la información a ser estudiada presenta un orden. Lo dicho se resume en la siguiente matriz de categorización apriorística.

Tabla 1. Matriz apriorística

Problema general	Objetivo general	Objetivos específico	Problemas Específico	Categoría	Sub categoría	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
¿Cuáles son las propiedades del bioplástico elaborado a partir de fuentes vegetales?		OE1: Contrastar las principales fuentes vegetales utilizadas para la elaboración del bioplastico en base a su biodegradabilidad	PE1: ¿Cuáles son las principales fuentes vegetales utilizadas para la elaboración bioplástico?	Fuentes vegetales	Herbáceas algas	Semilla	Raíces	Bagazo	Sub productos
		OE2: Indicar las propiedades mecánicas del	PE2: ¿Cuáles son las propiedades	Propiedades	Ensayos	Resistencia Tracción	Elongación		

	<p>OG: Identificar las propiedades del bioplastico elaborado a partir de fuentes vegetales</p>	<p>bioplástico elaborado a partir de fuentes vegetales y su relación con los reactivos utilizados.</p>	<p>mecánicas del bioplastico elaborado a partir de fuentes vegetales y su relación con los reactivos utilizados?</p>		<p>bioplastic o</p>				
--	---	--	--	--	---------------------	--	--	--	--

		OE3: Inferir si uso del bioplástico elaborado a partir de fuentes vegetales reduce la contaminación del suelo	PE3: ¿Cómo el uso del bioplástico elaborado a partir de fuentes vegetales influye en la contaminación en el suelo?	Influencia del bioplástico	Contaminación del suelo	Influencia positiva	Influencia negativa		
--	--	--	---	----------------------------	-------------------------	---------------------	---------------------	--	--

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Escenario de estudio

El escenario de la investigación se establece dentro de bibliografía especializada en la elaboración de bioplásticos o biopolímeros, es decir, artículos de metodología experimental de diferentes países, los cuales en base a fuentes vegetales han elaborado bioplástico a pequeña o gran escala, de forma empírica o en laboratorio.

3.4. Participantes

La información que se tuvo en cuenta para realizar el presente estudio fue en base de fuentes secundarias, información que proviene generalmente de la organización, análisis y extracción de documentos primarios originales (Cruz 2019, p.57). La información consultada fue principalmente de fuentes bibliográficas en los idiomas de inglés y español en las que se puede mencionar Scielo.org, Redalyc.org, Elsevier, researchgate.net y editoriales de publicación científica electrónica como Springer y Sciencedirect.

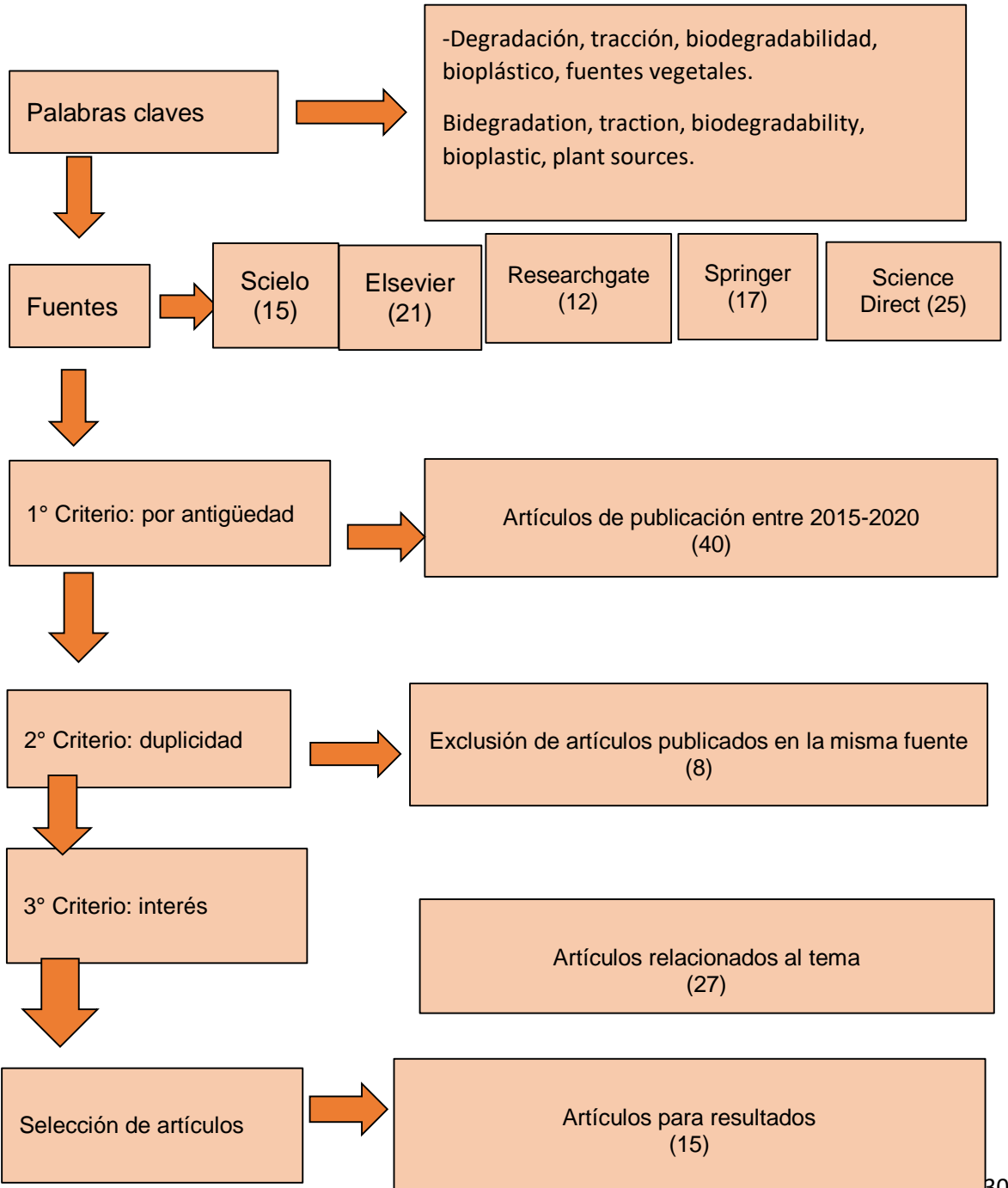
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección de datos al ser usada es el análisis documental, para dar cumplimiento a este objetivo se empleó como instrumento una ficha de análisis documental, la información que se recopile será de acuerdo a los objetivos de estudio de la investigación, estas fichas serán de gran ayuda porque permitirán sintetizar y ordenar la información sobre las características generales de los artículos y su contenido, para que posteriormente sea interpretada con mayor facilidad.

3.6. Procedimientos

El procedimiento que se tomó en cuenta para desarrollar el presente estudio consistió en base a un diagrama de bloques, en este se detalló cuáles fueron los criterios que se tuvieron en cuenta para seleccionar artículos adecuados al tema investigado, el análisis que se realizó fue de acuerdo a los objetivos planteados, luego de haber obtenido esta información, se procedió a redactar los resultados para finalmente terminar con las conclusiones.

El diagrama de bloques se inicia con la selección de palabras claves, para que en base a estas se empiece con la búsqueda de fuentes bibliográficas, generalmente provienen de Scielo.org, Redalyc.org, Elsevier, researchgate.net, Springer, ScienceDirect, luego de ello se analizó cuáles fueron los criterios de inclusión y exclusión que se tuvieron en cuenta para seleccionar los documentos. Dentro de los criterios de inclusión que se tomaron en cuenta estuvieron la información recopilada de los últimos 5 años y que además de ello que guarden relación con el tema investigado, referente a los criterios de exclusión no se considerarán los que son menores al año 2015 y también los que son publicados por duplicidad.



3.7. Rigor científico:

La presente investigación al considerarse cualitativa se sustenta bajo los siguientes criterios de rigor científico:

La credibilidad: se encuentra asociada directamente al valor de la verdad, por lo tanto la credibilidad puede referirse a cómo los resultados son verdaderos para aquellas personas estudiadas y para otras que han experimentado o estado en contacto con el fenómeno investigado.(Corral 2016 ,p.198).En esta investigación cualitativa , se tomó en cuenta resultados experimentales de diversos autores que han estudiado cuáles han sido las características del bioplástico obtenido a partir de fuentes vegetales.

La transferibilidad: se refiere a la aplicabilidad (validez externa), es decir a la replicabilidad del estudio a otros grupos, poblaciones o escenarios y ver que tanto se ajustan a ambos contextos, para lograr esto es necesario describir detalladamente el contexto sociocultural y las características de las personas donde el fenómeno o evento fue estudiado, es por ello que el grado de transferibilidad dependerá de la similitud entre contextos y referentes teóricos establecidos (Corral 2016 ,p.199).En este estudio el conocimiento encontrado será de gran aporte a la sociedad porque será trasladado a un contexto de información más amplio para desarrollar futuras investigaciones en base al tema estudiado.

La fidelidad: Hablar de fidelidad es mencionar a la habilidad que despliega un segundo investigador para seguir la pista de lo que ha realizado el investigador original, lo cual está relacionado con la cantidad de datos y hallazgos que proporciona el estudio original, esto con el objetivo que esta información sea utilizado en estudios con perspectivas similares y llegará a conclusiones con las mismas características (Corral 2016 ,p.201).La información que se logre encontrar relacionado con la obtención de bioplástico a partir de fuentes vegetales será de autores originales y fuente de datos confiables, esto servirá como base para futuras investigaciones y así mejorar los estudios concerniente al tema estudiado.

3.8. Método de análisis de datos

La información se analizó por medio del método de análisis de grupos diferentes, se realizó un análisis de contenido, una técnica de investigación para la descripción objetiva, sistemática y cuantitativa del contenido con el fin de llegar a una interpretación, además de ello se enfocó en observar y reconocer el significado de los elementos que conforman los documentos y clasificarlos para el análisis (López y Sandoval, 2016, p.14).

La presente investigación se ha desarrollado en función de los objetivos del tema de estudio el cual está determinado por categorías que los identifica como se puede detallar en la tabla 1, esta clasificación responde a la iniciativa de agrupar la información de acuerdo a los siguientes aspectos: las fuentes vegetales utilizadas y las condiciones favorables que involucra obtener estos biopolímeros. La información se analizó de acuerdo a criterios diferentes, tomando como referencia las características que presentaron los bioplásticos, se identificara el tiempo de biodegradabilidad, que sufren este biopolímero luego de ser sometido a pruebas mecánicas, en relación a las fuentes vegetales utilizadas se tuvieron en cuenta el tipo de materia orgánica que se usa con mayor frecuencia, también los elementos secundarios y/o complementarios utilizados.

3.9. Aspectos éticos

Con el objetivo de garantizar una investigación veraz y de buena calidad se consideró los siguientes aspectos éticos: respetar los derechos de autor ya que la información está citada tomando en cuenta según el estilo ISO 690. Además de ello cumple con el código de ética estipulado por la Universidad César Vallejo, los resultados se direccionan a generar conocimiento en base a la obtención del bioplástico a partir de fuentes vegetales, esto permitió tener un conocimiento más consensuado de lo que se pretende investigar.

IV. RESULTADOS y DISCUSIÓN

Para la elaboración de este estudio se dio lugar a 90 documentos potencialmente relevantes (Se consideraron 15 artículos de la plataforma Scielo, 21 de Elsevier, 12 de Researchgate, 17 de Springer y 25 de Science Direct los cuales cumplieron 3 criterios de selección los cuales son: 1° criterio (Antigüedad no mayor a 5 años), 2° criterio duplicidad y el 3° criterio el interés (en los cuales son considerados los artículos más resaltantes); de entre los cuales fueron considerados 15 artículos para la proceso de resultados la Fig 5 representa la selección de los artículos empleados en esta investigación.(Ver Fig 5)

Los estudios que fueron considerados se basan en la elaboración de bioplásticos empleando fuentes vegetales, sustancialmente esta revisión sistemática consideró investigaciones de los países como: Indonesia (2), Perú (2), Malasia (1), Italia (1), España (3), Ecuador (1), Panamá (1), Costa Marfil (1), Colombia (1), India (1) y Japón (1), (Ver fig. 5)

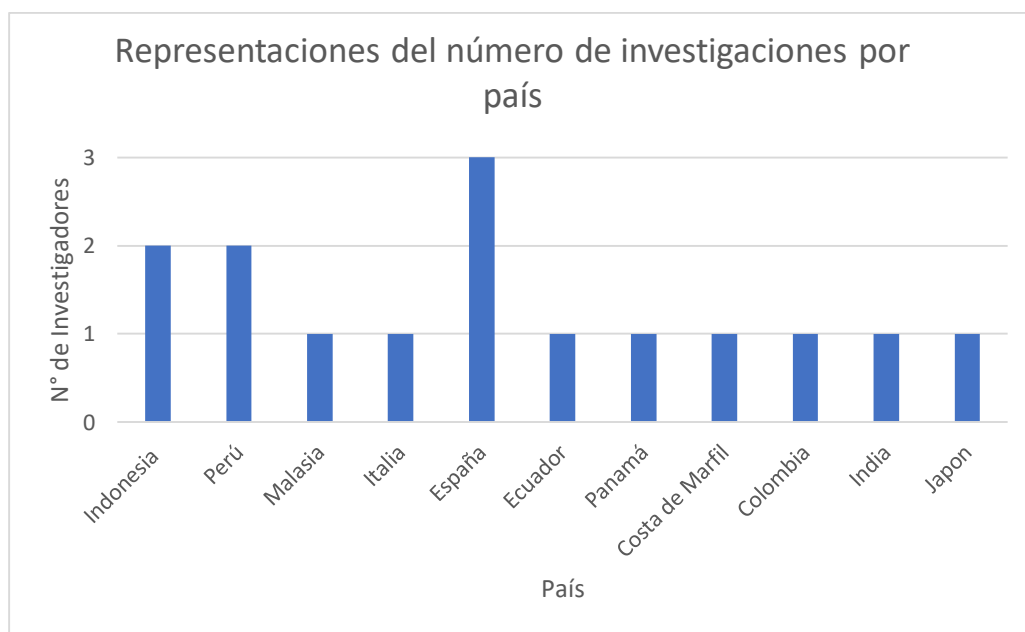


Figura 5. Número de investigadores consideradas en la revisión sistemática, según el país de origen.

Tabla 2. Propiedades específicas de la elaboración de bioplásticos empleando fuentes vegetales

Estudio / Autor	Lugar	Fuente vegetal	Biodegradabilidad (días)	Propiedades mecánicas	Biopolímero	Parte empleada
Degradación de bioplásticos en el suelo y sus efectos de degradación en Microorganismos ambientales Adhikari [et al.] (2016)	Japón	<i>Solanum tuberosum</i> (Papa)	28	-----	Almidón	Epidermis o cutícula
Obtención de bioplástico a partir de almidón de maíz (<i>Zea mays</i> L.) Avellan et al.(2020)	Ecuador	<i>Zea mays</i> (Maíz)	42	-----	Celulosa	Semilla
Elaboración de plástico a partir de cáscara de yuca Fathanah [et. al] (2017)	Indonesia	<i>Manihot esculenta</i> (Yuca)	45	<ul style="list-style-type: none"> ● Resistencia a la tracción: 96.04 MPa ● Alargamiento a la rotura :52.27% 	Quitosano	Raíz

Elaboración de bioplásticos y determinación de su biodegradabilidad - Proyecto de laboratorio Meza y Lawrence (2019)	Perú	<i>Solanum tuberosum</i> (Papa)	92	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la tracción:1.47MPa Elongación máxima :19.99% 	Almidón	Epidermis o cutícula
Un bioplástico sostenible obtenido a partir de paja de arroz Bilo [et. al.] (2017)	Italia	<i>Oryza sativa</i> (Paja de arroz)	105	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la tracción :45 MPa Alargamiento a la ruptura : 6,1% 	Celulosa	Semilla
Bioplástico Zeng, X. (2019)	España	<i>Zea mays</i> (Maíz)		-----	Almidón	Epidermis o cutícula
Evaluación de las propiedades químicas y mecánicas de los biopolímeros a partir del almidón modificado de la papa. Alarcón y Arroyo (2016)	Perú	<i>Solanum tuberosum</i> (Papa)		<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la tracción:8.47 N Elongación máxima : 33% 	Almidón	Epidermis o cutícula

Característica de los bioplásticos compuestos del almidón de tapioca y fibra de bagazo de caña de azúcar Asrofi [et. al.] (2020)	Indonesia	<i>Manihot esculenta</i> (Tapioca) y <i>Saccharum officinarum</i> (caña de bagazo)		<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la tracción: 2,5 MPa. • Elongación máxima : 20.99% 	Celulosa	Raíz de tapioca y tallo de caña
Bioplástico con cáscara de fruto seco Herrera. [Et. Al.] (2020)	España	<i>Juglans Regia</i> (Nuez)	-----		Celulosa	Semilla
Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango Ruiloba et al.(2018)	Panamá	<i>Mangifera indica</i> Semilla de mango	-----		Almidón	Semilla

Influencia de factores naturales en la biodegradación de bioplásticos simples y compuestos a base de almidón de yuca y almidón de maíz (Zoungnanan [<i>et. al.</i>] (2020)).	Costa de Marfil	(<i>Manihot esculenta</i>) Yuca y (<i>Zea mays</i>) Maíz	-----		Almidón	Pulpa Epidermis o cutícula
Influencia del tipo de plastificante en la elaboración de bioplásticos, a partir de almidón de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) Vargas y Medina (2019)	Colombia	<i>Solanum tuberosum</i> (Papa)	-----		Almidón	Epidermis o cutícula
Development of Biodegradable Packaging Film using Potato Starch Chaurasia y Lal (2016)	India	<i>Solanum tuberosum</i> (Papa)	-----		Almidón	Epidermis o cutícula

<p>Evaluation of Superabsorbent Capacity of Soy Protein-Based Bioplastic Matrices with Incorporated Fertilizer for Crops Jiménez [<i>et al.</i>] (2020)</p>	<p>España</p>	<p><i>Glycine max</i> (Proteína de soja)</p>	<p>-----</p>		<p>Almidón</p>	<p>Epidermis o cutícula</p>
---	---------------	--	--------------	--	----------------	-----------------------------

Fuente : Elaboración propia

la tabla 2, detalla los aspectos más importantes a considerar que tiene un bioplastico elaborado a partir de fuentes vegetales. Se consideró, biodegradabilidad en días, propiedades mecánicas y la fuente vegetal.

Para este estudio se hizo un contraste de las principales fuentes vegetales utilizadas para la elaboración de bioplástico en relación a su biodegradabilidad (Ver Figura. 6), la cual compara a las diferentes especies vegetales como la *Manihot esculenta* “yuca”, *Solanum tuberosum* “la papa” presente en 3 investigaciones, la *Oryza sativa* “paja de arroz”, *Manihot esculenta* “tapioca” y *Saccharum officinarum* “bagazo de caña” y *Zea mays* “maíz” presente en 2 estudios.

En la figura 7 se puede apreciar la biodegradabilidad de las especies vegetales entre las cuales nombraremos a los 5 más resaltantes: *solanum tuberosum* “papa” en un periodo de 28 días, *Zea mays* “maíz” en un período de 42 días para biodegradarse, en tercer lugar, la especie *Manihot esculenta*” yuca” en un periodo de 45 días, continuamente a la *Solanum tuberosum* “papa” con un periodo de 92 días, por último, tenemos a la *Oryza sativa*” paja de arroz” con un periodo de 105 días para biodegradarse.

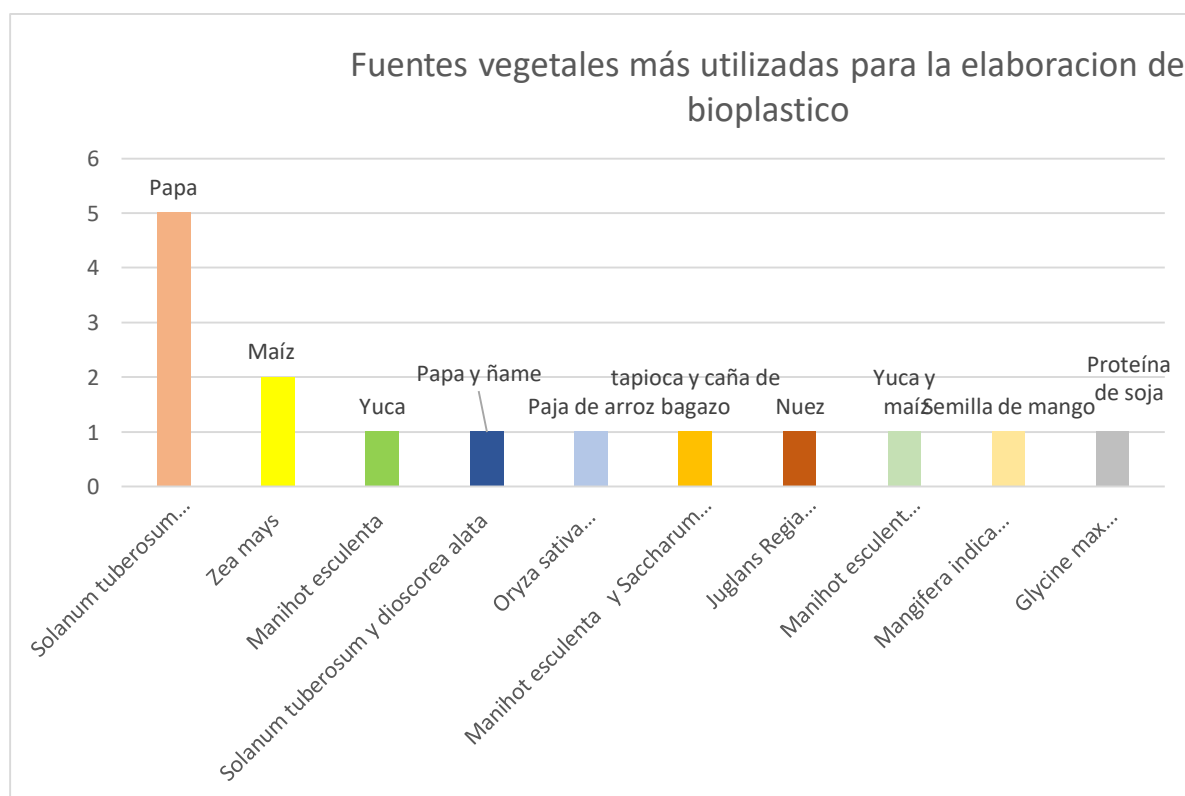


Figura 6. fuentes vegetales más utilizados para elaboración de bioplastico.

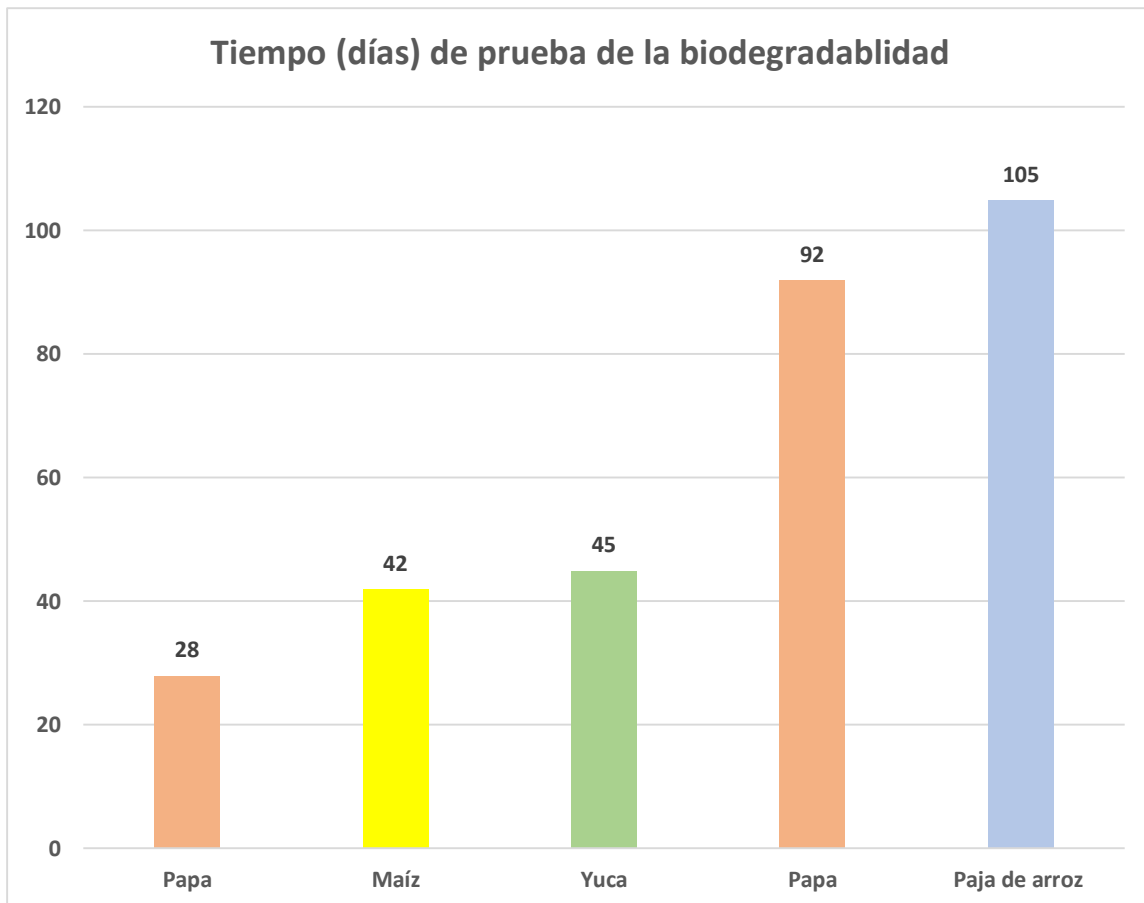


Figura 7. Contraste de biodegradabilidad de las fuentes vegetales empleadas para elaboración de bioplásticos

De acuerdo a los resultados obtenidos y al compararlo con el estudio realizado por Meza y Lawrence (2019, p.45) quienes emplearon *Solanum tuberosum* “papa” como fuente vegetal para la elaboración de bioplástico, indica que luego de poner a pruebas de biodegradabilidad a su muestra (lamina de bioplástico)logró conseguir que ésta lámina se biodegrade en 92 días, el autor considera que posiblemente la alta cantidad de materia orgánica presente en el medio en el cual se dio la degradación influyó para obtener un resultado tan alto en el porcentaje de biodegradación. A diferencia de Avellan *et al* (2020, p. 662) quien luego de obtener resultado de 42 días para biodegradar el bioplástico utilizando *Zea mays* “maíz” aduce que los resultados obtenidos son a causa del grano de maíz que se usó, indicando que éste pudo ser afectado de cierto modo por las condiciones ambientales al sembrío. De igual modo Bilo [*et. al.*] (2017, p. 365) de sus resultados

obtenidos al usar *oryza sativa* “paja de arroz” para elaborar bioplástico logra degradar éste en 105 días explica que el resultado se debe a que el bioplástico durante el primer mes no presentó ningún cambio físico, la degradación del bioplástico comenzó después de 80 días apareciendo incrustaciones de color marrón en la superficie, en más de 90 días se perdió gran cantidad de masa al convertirse en fino polvo, descubriendo que nuestro material es completamente descomponible después de casi más de 3 meses, en resumen este plástico es mejor que los otros materiales como el plástico PET. Debido a que cumple con esta propiedad, se considera a este material como plástico innovador y una alternativa para el cuidado del medio ambiente en comparación con los plásticos convencionales.

Al analizar los 15 artículos de nuestros antecedentes, se observó que los reactivos más recurrentes para la elaboración de bioplástico es la glicerina, glicerol o propano-1,2,3-triol compuesto no tóxico que es biodegradable y reutilizable con un 28% de predominancia al ser elegido como reactivo más usado para elaborar bioplástico, posteriormente tendremos al agua destilada con un 15%, el ácido acético 8% este es empleado para la elaboración de celofán, nylon, etc., es corrosivo por lo que podría generar irritación y quemaduras al entrar en contacto (Ver Figura 8).

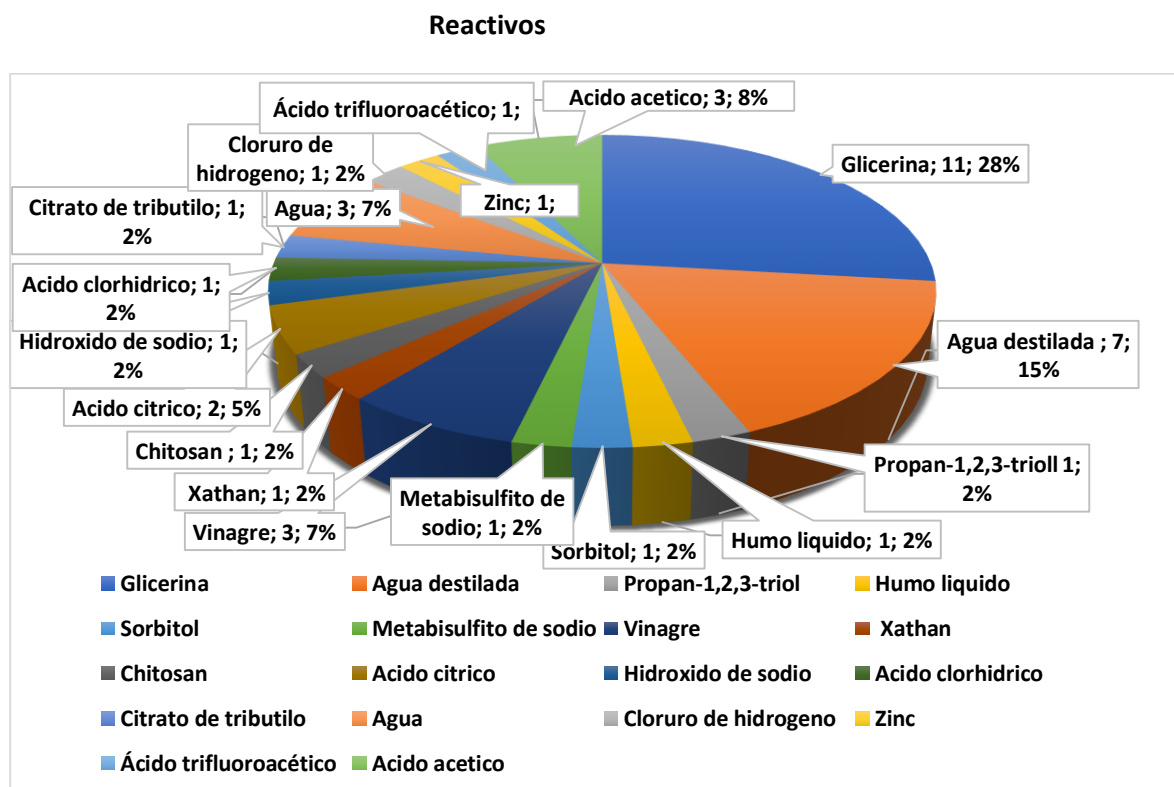


Figura 8. Representación percentil de los reactivos más usados para elaborar bioplástico.

El glicerol o glicerina (Jiménez [et al.], 2020, p.4) por su peso molecular y poseer cadena corta, son más efectivos para plastificar a comparación de un plastificante de cadena larga o con un alto peso molecular como es el sorbitol. Del mismo modo, (Zoungranán [et al.] 2020, p.5), indica que la proporción de glicerina y agua que se usa para obtener el bioplástico hará que el producto que se obtenga aumente su permeabilidad al vapor, debido a la naturaleza de la glicerina por su facilidad de formar puentes de hidrógeno con las moléculas de agua y con un porcentaje entre 5 y 25% respectivamente.

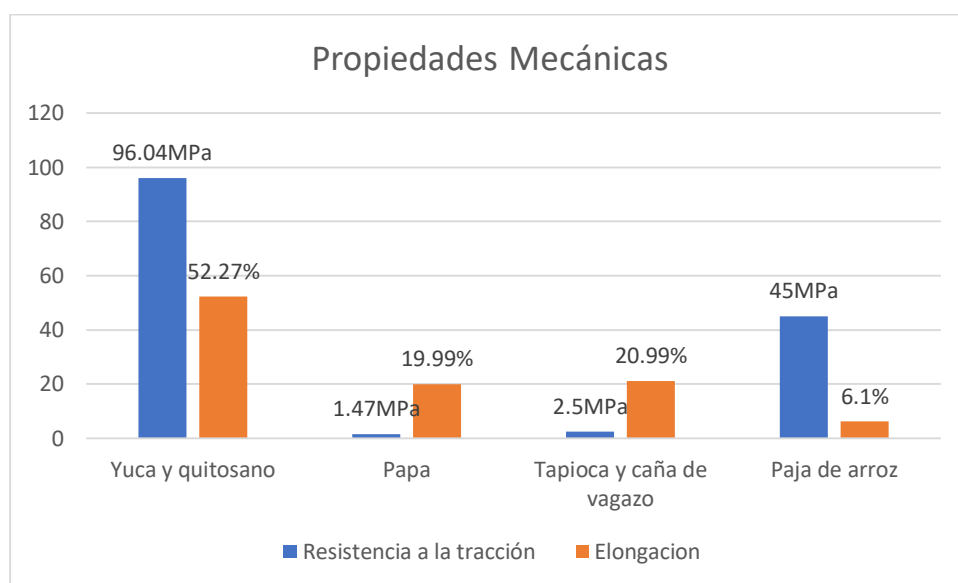


Figura 9. Representación de las propiedades mecánicas de diversas investigaciones.

Tabla 3. Reactivos que influyen en las propiedades mecánicas de los bioplásticos

Fuente vegetal	Glicerina	Ácido acético	Hidróxido de sodio	Ácido trifluoroacético
Yuca y quitosano	x	x		
Papa	x	X		
Tapioca y caña de bagazo	x		x	
Paja de arroz				x

Fuente: Elaboración propia

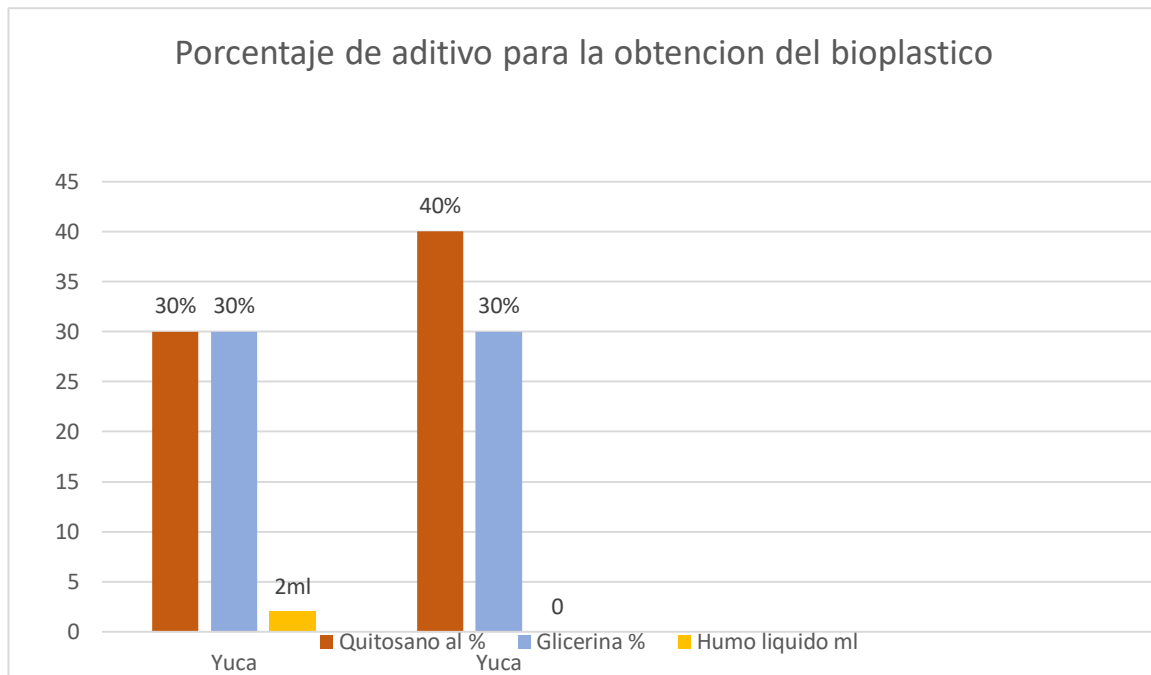


Figura 10. Porcentaje de aditivo para la obtención del bioplástico.

En lo concerniente a las propiedades mecánicas encontradas, se mostró el análisis tras la experimentación, que, en los ensayos de tracción por (Fathanah *et al.* 2017, p.4). La elaboración del bioplástico se realiza a partir del mezclado del almidón de la cáscara de *manihot esculenta* “yuca” y quitosano (20, 30, 40 y 50% p / p), glicerol 30% p / p como plastificante y humo líquido (0, 1 y 2 ml) como un agente antimicrobiano. Los resultados en cuanto a la resistencia a la tracción fueron 96.04 MPa, y alargamiento de 52.27 % fue una muestra durante la prueba, con mayor eficiencia a resistencia a la tracción. Tomando en cuenta que la muestra contenía una mezcla de yuca y quitosano al 30 % sin humo líquido, se obtuvo una resistencia de 96. 04MPa.La resistencia más baja se encuentra en la mezcla de la yuca y quitosano al 40% sin humo líquido, es decir, 35,28 MPa. El alto valor de resistencia a la tracción indica que la película tiene una estructura fuerte y no es fácil de romper, debido a que el quitosano podría formar un enlace de hidrógeno intermolecular que hace que el bioplástico sea más denso, fuerte y difícil de romper.(Fathanah *et al.* 2017,p.3) mientras en el bioplástico con quitosano al 30% y humo líquido de 2 ml tiene el mayor alargamiento del 52,27%, por el contrario el alargamiento más bajo es 14,87% con quitosano al 40% sin humo líquido, esto se debe a que el almidón y

el quitosano poseen una fuerte interacción que hace que el enlace de las moléculas sea más denso y fuerte . Por lo tanto, la película es difícil de estirar o alargar según (Fathanah *et al.* 2017 p.4), en ese sentido se realizaron dos pruebas; la primera prueba resulta obtener el mayor esfuerzo máximo con un valor de 2.71 MPa y una elongación máxima de 14.17%, mientras en la segunda prueba se obtuvo una elongación máxima de 19.99% y un esfuerzo máximo de 1.47 MPa. Por otro lado, Meza y Lawrence,2019, p.72) realizó dos ensayos de tracción el primero menciona que en general los bioplásticos elaborados con las distintas cantidades de plastificantes resultaron ser de fácil flexibilidad. se pudo observar una relación directa entre la flexibilidad y la friabilidad del bioplastico y la dosis de ácido acético, siendo los bioplásticos aparentemente más flexibles y frágiles que mayor dosis de ácido acético contenían, las distintas dosis de glicerina parecen no afectar de forma notable a los bioplásticos, así también asevera que a mayor dosis de glicerina le ocurre una mayor deformación unitaria al bioplástico. Los resultados obtenidos concuerdan con Corrales *et.al.* (2017) quien señala que el aumento en la dosis de glicerina reduce las fuerzas intermoleculares, tales como los puentes de hidrógeno ocasionando que el bioplastico sea más flexible y menos resistente. Los resultados de los ensayos indican que el polímero 1 obtiene el mayor esfuerzo máximo con un valor de 2.71 MPa y una elongación máxima de 14.173 %, mientras el segundo ensayo se realizó con el polímero que presentó un mayor esfuerzo en el primer ensayo, este es el polímero 1, en esta prueba se obtuvo como resultados una elongación máxima de 19.99% y un esfuerzo máximo de 1.47 MPa.

El análisis realizado de las investigaciones se puede deducir , si el uso de bioplástico elaborado a partir de fuentes vegetales reduce la contaminación del suelo, para ello se consideró a 5 estudios más resaltantes, en los cuales se demostró la alta biodegradabilidad del plástico realizando la prueba de enterramiento en el suelo, esta prueba consiste en cortar láminas del bioplástico para después ser pesado y enterrado en el suelo por un tiempo determinado, está representado en la tabla como (% pérdida de peso después del enterramiento), la pérdida de peso de las láminas del bioplástico durante el entierro en el suelo indicará la cantidad de degradación en el medio natural por acción de microorganismos, los cuales se reflejaran en porcentajes de biodegradación al estar en contacto con el suelo (Ver tabla 4).

Tabla 4. Investigación específica para apreciar la biodegradabilidad del bioplastico mediante la prueba del enterramiento.

Estudio / Autor	Fuente vegetal	Biopolímero	% pérdida de peso después del enterramiento	Tiempo de enterramiento (días)
Síntesis y caracterización del almidón biodegradable Bioplásticos Ismail [et. al.] (2016)	<i>Solanum tuberosum</i> ," papa" y <i>dioscórrea alata</i> " ñame"	almidón	Ñame 25.5% Papa 43%	5
Influencia de factores naturales en la biodegradación de bioplásticos simples y compuestos a base de almidón de yuca y almidón de maíz (Zoungnanan [et. al.] (2020).	<i>Manihot esculenta</i> " yuca" y <i>Zea mays</i> "maíz"	almidón	78,85%	14
Degradación de bioplásticos en el suelo y sus efectos de degradación en Microorganismos ambientales Adhikari [et al.] (2016)	<i>Solanum tuberosum</i> "papa"	almidón	24,5%	28
Comportamiento de biodegradación de eco-compuestos de policaprolactona / cáscara de arroz en medio de suelo simulado	<i>Oryza sativa</i> "Cáscara de arroz"	celulosa	100%	57

Zhao, Q., [et. al] (2018)				
Biodegradación Temprana en Suelo de Biocompuestos Elaborados con Poli-3-hidroxbutirato, Policaprolactona y Aserrín de Cannabis Indica-Rusia Blanca Buitrago, O. Y., Rodríguez, P. J., & Monroy, M. J. (2018)	Harina de Tallos de cannabis	celulosa	10,2% 70% por vía enzimática	120 25

Fuente : Elaboración propia

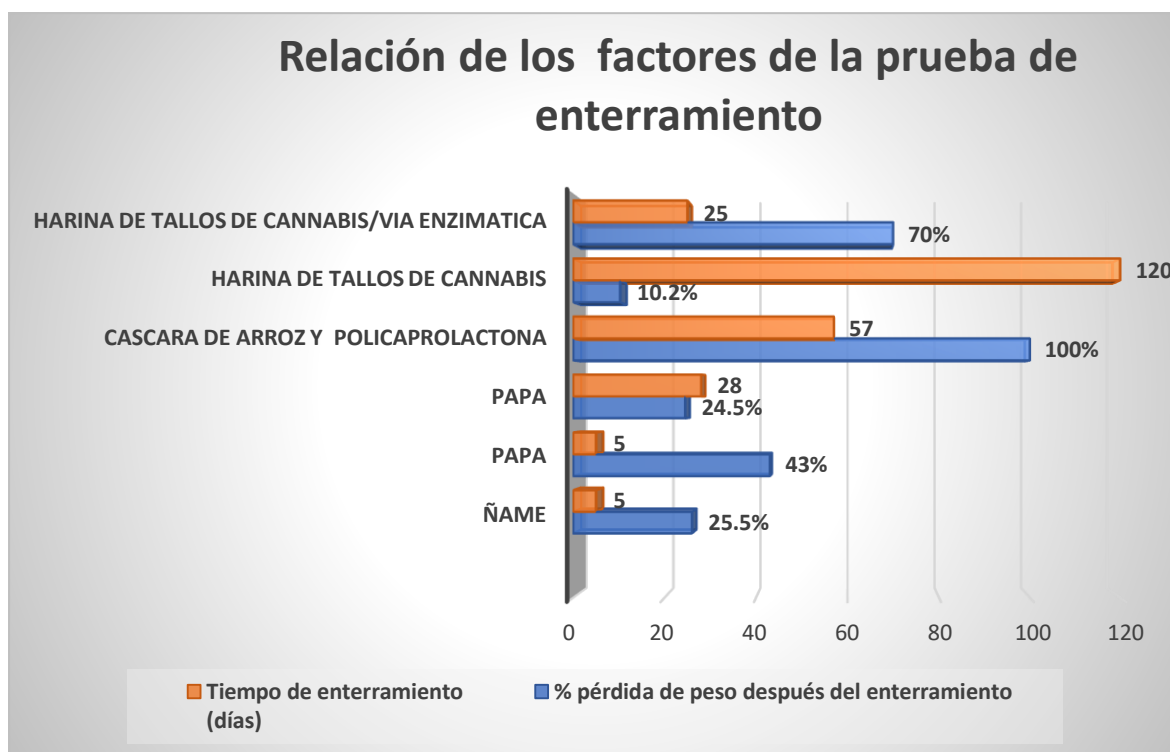


Figura 11. relación de los factores de la prueba de enterramiento y los días.

Dados los resultados en la tabla 4 citamos a Adhikari [et al.] (2016, pp. 54) quien obtuvo un 24.5% de reducción en peso al someter a entierro a la lámina de bioplástico que obtuvo en su estudio en un periodo de 28 días, de los resultados obtenidos indica que la tasa de degradación fue proporcional a la biomasa bacteriana contenida en el suelo, la cual es considerada la parte viva de materia orgánica y sirve de indicador para evaluar a los nutrientes que se encuentran disponibles para el desarrollo de las plantas, ya que sirve de acumulación de nutrientes que son importantes para el suelo como el azufre, fósforo y nitrógeno, al culminar su estudio Adhikari sugiere que se hagan más pruebas de enterramiento en suelo de campos agrícolas dada la influencia para la degradación de bioplástico por el transporte de materia que se da en este tipo de suelo.

Como apoyo al anterior resultado citaremos a Zounggran [et. al.] (2020, pp.115). quien en su estudio al emplear *Manihot esculenta* “yuca” y *Zea mays* “maíz” de manera conjunta para elaborar el bioplástico y obtener un 78,85% de reducción de peso en 14 días de enterramiento indica que sus resultados son debido al tipo de suelo que usó, el cual detalla como un suelo negro granulado con humus dejando

ver que el suelo rico en microorganismos promueve la degradación por el incremento de la densidad microbiana.

Sin embargo, Ismail [et. al.] (2016, pp.677) quien elaboro 2 láminas de bioplástico en paralelo empleando 2 tubérculos como son; el *Solanum tuberosum* “papa” que obtuvo un 43% de pérdida de peso de la lámina del bioplástico que se sometió a la prueba de enterramiento y *dioscórea alata* “ñame” con un 25.5% de pérdida de peso, tras 5 días de ser enterrado en el suelo , indicando que esta diferencia de resultados es debido a que el contenido del almidón en el ñame es más complejo y de mayor cantidad ,por ello es que tiene una lenta degradación.

Por otro lado, Buitrago, o., Rodríguez, p., & Monroy, m. (2018, pp. 108), que trabajó con dos muestras que contenía harina de tallo de cannabis empleado para uso médico en proporciones de 0 y 30, denominadas p0 y p30 estas probetas fueron enterradas durante 4 meses, el biocompuesto P₀ perdió 10.2% de masa y P₃₀ 10.2%, luego de ese tiempo la degradación fue lenta pero progresiva ,no obstante hay reporte de biodegradación acelerada por vía enzimática con pérdida de masa de hasta 70% en 25 días para compuestos PCL . Asimismo añadió que la incorporación de 30 partes de aserrín de cannabis indica -Rusia blanca afectó negativamente las propiedades de resistencia a la tracción y deformación a rotura ,por lo que se requiere la adición de agentes de acoplamiento y tratamientos superficiales para mejorar la compatibilidad entre las partículas de aserrín y los biopolímeros .Además el autor comenta que se presentaron alteraciones en la estructura cristalina y química de masa de la lámina de bioplástico elaborado.

V.CONCLUSIONES

- Se contrastó cada una de las fuentes vegetales utilizadas para la elaboración del bioplástico en base a su biodegradabilidad entre ellos: *Solanum tuberosum* “papa” en un periodo de 28 días, al *Zea mays* “maíz” biopolímero con un periodo de 42 días, *Manihot esculenta* “yuca” en un periodo de 45 días continuamente *Solanum tuberosum* “papa” con un periodo de 92 días y por último al *Oryza sativa* “paja de arroz” en un periodo de 105 días.
- Entre las propiedades mecánicas del bioplástico elaborado a partir de fuentes vegetales se considera las más importantes, la resistencia a la

tracción y la elongación .se concluye que la propiedad mecánica resistencia a la tracción más alta es 96.04 MPa cuyo valor se justificó debido a que la película tiene una estructura fuerte y no es fácil de quebrar , porque el quitosano podría formar un enlace de hidrógeno intermolecular que hace que el bioplástico sea más denso, fuerte y difícil de romper. por otra parte, el bioplástico que contiene quitosano al 30% y humo líquido a una cantidad de 2 ml se obtiene la propiedad mecánica de mayor alargamiento de 52,27%, a causa de la fuerte interacción entre el almidón y el quitosano provocando que el enlace de las moléculas sea más denso y fuerte.

- Se infiere que el uso de bioplástico elaborado a partir de fuentes vegetales si posee efectos en la reducción de la contaminación del suelo debido a que se biodegrada en un corto periodo en comparación a un plástico convencional: Asimismo, se demostró mediante la prueba de enterramiento el cambio físico como la pérdida de peso *como: dioscórea alata* “ñame” 25,5%, *solanum tuberosum* “papa” 43% en 5 días, *manihot esculenta* “yuca” & *Zea mayz* “maíz” 78,85%, *Solanum tuberosum* “la papa” 80% en 24 días y por último *Oryza sativa* “Cáscara de arroz” de 100% en 57 días, el cual nos indica que son bioplásticos compostables y ecológicamente sustentables..
- Se identificó las propiedades del bioplástico elaborado a partir de fuentes vegetales, entre las cuales se encuentran la elongación y resistencia a la tracción, si estas características se asemejan al plástico convencional, se usarán con el mismo fin, de esta forma se evitará el consumo de plástico de origen fósil, por ende, aportará en la reducción de la contaminación de suelos.

VI. RECOMENDACIONES

- Desde el punto de vista científico se recomienda investigar más sobre las propiedades del bioplástico obtenido, y plasmarlo ya que algunos autores solo lo mencionan y no lo expresan con datos exactos.
- Se sugiere realizar investigaciones relacionadas a las condiciones ambientales (temperatura y la humedad) en el proceso de biodegradación de los bioplásticos en los suelos.
- Se recomienda para futuras investigaciones incentivar las nuevas búsquedas de tecnología y materia prima para la obtención de bioplástico, de esta manera realizar una mejora continua en cuanto a la economía y el medio en donde vivimos.
- En las futuras investigaciones se sugiere a los autores que realicen ensayos sobre nuevas técnicas de biodegradabilidad de los bioplásticos en el suelo.
- Se recomienda a los futuros investigadores que realicen ensayos sobre el uso de bioplástico para la reducción de la contaminación en el aire y los recursos hídricos (Ríos, mares y lagos), tras su biodegradación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALARCÓN CAVERO, H.A. y ARROYO BENITES, E., 2016. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y MECÁNICAS DE BIOPOLÍMEROS A PARTIR DEL ALMIDÓN MODIFICADO DE LA PAPA. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, vol. 82, no. 3, pp. 315-323. ISSN 2309-8740, 1810-634X. DOI 10.37761/rsqp.v82i3.92.

ALCAIDE, M.; COLLADO, C.; SANCHO, J. Bioplástico degradable. *Ingenia Materiales*, 2020, no 2, p. 9-13. http://polired.upm.es/index.php/ingenia_materiales/article/view/4424.

APPLICATION of biotests for the determination of soil ecotoxicity after exposure to biodegradable plastics por Sorzini et al [2016]. <http://dx.doi.org/10.3389/fenvs.2016.00068>

ARIAS, M., 2019. OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN DE LA ALOCACIA MACRORRHIZA Y CUANTIFICACIÓN DEL OXALATO DE CALCIO. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7188/1/T-UCE-0017-0034-2016.pdf>

ASROFI, M., SAPUAN, S.M., ILYAS, R.A. y RAMESH, M., 2020. Characteristic of composite bioplastics from tapioca starch and sugarcane bagasse fiber: Effect of time duration of ultrasonication (Bath-Type). *Materials Today: Proceedings*, pp. S2214785320353475. ISSN 22147853. DOI 10.1016/j.matpr.2020.07.254.

AVELLÁN, A., DÍAZ, D., MENDOZA, A., ZAMBRANO, M., ZAMORA BAZURTO, Y. y RIERA, M., 2020. OBTENCIÓN DE BIOPLÁSTICO A PARTIR DE ALMIDÓN DE MAÍZ (*Zea mays* L.), vol. 17, pp. 1-11.

AZEREDO, H.M.C., KONTOU-VRETTOU, C., MOATES, G.K., WELLNER, N., CROSS, K., PEREIRA, P.H.F. y WALDRON, K.W., 2015. Wheat straw hemicellulose films as affected by citric acid. *Food Hydrocolloids*, vol. 50, pp. 1-6. ISSN 0268005X. DOI 10.1016/j.foodhyd.2015.04.005.

BECERRA, G., 2019. Perú redujo en 1,000 millones de unidades consumo de bolsas de plástico de un solo uso. [en línea]. Perú, 15 diciembre 2019. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-redujo-1000-millones-unidades-consumo-bolsas-plastico-un-solo-uso-778393.aspx#:~:text=De%20acuerdo%20a%20estimaciones%20realizadas,1%2C000%20millones%20de%20unidades%20aproximadamente>.

BETANCOURT, Carmen, et al. Características de la glicerina generada en la producción de biodiesel, aplicaciones generales y su uso en el suelo. *Cultivos tropicales*, 2016, vol. 37, no 3, p. 7-14.

BIODEGRADATION of Wasted Bioplastics in Natural and Industrial Environments: A Review por Folino et al [2020]
<https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.3390%2Fsu12156030>

BIODEGRADABLE and compostable alternatives to conventional plastics por Song et al. [2019]. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*.
<https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstb.2008.0289>

BILO, F., PANDINI, S., SARTORE, L., DEPERO, L.E., GARGIULO, G., BONASSI, A., FEDERICI, S. y BONTEMPI, E., 2018. A sustainable bioplastic obtained from rice straw. *Journal of Cleaner Production*, vol. 200, pp. 357-368. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2018.07.252.

BLANCO, J.C., CAICEDO, M.L., CENTENO, J.M. y RODRÍGUEZ, M.H., 2017. Elaboración de una película plástica a partir de almidón de yuca y pectina. , pp. 1-6.

BOGALE TESEME, W., 2020. Review on the Manufacturing of Biodegradable Plastic Packaging Film from Root and Tuber Starches. *American Journal of Nano Research and Applications*, vol. 8, no. 1, pp. 1. ISSN 2575-3754. DOI 10.11648/j.nano.20200801.11.

BUITRAGO, O.Y., RODRIGUEZ, P, J., MONROY ,M.J.(2018). Biodegradación temprana en suelo de biocompuestos elaborados con poli-3-hidroxi-butirato, policaprolactoina y aserrín de cannabis indica – Rusia blanca. *Información tecnológica*, 29(6), 103-112. <https://doi.org/10.4067/s07118-07642018000600103>

CEDANO, H.S.P., FRANCO, S.R., URBINA, C.C.R., BENITES, S.V. y CARRASCO, A.P.Z., [sin fecha]. Análisis experimental de la Elaboración de Bioplástico a partir de la Cáscara de Plátano para el Diseño de una Línea de Producción Alterna para las Chifleras de Piura, Perú, pp. 108.

CHAURASIA, S. y LAL, A., [sin fecha]. Development of Biodegradable Packaging Film using Potato Starch, pp. 11.

CINAR, Senem Onen, et al. Bioplastic production from microalgae: a review. *International journal of environmental research and public health*, 2020, vol. 17, no 11. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7312682/>

CORRAL, Yadira. Validez y fiabilidad de las investigaciones cualitativas. *Revista Arjé*, 2016, p. 196-209. <http://arje.bc.uc.edu.ve/arj20/art19.pdf>

CRUZ Margarita. Fuentes de información. Boletín Científico de Ciencias Económico Administrativas del ICEA [en línea]. 2019, vol. 8, 15. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/4864/6748>

DEGRADABILITY of Bioplastic Containers in Soil and Compost por Schrader et al [2016] https://www.researchgate.net/publication/311983321_Degradability_of_Bioplastic_Containers_in_Soil_and_Compost

DE GIALDINO, Irene Vasilachis. *Estrategias de investigación cualitativa: Volumen II*. Editorial Gedisa, 2019. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8qm0DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT10&q=INVESTIGACION+CUALITATIVA&ots=tgh-7jneCO&sig=kGkwMGHB6hzAmnE0eGI3fWngMgQ>

DEGRADATION of Bioplastics in Soil and Their Degradation Effects on Environmental Microorganisms por Adhikari et al. [2016] *Journal of Agriculture Chemistry and Environment*. https://www.scirp.org/html/3-2750175_64039.htm

DEL CAMPO, M., et al. Bioplástico a partir de residuos orgánicos. *Ingenia Materiales*, 2020, no 2, p. 24-26. http://polired.upm.es/index.php/ingenia_materiales/article/view/4429/4604

ECOINVENTOS. Bioplásticos: La única alternativa para el futuro. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2016] Disponible en <https://ecoinventos.com/bioplasticos/>

EMADIAN, S., ONAY, T. y DEMIREL, B., 2016. Biodegradation of bioplastics in natural environments. *Waste Management*, vol. 59. DOI 10.1016/j.wasman.2016.10.006.

ESPINOZA, Franco; PUGLISEVICH, Diana. Influencia del porcentaje de glicerol sobre la resistencia y deformación en tracción de plásticos biodegradables a base de almidón del tubérculo manihot esculenta crantz [Fecha de consulta: 19 de setiembre de 2016]. Disponible en <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12561/ESPINOZA%20ARROYO%20Franco%20Herbert%20PUGLISEVICH%20RUIZ%20Diana%20Carolina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

EVALUATION of Superabsorbent Capacity of Soy Protein-Based Bioplastic Matrices with Incorporated Fertilizer for Crops por Jiménez et al [2020]. https://www.researchgate.net/publication/342379378_Evaluation_of_Superabsorbent_Capacity_of_Soy_Protein-Based_Bioplastic_Matrices_with_Incorporated_Fertilizer_for_Crops

FORMULACIÓN y caracterización de una Biopelícula comestible elaborada a partir de Almidón de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y Yuca (*Manihot esculenta*) por Arévalo et al. [2018]. Universidad de El Salvador. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/15440/>

FATHANAH, U., LUBIS, M.R., NASUTION, F. y MASYAWI, M.S., 2018. Characterization of bioplastic based from cassava crisp home industrial waste incorporated with chitosan and liquid smoke. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 334, pp. 012073. ISSN 1757-8981, 1757-899X. DOI 10.1088/1757-899X/334/1/012073.

GALVEZ, G., 2016. *Elaboración de plástico biodegradable a partir del almidón extraído del maíz (Zea mays)*. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5102/>

GADHAVE, R.V., DAS, A., MAHANWAR, P.A. y GADEKAR, P.T., 2018. Starch Based Bio-Plastics: The Future of Sustainable Packaging. *Open Journal of Polymer Chemistry*, vol. 08, no. 02, pp. 21-33. ISSN 2165-6681, 2165-6711. DOI 10.4236/ojpchem.2018.82003.

GODÍNEZ, María et al 2017. Bioplásticos, soluciones ambientales. Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2020].

HERRERA, C., GONZÁLEZ-MORO, C., ZAMORA, J. y GUTIÉRREZ, D., 2020. Bioplástico con cáscara de fruto seco. , pp. 4.

HERNÁNDEZ Roberto, FERNÁNDEZ Carlos y BAPTISTA Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 6ª ed. México: Mcgraw Hill Education. 2014. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

ISMAIL, N., MOHD TAHIR, S., YAHYA, N., WAHID, M., KHAIRUDDIN, N., HASHIM, I., ROSLI, N. y ABDULLAH, M., 2016. Synthesis and Characterization of Biodegradable Starch-Based Bioplastics. *Materials Science Forum*, vol. 846, pp. 673-678. DOI 10.4028/www.scientific.net/MSF.846.673.

INFLUENCE of Weather and Purity of Plasticizer on Degradation of Cassava Starch Bioplastics in Natural Environmental Conditions por Atwijukire et al. [2019]. Journal

of Agricultural Chemistry and Environment. 4 (8).
https://www.scirp.org/html/3-2750354_96775.htm

LABEAGA VITERI, Aitziber. Polímeros biodegradables. Importancia y potenciales aplicaciones. 2018.http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Alabeaga/Labeaga_Viteri_Aitziber_TFM.pdf

LIBERA, 2018. *Impacto del abandono del plástico en la naturaleza*. 2018. S.l.: s.n.

LÓPEZ, M., 2017. Identificación de residuos industriales. Manual Módulo Formativo. Disponible en: <https://bit.ly/32wHB51>

LÓPEZ, Nelly; SANDOVAL, Irma. Métodos y técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa.

2016.<http://148.202.167.116:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/176/M%C3%A9todos%20y%20t%C3%A9cnicas%20de%20investigaci%C3%B3n%20cuantitativa%20y%20cualitativa.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

MARQUÉZ, O. y ORTEGA, M., 2017. Percepción social del servicio de agua potable en el municipio de Xalapa, Veracruz. 23 [en línea], ISSN 1870-7300. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-49112017000200041&script=sci_arttext.

MEEREBOER, K.W., MISRA, M. y MOHANTY, A.K., 2020. Review of recent advances in the biodegradability of polyhydroxyalkanoate (PHA) bioplastics and their composites. *Green Chemistry*, vol. 22, no. 17, pp. 5519-5558. ISSN 1463-9262, 1463-9270. DOI 10.1039/D0GC01647K.

MORENO BUSTILLOS, A.I., HUMARÁN SARMIENTO, V., BÁEZ VALDEZ, E.P., BÁEZ HERNÁNDEZ, G.E. y LEÓN VILLANUEVA, A., 2017. Transformación del almidón de papa, mucílago de nopal y sábila en bioplásticos como productos de valor agregado amigables con el ambiente. *Ra Ximhai*, pp. 365-382. ISSN 1665-0441. DOI 10.35197/rx.13.03.2017.21.am.

MORO, et al .2017. Bioplastics of native starches reinforced with passion fruit peel .*Food and Bioprocess Technology*. vol. 10, nº 10, pp 1798-1808.DOI 10.100 7/s11947-017-1944-x. Springer Nature.

MUTHURAJ, et al. 2015. Injection Molded Sustainable Biocomposites From Poly (butylene succinate) Bioplastic and perennial Grass. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. vol.

3, no.11, pp.2767-2776.DOI 10.1021/acssuschemeng.5b00646.American CHEMICAL SOCIETY (ACS)

PLUAS, R., Martínez, C., y Zambrano. Los bioplásticos: para una alternativa ecológica
Bioplastics: an ecological alternative. *Polo del Conocimiento*. 10(5). P. 274-282.

ONEN CINAR, S., CHONG, Z.K., KUCUKER, M.A., WIECZOREK, N., CENGIZ, U. y KUCHTA, K., 2020. Bioplastic Production from Microalgae: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 17, no. 11, pp. 3842. ISSN 1660-4601. DOI 10.3390/ijerph17113842.

PASCUAL, J., 2015. Investigación de la mejora de las propiedades mecánicas y térmicas de polipropileno con nanoarcillas para la fabricación de fibras. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/61289/PASCUAL%20-%20Investigaci%3%b3n%20de%20la%20mejora%20de%20las%20propiedades%20mec%3%a1nicas%20y%20t%3%a9rmicas%20de%20matrices%20de%20polip....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PABLO, Luis ¿Qué es el vinagre? VINETUR.Disponible en <https://www.vinetur.com/2019082857834/que-es-el-vinagre.html>

PERÚ redujo en 1,000 millones de unidades el consumo de bolsas de plástico de un solo uso. [En línea] Andina Disponible en <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-redujo-1000-millones-unidades-consumo-bolsas-plastico-un-solo-uso-778393.aspx>.

Pizá, H., Rolando, S., Ramirez, C., Villanueva, S. Y Zapata., A. (2017) análisis experimental de la elaboración de bioplástico a partir de la cáscara de plátano para el diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de Piura, Perú. Revista de la Universidad Nacional de Piura.
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3224/PYT_Informe_Final_Proyecto_Bioplastico.pdf?sequence=1

PRIETO, A., 2020. Los bioplásticos, ¿Qué son? ¿cuántos hay? ¿cómo se producen? , pp. 2.

RIMAC, Ana Cecilia. Bioplásticos. 2019.
<https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/UCS/806/TB-Rimac%20A.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RIOFRIO, Carlos; OVIEDO, NAVARRO, Caroly. Importancia de productos biodegradables en Ecuador”, Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana (junio 2019). En línea <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/06/productos-biodegradables-ecuador.html>

ROJO-NIETO, E. y MONTOTO, T., 2017. *Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global (Marine litter, plastics and microplastic: sources, impacts and consequences of a global threat)*. S.l.: s.n. ISBN 978-84-946151-9-1.

ROSALES, A. 2016. *Obtención de biopolímero plástico a partir del almidón de malanga (Colocasia esculenta), por el método de polimerización por condensación en el laboratorio 110 de la UNAN-Managua, Mayo –Abril 2016*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA. <https://repositorio.unan.edu.ni/2687/1/28212.pdf>

RUILOBA, I., QUINTERO, R. y CORREA, J., 2018. Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango Bioplastic production from mango seed starch., vol. 4, pp. 5.

SAGNELLI, D., HEBELSTRUP, K.H., LEROY, E., ROLLAND-SABATÉ, A., GUILOIS, S., KIRKENSGAARD, J.J.K., MORTENSEN, K., LOURDIN, D. y BLENNOW, A., 2016. Plant-crafted starches for bioplastics production. *Carbohydrate Polymers*, vol. 152, pp. 398-408. ISSN 01448617. DOI 10.1016/j.carbpol.2016.07.039.

SCHMIDT, C., KRAUTH, T. y WAGNER, S., 2017. Export of Plastic Debris by Rivers into the Sea. *Environmental Science & Technology*, vol. 51, no. 21, pp. 12246-12253. ISSN 0013-936X, 1520-5851. DOI 10.1021/acs.est.7b02368.

SHAMSUDDIN, Ibrahim Muhammad, et al. Bioplastics as better alternative to petroplastics and their role in national sustainability: a review. *Advances in Bioscience and Bioengineering*, 2017, vol. 5, no 4, p. 63. <http://article.sciencepg.net/pdf/10.11648.j.abb.20170504.13.pdf>

SESSINI, V., Peponi, L. 2017. Las diferentes caras del almidón. *Revista de plásticos modernos: Ciencia y tecnología de polímeros*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6038279>

TESEME, Wondemu Bogale. Review on the Manufacturing of Biodegradable Plastic Packaging Film from Root and Tuber Starches. *American Journal of Nano Research and Applications*, 2020, vol. 8, no 1, p. 1.

<http://sciencepublishinggroup.net/journal/paperinfo?journalid=226&doi=10.11648/j.nano.20200801.11>

VARGAS MORENO, P.A. y MEDINA VARGAS, O.J., 2019. Influence of plasticizer type on bioplastics development, from potato (*Solanum tuberosum*), starch. *BISTUA REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS*, vol. 17, no. 2, pp. 239. ISSN 0120-4211. DOI 10.24054/01204211.v2. n2.2019.3541.

VILLAMIZAR, Carmen Alicia Arias; MORILLAS, Alethia. Degradation of conventional and oxodegradable high-density polyethylene in tropical aqueous and outdoor environments. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 2018, vol. 34, no 1, p. 137-147.

<https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/viewFile/RICA.2018.34.01.12/46744>

WOJNOWSKA-BARYŁA, I., KULIKOWSKA, D. y BERNAT, K., 2020. Effect of Bio-Based Products on Waste Management. *Sustainability*, vol. 12, no. 5, pp. 2088. ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/su12052088.

XANTOS, Dirk y WALKER, Tony. Políticas internacionales para reducir la contaminación marina plástica de plásticos de un solo uso (bolsas de plástico y microperlas) una revisión. *Elsevier*, 17-26, 2017

YAMADA, M., MORIMITSU, S., HOSONO, E. y YAMADA, T., 2020. Preparation of bioplastic using soy protein. *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 149, pp. 1077-1083. ISSN 01418130. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2020.02.025.

ZOUNGRANAN, Y., LYNDIA, E., DOBI-BRICE, K.K., TCHIRIOUA, E., BAKARY, C. y YANNICK, D.D., 2020. Influence of natural factors on the biodegradation of simple and composite bioplastics based on cassava starch and corn starch. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, vol. 8, no. 5, pp. 104396. ISSN 22133437. DOI 10.1016/j.jece.2020.104396.

ZENG, X. 2019. Bioplástico. *Ingenia Materiales*. 81-82.

Zhao, Q., Tao(et.al) (2018) Degradación y estabilidad del polímero de arroz en medio desuelo simulado. 93,1571-1576.

Anexos:

Anexo N°1: ficha de análisis documental

	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
---	--------------------------------

TÍTULO: .

CÓDIGO TDA-009	AÑO DE PUBLICACIÓN <input type="text"/>	LUGAR DE PUBLICACIÓN <input type="text"/>
--------------------------	---	---

TIPO DE INVESTIGACIÓN:	TIPO DE TRATAMIENTO:	AUTOR (ES):
PALABRAS CLAVES:		
COMPUESTO UTILIZADO:		
CONDICIONES DEL TRATAMIENTO:		
JUSTIFICACIÓN DE LA MEJORA:		
RESULTADOS:	•	
CONCLUSIONES:	•	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, HUAYNAMARCA QUISPE NORI, QUISPE VARGAS VICTOR HUGO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "REVISIÓN SISTEMÁTICA: USO DEL BIOPLÁSTICO ELABORADO A PARTIR DE FUENTES VEGETALES PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
QUISPE VARGAS VICTOR HUGO DNI: 46788897 ORCID 0000-0002-2372-7582	Firmado digitalmente por: VQUISPEV1903 el 22-12-2020 15:27:07
HUAYNAMARCA QUISPE NORI DNI: 45582293 ORCID 0000-0002-7899-4071	Firmado digitalmente por: HUAYNAMARCAQU11 el 22-12-2020 15:42:44

Código documento Trilce: INV - 0264488