



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“Revisión sistemática de los métodos de modificación estructural del  
almidón para la producción del bioplástico”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Ambiental**

**AUTORA:**

Vásquez Arévalo, Karín Janeth (ORCID: 0000-0003-4152-6917)

**ASESOR:**

Mg. Garzon Flores, Alcides (ORCID: 0000-0002-0218-8743)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los residuos

**TRUJILLO - PERÚ**

**2020**

### **Dedicatoria**

Dedico el presente trabajo a Dios por ser mi Creador y Sustentador, a mis padres, quienes fueron mi inspiración, mi ánimo y apoyo en la realización de este trabajo y mi formación profesional.

Karin Janeth Vásquez Arévalo.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, a mis padres, familiares, amigos y docentes de la Universidad César Vallejo, por su invaluable apoyo en todo el proceso de mi formación y carrera profesional.

Karin Janeth Vásquez Arévalo.

## Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. MÉTODO	10
3.1. Tipo y diseño de investigación:	10
3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización apriorística:	11
3.3. Escenario del estudio:	12
3.4. Participantes:	12
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	13
3.6. Procedimientos:	14
3.7. Rigor científico:	15
3.8. Método de análisis de información:	16
3.9. Aspectos éticos:	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
V. CONCLUSIONES	33
VI. RECOMENDACIONES	34
REFERENCIAS	35
ANEXOS	49

## Índice de tablas

<i>Tabla 1 Matriz de categorización apriorística</i>	11
<i>Tabla 2 Ficha resumen de datos</i>	18
<i>Tabla 3 Comparativa de categorización</i>	17
<i>Tabla 4 Especies utilizadas según el método</i>	27
<i>Tabla 5 comparación de las propiedades fisicoquímicas, mecánicas y degradación del bioplástico con los PET'S</i>	30

## Índice de figuras

<i>Figura 1 Clases de modificación química.</i>	8
<i>Figura 2 Proceso de la elaboración del bioplástico</i>	10
<i>Figura 3 Resumen de criterios de búsqueda</i>	14
<i>Figura 4 Estructura del ácido acético y óxido de grafeno</i>	25
<i>Figura 5 Comparación de los métodos aplicados</i>	26
<i>Figura 6 Comparación de especies utilizadas</i>	28
<i>Figura 7 Parámetro Químico - pH</i>	29

## **Resumen**

La presente investigación, se propuso examinar los métodos de modificación estructural del almidón para la producción del bioplástico mediante una revisión sistemática. La población se conformó por información y artículos indexados en la base de datos de revistas científicas como: Google académico, EBSCO, IOP Publishing, DOAJ y Scielo. Para recabar información se usó la ficha de recolección de datos y de resumen. Como resultados de la investigación, se demostró que el método de entrecruzamiento aporta las mejores propiedades mecánicas al bioplástico. Asimismo, esta metodología, se desarrolla mediante el almidón aplicando un aditivo como el glicerol y/u óxido de grafeno, ya que tienen varios grupos funcionales para unirse con los grupos OH del almidón. También, el método de sustitución por acetilación, se trabaja mediante el almidón aplicando ácido acético, que posee un solo grupo funcional, como consecuencia, se obtiene un bioplástico lineal. Las mejores propiedades mecánicas comparados con los de los tereftalatos de polietileno (PET's) son del método de entrecruzamiento; porque superan los valores mecánicos de estos plásticos sintéticos.

Palabras Claves: Bioplástico, Almidón, Glicerina, Método de Entrecruzamiento Método por Acetilación Propiedades Mecánicas de un Bioplástico.

## **Abstract**

The present research, proposed to examine the methods of structural modification of starch for bioplastic production through a systematic review. The population was made up of information and articles indexed in the database of scientific journals such as: Google academic, EBSCO, IOP Publishing, DOAJ and Scielo. The data collection and summary sheet was used to gather information. As results of the research, it was demonstrated that the crosslinking method provides the best mechanical properties to bioplastic. Likewise, this methodology is developed by means of starch applying an additive such as glycerol and/or graphite oxide, since they have several functional groups to join with the OH groups of starch. Also, the method of substitution by acetylation, is worked by means of starch applying acetic acid, which has only one functional group, as a consequence, a linear bioplastic is obtained. The best mechanical properties compared to those of polyethylene terephthalates (PET's) are the cross-linking method; because they exceed the mechanical values of these synthetic plastics.

Keywords: Bioplastic, Starch, Glycerin, Crosslinking Method, Acetylation Method, Mechanical Properties of a Bioplastic.

## I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación, está dirigida a examinar los métodos de modificación estructural del almidón para la producción del bioplástico, y comparar propiedades fisicoquímicas y mecánicas de las investigaciones que fueron analizadas con los tereftalatos de polietileno (PET's), como pH, tiempo, temperatura, resistencia, elasticidad, elongación y biodegradación según los métodos de modificación del almidón. Estas Investigaciones realizadas dejaron un vacío en sus recomendaciones, posteriormente se sintetizó para su análisis y comparación.

A mediados del siglo XX se desarrolló la industria del plástico, ya que sus características físicas, químicas, facilitan económicamente el reemplazo de envases de uso común (Meneses, Corrales, Valencia, 2007, pp.57-67), es ahí donde incrementa la concentración de pobladores, industrias, contrayendo problemas en la gestión y manejo de los residuos sólidos, cambios en la conducta del consumidor, por último, la extinción de 220 especies marinas por ingerir micro plásticos. (Ojeda y Quintero, 2008; AIDI-IDRC, 2006). Asimismo, cada año se estima 8 millones de toneladas en la producción de plástico en el mundo y estas terminan en el mar (Ellen MacArthur Foundation, 2016), lo cual representa el 50 % de residuos plásticos de un solo uso (Geyer, Jambeck y Law, 2017), poniendo en peligro la vida marina, las bolsas plásticas las confunden con malaguas, tal es así que en el año 2018 en el mes de junio, se encontró un cetáceo muerto en las costas de España, en su interior se hallaron 32 kg de bolsas plásticas, un tambor y redes. (MINAM, 2019). Por consiguiente, la humanidad afronta un grave problema de contaminación terrestre y marina (GreenTV, 2020), estos residuos plásticos son arrastrados a los mares del mundo, contaminándolos; puesto que, se degradan en partículas pequeñas llamadas micro plásticos, partículas de menos 5 milímetros de diámetro, demorando en degradarse a 500 años. Además, se han encontrado estas partículas en los músculos de peces de consumo humano, por ende, ponen en riesgo la salud de la humanidad. (Infobae, 2019).

En América Latina y El Caribe, no cuentan con las condiciones sanitarias y ambiente adecuado para la recolección y disposición final de los residuos sólidos,

por tanto, utilizan vertederos y/o botaderos como solución para la disposición final (AIDIS-IDRC, 2006); posteriormente esta práctica afecta la salud de los habitantes, contaminando agua, suelos y aire (ONU, 2018). Un kilo de basura al día genera cada Latinoamericano y unas 541.000 toneladas en la región, el 10% representa la basura mundial. (ONU, Foro Medio Ambiente, 2018); y sin embargo existen pobladores segregando materiales reciclables para su aprovechamiento, no obstante, su integridad física y salud se ponen en riesgo; dado a su ineficacia de la gestión pública y privada (AIDIS-IDRC, 2006). Mientras que, el consumo de plástico en el Perú se estima treinta kilogramos por persona al año, solo 886 toneladas se producen de residuos diarios en Lima Metropolitana y el Callao, con una representación de cuarenta y seis por ciento de plástico de un solo uso (MINAM, 2019).

La finalidad de este trabajo de investigación fue sistematizar información sobre la producción de bioplástico y así poder aportar conocimientos en el tema de reducción al problema ambiental de la contaminación de los océanos ocasionados por residuos plásticos que afectan la vida marina, en 2010 se estimó estos residuos entre 4.8 a 12.7 millones de toneladas (Jambeck et. al., 2015, p. 768-761). Es por ello, que el consumo de plástico derivado del petróleo ha aumentado de manera exponencial, de la misma manera ha incrementado la generación de residuos sólidos (Prakash, 2014, p. 20-28), los cuales demoran muchos años en degradarse, contaminando ríos, lagos y mares; poniendo en riesgo la vida en estos ecosistemas; por consiguiente optan como alternativa para evitar este problema, la incineración de estos residuos plásticos elaborados de hidrocarburos, ocasionando daños al ambiente por la generación de gases tóxicos (Iles, 2013, p. 38-49); por esta razón, el Ministerio del ambiente (2018), prohíbe el consumo de plásticos como los sorbetes, tapers y el tecnopor a entidades del consumo masivo y a entidades públicas, ya que estos plásticos son de un solo uso. Por ende, este problema ambiental ha motivado investigaciones orientados a la generación de plásticos biodegradables, considerando como materia prima almidones (ya sean residuos de yuca, papa, cáscaras de arroz, entre otros) modificados estructuralmente para producir y comercializar bioplásticos para empaques. (Reddy, 2018 p. 165-1689). Los almidones son abundantes y disponibles a nivel mundial, se utilizan en la

producción de bioplásticos (Sie, 2013, p. 1590-1628), se realiza de manera sencilla a bajo costos, económicamente más baratos que algunos polímeros sintéticos (Pedraza, 2017, p. 71). Por tanto, la producción de termoplástico biodegradable (Thermoplastic starch, TPS) a partir de almidón es de importancia para disminuir el volumen de residuos plásticos sintéticos en el mundo (Ma y Yu, 2004, p. 2). Es por ello que el 2018 se fomenta el reemplazo del plástico por material biodegradable, mediante el decreto supremo N° 013-2018-MINAM, los cuales, durante su descomposición, no generen contaminación, elementos peligrosos o micro plásticos (INACAL NTP 900.080).

Con respecto a la realidad problemática determinada se planteó el problema general y los problemas específicos.

El problema general fue ¿Qué método de modificación estructural del almidón es recomendable para la producción del bioplástico?

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

1. ¿Qué métodos de modificación estructural del almidón se examinarán?
2. ¿Qué parámetros fisicoquímicos se identificarán en la modificación estructural del almidón?
3. ¿Cuáles son las diferencias entre las propiedades mecánicas y degradación del bioplástico con los PET'S?

El objetivo general fue: Examinar los métodos de modificación estructural del almidón para la producción del bioplástico mediante una revisión sistemática.

Los objetivos específicos fueron:

1. Describir los métodos de modificación estructural del almidón, entrecruzamiento y Sustitución por acetilación.
2. Identificar los parámetros fisicoquímicos en la modificación estructural del almidón examinado.
3. Comparar las diferencias de las propiedades mecánicas y degradación del bioplástico examinado con los PET'S.

## II. MARCO TEÓRICO

Holguín, Juan (2019). Desarrolló un bioplástico mediante el almidón de papa in vitro en la Fundación Universidad de América de Bogotá. Utilizó el método de Sustitución, donde se le acondicionó al almidón con ácido acético mejorando sus propiedades mecánicas. Posteriormente; realizó el estudio cuantitativo para la determinar los grados de sustitución del almidón modificado mediante espectros infrarrojos dando un intervalo medio alto 4000-3000  $\text{cm}^{-1}$ . Por consiguiente; Concluyó que el almidón modificado tiene un grado de sustitución medio alto, por tanto, es apto para la producción de plásticos. Por último, recomienda realizar la investigación tomando en cuenta los métodos y normativas vigentes para biodegradabilidad y compostabilidad del material.

Narváez, M. (2016, p. 27). Elaboró bioplásticos a través del almidón de maíz, el cual estudió la relación entre glicerina, almidón y agua, el cual se debe disminuir para que las propiedades mecánicas como resistencia mecánica y elongación del bioplástico aumenten, así mismo la elasticidad y elongación varían según la cantidad de glicerina y el pH de la mezcla. Concluyó que la cantidad de almidón y glicerina es de 4:1 con una concentración de glicerina al 35%, pH de 5 y pH de 7 para obtener una lámina sólida, la temperatura óptima es de 70°C y su tiempo de agitación es de 15 min; son comparables con el plástico.

Navia; Bejarano (2014). Estudiaron el comportamiento de las propiedades mecánicas, color y densidad en bioplásticos a base de harina de yuca gelatinizada MPER-183, reforzada con fibra de fique. Concluyeron que el uso de la técnica de moldeo por compresión la densidad y el color de los bioplásticos, se identificaron condiciones de temperatura de 180 ° C y presión de 0 psi como las más favorables para  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , valores altos para módulo elástico de flexión, tensión de flexión, y baja densidad, se obtuvo en las condiciones de temperatura a 190 ° C y una presión de 0 psi.

Ruiz, Gladys (2005). Estudió los parámetros para la producción de polímero biodegradable utilizando almidón de yuca, estableciendo las características del proceso por extrusión, determinando los parámetros en producción de polímero como: la temperatura, 50°C, tiempo de mezclado, 6.5 minutos. Concluyendo que, el

rango de espesor para lograr una lámina homogénea es entre 0.5 y 1.0 mm, si se supera este espesor la mezcla no es homogénea y si se obtienen muy delgados, dificulta el proceso del polímero por extrusión.

Cárdenas, Marcos. (2018). Estudió la elaboración de un biopolímero mediante el almidón de los residuos del banano (*Musa Paradisiaca*). Para ello, utilizó agua destilada y glicerina, los cuales brindan plasticidad y elasticidad y como modificador químico el ácido acético, puesto que modifica la característica hidrofílica, sus resultados basados en la estadística descriptiva en relación a la influencia que tuvo cada variable independiente en la calidad del almidón y del biopolímero. En los dos procesos utilizados tanto Húmedo y seco, determinó valores de 22.3% y de 42.63% respectivamente, recalcando que el proceso en seco, es más favorable para la dosificación del biopolímero, puesto que el % de humedad debe encontrarse en un intervalo de 7 y 7.5%.

García Q, Alma. (2015). Obtuvo polímero biodegradable utilizando almidón de maíz, con el cual se realizó dos prototipos de material de empaque: película y bandeja a nivel laboratorio, utilizando agua destilada, ácido acético 3% V/V, Glicerina y el almidón de maíz para hacer las láminas del bioplástico, puesto que sus propiedades mecánicas como resistencia fueron de 0.31 MPa y 0.25 MPa respectivamente a los prototipos N°4 y N°5, ambos casos no cumplen con los valores de la norma ASTM D 638 para plásticos siendo de 14 a 140 MPa. Por último, recomienda seguir con la investigación hasta que el biopolímero se degrade a 100 % y determinando el tiempo tardado.

Ortega Cahui, M. B. (2019). En la Universidad Tecnológica del Perú de Arequipa, elaboró bioplástico utilizando paja y residuos de granos de arroz; realizó 02 formulaciones a porcentajes diferentes utilizando almidón, celulosa, mezclados con ácido acético, glicerol y agua; recomendando realizar las pruebas de elasticidad, resistencia a la tracción, dureza y densidad para la caracterización del bioplástico.

Gonzales, J. L., & Martínez, L. J. (2017). Utilizaron almidón de arroz, queratina de residuos avícolas y residuos de cáscara de mango; fabricaron envases

biodegradables, evaluaron las propiedades fisicoquímicas del bioplástico: espesor, tracción, flexión, dureza, entre otros. Así mismo, elaboraron un prototipo de envase con el bioplástico obtenido.

Díaz Sánchez. L (2017). Realizó la impregnación de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) modificado por acetilación y elaboró bandejas biodegradables mezclándolo con fibra de peladilla de espárrago, desarrolló la modificación química del almidón para obtener acetato con un grado de sustitución de 1.7, el cual fue utilizado para impregnar las bandejas en soluciones de almidón acetilado con cloroformo en las relaciones de 0.2, 0.13 y 0.1 durante 5, 10 y 30 minutos haciendo un total de 9 tratamientos, en el cual concluye que la humedad más baja fue de 9.74%, mientras que la capacidad de absorción de agua se redujo hasta 47.528% siendo también menor que la muestra control. Finalmente, las propiedades mecánicas mejoran con resultados de esfuerzos de tracción de 0.618 MPa, siendo mayor a los 0,399 MPa de la muestra control. Finalmente, recomienda que las bandejas desarrolladas en este estudio podrían ser una alternativa para el envasado de alimentos, reduciendo el uso de materiales derivados del petróleo.

Meza Ramos, P. (2016). Elaboró bioplásticos mediante el almidón residual obtenido de peladoras de papa variedad "Yungay" y evaluó la degradación biológica de acuerdo a la Norma ISO 17556:2012, a nivel de laboratorio en la Universidad Nacional Agraria La Molina en Lima. Trabajando a condiciones ambientales y 3% de concentración p/v, logrando 35.06% de extracción de almidón, respecto al residuo sólido. El almidón obtenido presentó 26.21% de amilosa y 73.79% de amilopectina, el análisis infrarrojo dio 89.8% de similitud con el espectro del almidón soluble. Concluyendo que el bioplástico más resistente se elaboró con 5 ml de glicerina, 3 ml de ácido acético, 10 g de almidón, 60 ml de agua destilada a 150°C. La variación de ácido acético más que la del glicerol afectan las propiedades mecánicas. Los resultados de las pruebas de tracción fueron 1.47 MPa y elongación 19.99%; por espectrofotometría se observaron enlaces característicos de los bioplásticos. Por último, se determinó la degradación biológica de acuerdo a la Norma ISO 17556:2012 alcanzando un valor de 64.21% en 92 días.

Martínez. P, Peña. F, Gómez. Y, Vargas. G & Velezmoro. C (2019). Estudiaron las propiedades funcionales, fisicoquímicas, y estructurales de almidones nativos y acetilados obtenidos mediante la papa (*Solanum tuberosum*), utilizando anhídrido acético (AAc) en 3 ensayos siendo (AAc 5%, AAc10%, AAc15%), para ello, usaron agua destilada en la modificación del almidón y soluciones como, NaOH (Hidróxido de sodio), KI (Yoduro de potasio) y I (Yodo). Finalmente, concluyeron que el proceso de acetilación disminuye la viscosidad en la formación de láminas y este efecto fue mayor cuando aumenta el grado de sustitución, la Solubilidad y capacidad de absorción de agua aumentaron de acuerdo el grado de sustitución de los grupos funcionales.

Trujillo, Cinthya. T. (2014). En el laboratorio de la Universidad Nacional amazónica de Madre de Dios, elaboró películas biodegradables mediante el almidón de yuca (*manihot esculenta crantz*) realizando una doble modificación por oxidación con 1.5% de cloro activo y acetilación con 1.13%, modificando las propiedades del almidón nativo, luego, adicionando diferentes concentraciones de plastificante glicerina y proteína de soya en la obtención de películas biodegradables, realizando 27 variaciones de mezclas de almidón modificado. Concluyendo que la muestra 19 tiene las características óptimas: humedad 14.84%, solubilidad 20.54%, espesor 0.11 mm, permeabilidad de vapor de agua (PVA) 0.03g.mm/h.m<sup>2</sup>. KPa, opacidad 3.24%, tensión en la ruptura de 5.22 MPa, deformación en la ruptura 28.31% y módulo de elasticidad 19.10MPa.

A continuación, se harán algunas definiciones de teorías relacionadas a los métodos de modificación del almidón, las propiedades mecánicas y sus parámetros fisicoquímicos:

La modificación química del almidón se lleva a cabo al reaccionar los sustituyentes con los grupos hidroxilo del almidón, se clasifican en tres métodos; reducción, sustitución y entrecruzamiento, en el presente trabajo se han considerado dos métodos de modificación, el entrecruzamiento y sustitución por acetilación, cada método le asigna características diferentes al almidón. (Holguín, Juan; 2019).

La modificación química del almidón se calcula por el número promedio de sustituciones en los grupos hidroxilos en el almidón, la cantidad máxima de sustitución es tres, en cada unidad de glucosa están disponibles tres grupos hidroxilos. (Holguín, Juan; 2019).

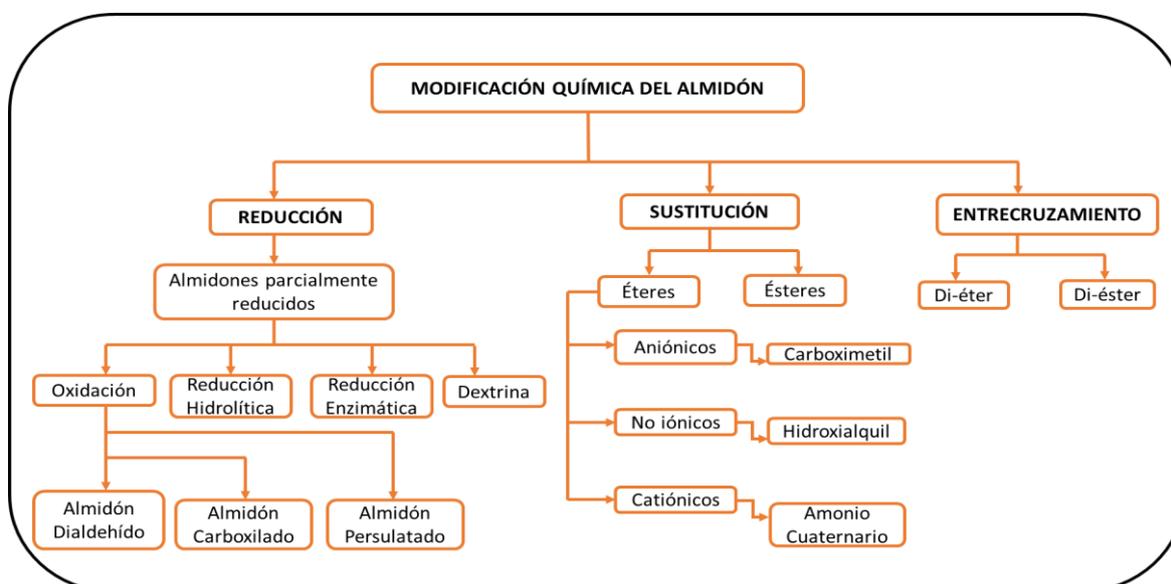


Figura 1. Clases de modificación química.

Fuente: Revista de ingeniería e investigación, Revisión de la modificación química del almidón con ácidos orgánicos, 2008, Citado por Holguín, Juan; 2019.

Así como se muestra en la *Figura 1*, según Holguín; 2019, la modificación del almidón por entrecruzamiento, fortalece al gránulo del almidón mejorando la resistencia a temperaturas altas, mejora las propiedades de resistencia mecánica y resistencia a soluciones ácidas, la modificación del almidón por sustitución, se determina por el grado de sustitución de grupos acetilo en reemplazo de átomos de hidrógeno. Asimismo, el autor define los siguientes términos; al glicerol, como un líquido transparente y denso, forma la base de la composición de los lípidos, forma parte de los alcoholes, tiene tres grupos  $-OH$  (hidroxilos); el pH, es la concentración de iones hidronio en una disolución, es decir, mide la acidez y/o alcalinidad de una disolución; el ácido acético, es un líquido incoloro, de olor picante que se realiza por oxidación del alcohol etílico, su sabor es característico al vinagre, es utilizado en la síntesis de productos químicos; elasticidad, es la característica de un material que, al ser sometido a un esfuerzo, y se detiene, recupera su forma original; resistencia, es la capacidad de los cuerpos para resistir fuerzas aplicadas sin romperse y

elongación, mide el aumento de longitud de un material que es expuesto a un esfuerzo de tracción antes de su rotura, este alargamiento se expresa en % de su longitud inicial. Además, la Real academia española (RAE, 2014) el tiempo, es la magnitud física que ordena sucesos, instituyendo un pasado, presente y futuro, la unidad del tiempo en el sistema internacional es el segundo.

MINAM (2019) considera plástico biodegradable, a aquellos que se descomponen hasta CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, agua y biomasa como efecto de los microorganismos, no conteniendo sustancias químicas peligrosas y la degradación se lleva a cabo en corto tiempo: Degradación del 90 % en 6 meses en presencia de O<sub>2</sub> y 2 meses en ausencia de O<sub>2</sub>.

Delgado (2018, p.9). Define que los almidones son polisacáridos constituidos por unidades de glucosas, formando cadenas, retienen agua formando geles, se obtienen de fuentes vegetales como papa, maíz, tapioca, trigo, arroz. Su utilidad en la industria es dar consistencia a ciertos productos, en algunos casos no cumplía adecuadamente esta función, por lo que se comenzó a utilizar almidones modificados. Así mismo empleó la modificación de los almidones con la finalidad de mejorar la funcionalidad, consistencia, fiabilidad y resistencia a las exigencias del proceso alimentario, satisfaciendo las demandas de alimentos biodegradables y de alta calidad por los clientes.

Flores (2016, pp.30-45). Manifiesta que la acetilación de los almidones se realiza mediante la esterificación con anhídrido acético, vinil acetato o ácido acético, de acuerdo al grado de acetilación se obtienen almidones baja de acetilación (GS) utilizados en la industria alimentaria o almidones de alta acetilación (GH) que son utilizados como sustitutos de los plásticos.

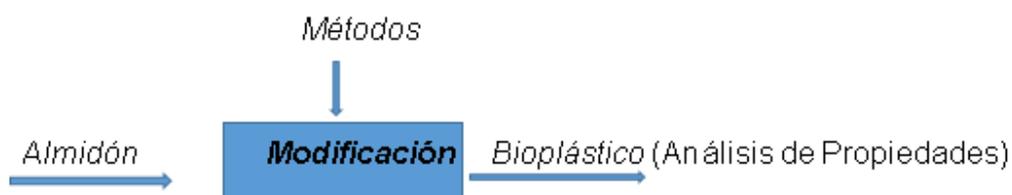
(European bioplastics citado por Meza Ramo, P.N, 2016), Refiere que el material plástico se le llama bioplástico si fue producida por medios biológicos, si se degrada enzimáticamente por los microorganismos, o si tiene las dos propiedades, son capaces de descomponerse aeróbica o anaeróbicamente por acción enzimática de microorganismos tales como bacterias, hongos y algas a condiciones ambientales.

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

**Tipo de investigación:** Fue Aplicada, según los especialistas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación Tecnológica (Concytec, 2018) precisaron: “Está dirigida a determinar mediante del conocimiento científico, los medios (metodologías, protocolos y tecnologías) puesto que, se puede cubrir una necesidad reconocida y específica.” (p. 43). Se escogió el tipo de investigación aplicada porque se tomó la recopilación de los resultados, metodologías, y procedimientos de otros trabajos ya realizados para recomendar una de las metodologías más óptima de modificación estructural para la producción del bioplástico.

**Diseño de investigación:** Fue cualitativa, Narrativo de tópicos, según Hernández, Fernández y Baptista (2014) indicaron: “Los diseños narrativos pretenden comprender la sucesión de hechos, situaciones, fenómenos, procesos y eventos donde se involucran pensamientos, sentimientos, emociones e interacciones, a través de las vivencias contadas por quienes los experimentaron, describiendo un evento o un conjunto de eventos conectados cronológicamente”. Se escogió la metodología cualitativa del diseño de investigación de Narrativo de tópicos como se indica en la *Figura 2*, porque se relató una síntesis de todas las secuencias de hechos metodológicos con sus respectivos resultados de trabajos previos ya experimentados, aplicados a nivel latinoamericano.



*Figura 2.* Proceso de la elaboración del bioplástico

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización apriorística:

Las categorías y subcategorías están basadas a los objetivos y problemas específicos ya plasmadas, puesto que estas están relacionadas por los criterios que desea hacer clasificaciones, comparaciones o cuyo desarrollo histórico se deba explicar. Así como se muestra en la **Tabla 1**, cada uno de los criterios tanto como inclusión y exclusión formarán parte de matriz apriorística.

**Tabla 1.** Matriz de categorización apriorística

Objetivos Específicos	Problemas específicos	Categoría	Subcategoría	Unidad de análisis
Describir los métodos de modificación estructural del almidón, entrecruzamiento y Sustitución por acetilación.	¿Qué métodos de modificación estructural del almidón se examinarán?	Métodos de modificación del almidón	<b>Entrecruzamiento:</b> - Glicerol + almidón	Narváez (2016), Dawam Akbar (2019) Meneses, et al (2014) Trujillo (2014) Syamani, et al (2020), Dasumiati, et al (2019), Amri, et al (2018), Rahmayani (2018) Saiful, et al (2019) Jangong et al (2019) Meza.P,2016
			<b>Sustitución por Acetilación:</b> Ácido acético	Holguín (2019), Meza.P,2016
Identificar los parámetros fisicoquímicos en la modificación estructural del almidón examinado.	¿Qué parámetros fisicoquímicos se identificarán en la modificación estructural del almidón?	Parámetros fisicoquímicos	- pH - Temperatura (°C) - Tiempo (min)	Narváez (2016) Dawam Akbar (2019) Meneses, et al (2014) Trujillo (2014) Syamani, et al (2020),

Comparar las diferencias de las propiedades mecánicas y degradación del bioplástico examinado con los PET'S.	¿Cuáles son las diferencias entre las propiedades mecánicas y degradación del bioplástico con los PET'S?	Propiedades mecánicas del bioplástico	Resistencia, Elasticidad, Elongación, Degradación	Dasumiati, et al (2019), Amri, et al (2018), Rahmayani (2018) Saiful, et al (2019) Jangong et al (2019) Holguín (2019),
--	--	---------------------------------------	---	---

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Escenario del estudio:

Lugar en el cual se llevó a cabo el estudio o investigación, integrantes, análisis de características y los recursos disponibles que se utilizaron desde la elaboración del proyecto de investigación. (López. H; 1998).

El presente estudio se realizó revisando antecedentes de los métodos de modificación de almidón a nivel laboratorio para la elaboración de bioplástico mediante el proceso de modificación química por sustitución y entrecruzamiento del almidón, analizando los parámetros fisicoquímicos y propiedades mecánicas del bioplástico obtenido, así como su biodegradación; con el propósito de disminuir el consumo de plásticos sintéticos no degradables, por ende la contaminación ambiental y conservación de la vida marina.

### 3.4. Participantes:

Los participantes de una investigación, según Arias (2012) lo define: “Es el conjunto finito o infinito de elementos con características para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación”.

Es por ello que en el presente trabajo de investigación los participantes fueron los artículos e información indexados a bases de datos o directorios de revistas científicas tales como: Google académico, EBSCO, IOP Publishing, DOAJ y Scielo. Los cuales se obtuvieron mediante la búsqueda con las siguientes palabras claves: Bioplástico, almidón, glicerina, método de entrecruzamiento, método por acetilación y propiedades mecánicas de un bioplástico.

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

Para Arias (2012), la técnica de investigación, fue el proceso o medio de adquirir información. Por ende, la manera de recopilar información durante este trabajo fue a través del análisis documental, el cual Castillo (2015) lo define como “el conjunto de operaciones encaminadas a representar un documento y su contenido bajo una forma diferente de su forma original, con la finalidad de posibilitar su recuperación posterior e identificarlo”. Por otro lado, Arias (2012) define al instrumento de recolección de datos como un recurso dispositivo o formato (papel o digital), con el que se pueda utilizar para obtener, registrar o almacenar información.

Es por ello que, en esta investigación el instrumento que se utilizó para recoger la información fueron los siguientes: Ficha Técnica de recolección de datos y Ficha de análisis o resumen. (**Anexo 1 y Tabla 2**).

### 3.6. Procedimientos:

La presente investigación se desarrolló en etapas. Como se muestra en la *Figura 3*. La primera etapa, consistió en la búsqueda de información (la cual incluye palabras claves y la plataforma de búsqueda), la segunda, fue la selección que incluyó la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, tercera, análisis de información y cuarta presentación de los resultados finales.

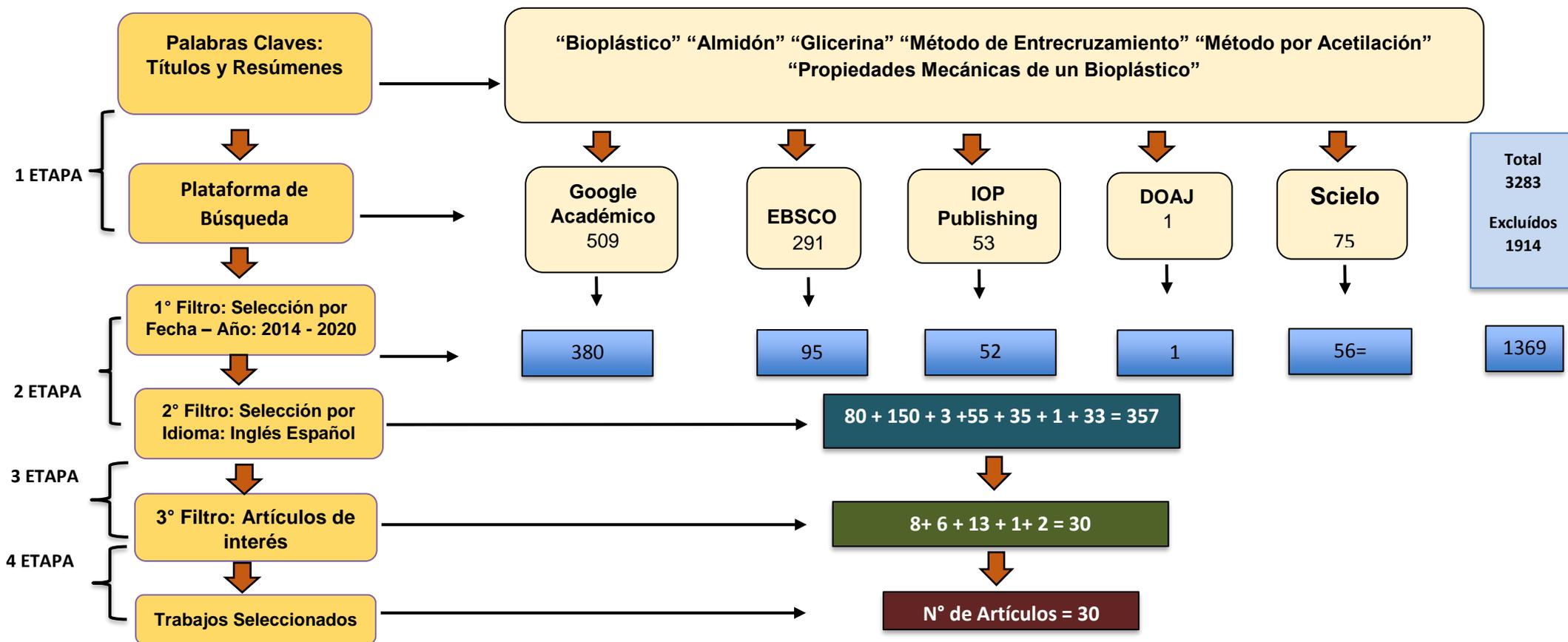


Figura 3. Resumen de criterios de búsqueda

Fuente: Elaboración propia.

### **3.7. Rigor científico:**

La presente investigación cumplió con los 7 criterios de rigor científico de tipo cualitativo.

A continuación, se definen los 7 criterios que serán referenciados:

- El primer criterio, fue el de la Credibilidad, Castillo y Vásquez (2003, p. 165 - 166) lo definen como la recopilación de datos verdaderos de autores que han experimentado el fenómeno bajo investigación.
- El segundo criterio, fue el de la transferencia o aplicabilidad, Según Castillo y Vásquez (2003, p. 165 -166) explican que es la generalización de resultados, transmisión de descubrimientos descritos que dan origen a otros estudios.
- El tercer criterio, auditabilidad o conformabilidad, fue el de la Capacidad o criterio para seguir el camino de estudio de lo que el autor original está tratando de explicar (Castillo y Vásquez; 2003, p. 165 -166).
- Cuarto criterio, Consistencia o dependencia, fue el equilibrio de información mediante métodos de análisis e interpretación que admiten efectuar comparaciones de resultados (Noreña, Alcaraz, Rojas y Rebolledo; 2012, p. 265-268).
- Quinto criterio, Reflexibilidad o Confirmabilidad, según Noreña, Alcaraz, Rojas y Rebolledo (2012, p. 265-268) se refirieron a una ética del investigador, la información obtenida en el estudio es veraz de acuerdo a los objetivos e instrumento del estudio utilizados.
- El sexto criterio, fue el de la Relevancia consiste en el resultado o cumplimiento de los objetivos dando paso a nuevas investigaciones (Noreña, Alcaraz, Rojas y Rebolledo; 2012, p. 265-268).
- Finalmente, el séptimo criterio, fue el de la concordancia teórica - epistemológica, según Noreña, Alcaraz, Rojas y Rebolledo (2012, p. 265-268) lo definen como la relación e Identificación de la realidad problemática con el tema de investigación, garantizando la coherencia de los resultados obtenidos en los trabajos analizados.

### **3.8. Método de análisis de información:**

Según Araujo. M (2012), definió el análisis crítico, como una condición fundamental para la interpretación correcta de cualquier estudio que se haya decidido revisar, puesto que permite verificar el cumplimiento de un estudio con ciertos criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos, con respecto a su calidad metodológica.

Para Carvajal (2004, p. 67-72), “el sesgo sistemático es como cualquier factor erróneo que influye en las conclusiones acerca de los grupos y distorsione las comparaciones”.

Para el método de análisis de datos se utilizaron formatos de análisis de resumen, donde se registró la información de valor para el presente trabajo de revisión sistemática. Además, para seleccionar y analizar los formatos, se tuvo presente los siguientes criterios: Información actualizada, nivel de especialización del autor, relevancia con el tema a tratar, por su origen y naturaleza del contenido. Finalmente, se comparó las similitudes y diferencias entre las subcategorías de la categoría de métodos de modificación estructural del almidón entrecruzamiento y de sustitución por acetilación según sus parámetros y propiedades mecánicas que se obtuvieron en las investigaciones para la producción del bioplástico.

### **3.9. Aspectos éticos:**

Durante la ejecución de la investigación se respetó el derecho de todos los autores referenciados, en cumplimiento de las normas éticas de la universidad César Vallejo al citar cada una de los antecedentes en normas ISO 690. Por consiguiente: No se plagiaron trabajos de investigación, la información recopilada se analizó e interpretó respetando el derecho de cada autor.

Los documentos o trabajos elaborados por los autores citados, fueron consultadas de fuentes confiables y descargadas con fines académicos, luego pasó por el filtro de plagio por turnitin, para ver el porcentaje de similitud de información recopilada. También se citó de acuerdo al cumplimiento con los protocolos de investigación y por último se siguió los lineamientos de la Universidad César Vallejo.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el desarrollo de la presente investigación se llegó a los siguientes resultados. Considerando que esta investigación es una revisión sistemática, en primer lugar, se tomó en cuenta la categorías y subcategorías que se establecieron en la matriz de categorización apriorística. Luego de la recolección y selección de los artículos, se realizó un análisis comparativo cualitativo donde se pudo establecer las diferencias, similitudes y relación entre estas categorías y subcategorías del presente trabajo de investigación.

**Tabla 3.** *Tabla comparativa de categorización.*

	Residuos orgánicos	Métodos para la producción de bioplástico	Parámetros
Criterio de comparación	Almidón de vegetales y frutas	Entrecruzamiento	pH
		Y	Temperatura
		Sustitución por Acetilación	Tiempo

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2. Ficha resumen de datos**

<b>Ficha resumen de datos</b>						
<b>N° Artículos</b>	<b>Autor</b>	<b>Método de modificación</b>	<b>Residuo Orgánico</b>	<b>Reactivos utilizados</b>	<b>Factores que influyen en la reacción química</b>	<b>Resultados</b>
<b>1</b>	García, Alma / 2015	Entrecruzamiento	Maíz Maíz ( <i>Zea Mays</i> )	Ácido acético + almidón de maíz + Glicerol + NaOH + HCL	T° (100°C), pH (7.0), T(30min)	Resistencias de 0.31 MPa y 0.25 Mpa; y su degradación fue de 33.3% en 15 días.
<b>2</b>	Narváez / 2016	Entrecruzamiento	Maíz ( <i>Zea Mays</i> )	Ácido acético + almidón de maíz + Glicerol+ NaOH + HCL	T° (70°C), P (1 atm), pH (7.0), T(15min)	Resistencia 1.05 Mpa, Elasticidad 106.05 Mpa, Elongación 3 %
<b>3</b>	Dawam Akbar / 2019	Entrecruzamiento	Maíz	Ácido acético + almidón de maíz + Glicerol+ NaOH + HCL	T° (94.3 °C), pH (7), T(3min)	Resistencia a la tracción 55,4 Mpa, Elongación 22%

4	Meneses, et al / 2014	Entrecruzamiento	Yuca	Ácido acético + almidón de yuca + Glicerol + NaOH + HCL	T° (60 - 90°C), P (98.7 atm), pH (8.0), T(8min)	Resistencia a la tracción de 3.249 Mpa, módulo de elasticidad de 1.284 Mpa,
5	Trujillo / 2014	Entrecruzamiento	Yuca	Ácido acético + almidón de yuca + Glicerol + NaOH + HCL	T° (60°C), pH (7), T(30min)	Resistencia de 5.22 Mpa, elasticidad de 19.10 Mpa, elongación de 28.31%
6	Marinero, et al / 2020	Entrecruzamiento	Yuca (Manihot esculenta Crantz) y papa (Solanum tuberosum)	Ácido acético + almidón de yuca + almidón de papa + Glicerol + NaOH + HCL	T° (60°C), pH (7), T(30min)	Biodegradabilidad de 64,21%, 63.51% y 6.95% en 90 días
7	Syamani, et al / 2020	Entrecruzamiento	Yuca rellena con Fibras de Tronco de Palma de Aceite	Ácido acético + almidón de yuca + Glicerol + Fibras de Tronco de Palma de Aceite + NaOH + HCL	T° (70°C), pH (7), T (15 min)	Resistencia 10.47Mpa, Elongación de 2.09%

8	Dasumiati, et al / 2019	Entrecruzamiento	Yuca ( <i>manihot utilisima</i> ) y camarón (Quitosano o quitina)	Ácido acético + almidón de yuca + Quitosano de camarón + Glicerol + NaOH + HCL	T° (80 - 90°C), pH (7), T(40min)	Resistencia de 2.688 Mpa, Elongación de 94.25%
9	Nissa, et al / 2019	Entrecruzamiento	Yuca ( <i>manihot utilisima</i> o <i>mandioca</i> ) y Carre	Ácido acético + almidón de yuca + almidón de papa + Glicerol + NaOH + HCL	T° (80 - 130°C), pH (7), T (3 min)	La degradación fue de 29.89% en 10 días.
10	Suryanto, et al / 2019	Entrecruzamiento	Yuca ( <i>manihot utilisima</i> ) o <i>mandioca</i> y Carragenina	Ácido acético + almidón de yuca + Carragenina + Glicerol + NaOH + HCL	T° (90 °C - 135°C), pH (7), T(35min)	Resistencia a la tracción 4,87 Mpa y Elongación 19.48%
11	Amri, et al / 2018	Entrecruzamiento	Yuca ( <i>manihot utilisima</i> ) o <i>mandioca</i>	óxido de grafeno + almidón de yuca + Glicerol + NaOH + HCL	T° (75°C), pH (7), T (30 min)	Resistencia a la tracción 3,92 Mpa, Elasticidad 29.66 Mpa, Elongación 13.22% y Degradación de 50% durante 8 días.
12	Cardona, et al / 2019	Entrecruzamiento	Papa ( <i>Solanum tuberosum</i> )	Ácido acético + almidón de papa + Glicerol + NaOH + HCL	T° (80°C), pH (7), T(15min)	Resistencia 0.00491Mpa, Elasticidad 0.98 Mpa, Elongación 0.5 %, Degradación 71.73% en 62 días.

13	Meza / 2016	Entrecruzamiento	Papa ( <i>Solanum tuberosum</i> )	Ácido acético + almidón de papa + Glicerol + NaOH + HCL	T° (60°C), pH (7), T(30min)	Resistencia 1.47 Mpa, elongación 19.99%, degradación fue de 64.21% en 92 días.
14	Moreno, et al / 2017	Entrecruzamiento	Papa ( <i>Solanum tuberosum</i> )	Ácido acético + almidón de papa + Glicerol + NaOH + HCL	T° (70°C), pH (7), T(30min)	No especifica
15	Vargas, Medina / 2019	Entrecruzamiento	Papa ( <i>Solanum tuberosum</i> )	Ácido acético + almidón de papa + Glicerol + NaOH + HCL	T° (60°C), pH (7), T (1440 min)	No especifica
16	Meza, Quipuzco, et al / 2019	Entrecruzamiento	Papa ( <i>Solanum tuberosum</i> )	Ácido acético + almidón de papa + Glicerol + NaOH + HCL	T° (150°C), pH (7), T (13 min)	Resistencia de 1.47 Mpa, Elongación 19.99%, degradación se dio en 92 días mediante la utilización del compost con un 64.21
17	Cárdenas / 2018	Entrecruzamiento	Plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> )	Ácido acético + almidón de plátano + Glicerol + NaOH + HCL	T° (60°C), P (1 atm), pH (7.0), T(30min)	No especifica

18	Castillo, et al / 2016	Entrecruzamiento	Plátano	Ácido acético + almidón de plátano + Glicerol + NaOH + HCL	T° (22°C), pH (7), T(30min)	No especifica
19	Azieyanti, et al / 2020	Entrecruzamiento	Plátano	Ácido acético + almidón de plátano + Glicerol + NaOH + HCL	T° (80 °C), pH (7), T (5 min)	Resistencia 0.228 Mpa, Elasticidad 1.53 Mpa, Elongación 18.77%
20	Ortega / 2019	Entrecruzamiento	Arroz ( <i>Oryza sativa</i> )	Ácido acético + almidón de paja + almidón de arroz + Glicerol + NaOH + HCL	T° (60°C), P(1atm), pH (7), T(30min)	No especifica
21	Del Rosario, et al / 2020	Entrecruzamiento	Pan de sopa ( <i>Artocarpus altilis</i> (S. Park) Fosberg)	Ácido acético + almidón de pan de sopa ( <i>Artocarpus altilis</i> ) + almidón de arroz + Glicerol + NaOH + HCL	T° (80°C), pH (7), T(15min)	No especifica

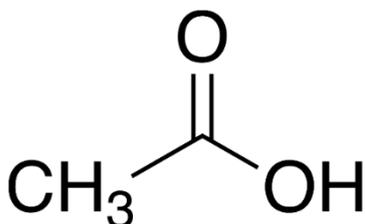
22	Ginting, et al / 2018	Entrecruzamiento	Pituca, Malanga, entre otros ( <i>Colocasia esculenta</i> )	Ácido acético + almidón de Pituca + Quitina + Sorbitol + Glicerol + NaOH + HCL	T° (75°C), pH (7), T(30min)	Resistencia 8.36 Mpa, Elongación o alargamiento de ruptura 22.6 %
23	Rahmayani / 2018	Entrecruzamiento	Calabaza amarilla ( <i>Cucurbita moschata Duch.</i> )	Quitina + ácido acético + almidón de calabaza amarilla + aceite recino + NaOH + HCL	T° (75°C), pH (7), T (30 min)	Resistencia fue de 6.787Mpa, elasticidad de 2.176 MPa, elongación de 13.451% y degradabilidad fue de 66.66 % en 20 días.
24	Saiful, et al / 2019	Entrecruzamiento	Janeng ( <i>Dioscorea hispida</i> )	Almidón de Janeng ( <i>Dioscorea hispida</i> ) + Glicerol+ ácido acético + NaOH + HCL	T° (70 - 75°C), pH (7), T(15min)	Resistencia 205.45 Mpa, Elongación de 42,69%
25	Puji Rahayu, et al / 2019	Entrecruzamiento	Sagú ( <i>Maranta arundinacea</i> )	Ácido acético + almidón de Sagú + Glicerol + NaOH + HCL	T° (90°C), pH (7), T (45 min)	Resistencia fue a 28,6 MPa.
26	Jangong et al / 2019	Entrecruzamiento	Sagú	Ácido acético + almidón de Sagú + Quitina + Glicerol + NaOH + HCL	T° (85 °C), pH (7), T(15min)	Resistencia a la tracción 68,41 Mpa y Degradación de 95% en 28 días.

<b>27</b>	Mairiza, et al / 2018	Entrecruzamiento	Gadung ( <i>Dioscorea hispida Dennst.</i> )	Ácido acético + almidón de Gadung + Glicerol + NaOH + HCL	T° (70°C), pH (7), T (15 min)	Las degradaciones fueron 6.11 % en 11 días, 8.33 % en 15 días y en 21 días con un 11.67%
<b>28</b>	Holguín / 2019	Sustitución por acetilación	Papa ( <i>Solanum tuberosum</i> )	Ácido acético + almidón de papa + NaOH + HCL	T° (70°C), P (1 atm), pH (7.0), T(30min)	Resistencia 3.0Mpa, Elasticidad 0,810Mpa, Elongación 24%
<b>29</b>	Martínez et al / 2019	Sustitución por acetilación	Papa ( <i>Solanum tuberosum</i> )	Ácido acético + almidón de papa + NaOH + HCL	T° (60 - 70°C°C), pH (, T(min)	Resistencia 0.5 Mpa, Elasticidad 0.51 Mpa, elongación 20%, degradación 68 % en 92 días.
<b>30</b>	Díaz / 2017	Sustitución por acetilación	Almidón de oca y fibra de peladilla de espárrago	Ácido acético + almidones de oca y espárrago + NaOH + HCL	T° (60°C), pH (7), T(30min)	Resistencia de 0.618 Mpa

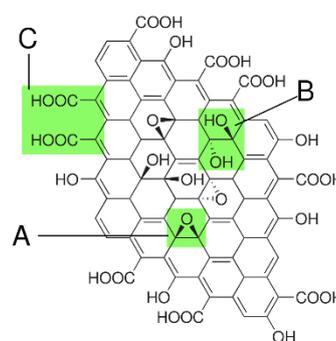
Fuente: Elaboración propia.

## MÉTODOS QUÍMICOS

Según Meza.P,2016, Las distintas metodologías encontradas comparten la misma base teórica para elaborar los bioplásticos. Para polimerizar el almidón se debe tomar en cuenta su estructura, el almidón está compuesto por amilosa y amilopectina, la amilosa tiene una estructura muy larga y recta, mientras que la amilopectina tiene una estructura ramificada y corta. Para polimerizar el almidón se debe buscar una linealidad en la estructura por lo que el primer paso debe ser eliminar las ramificaciones de la amilopectina, esto se puede lograr mediante una hidrólisis ácida. Meneses, et al (2014), Trujillo (2014) y Dasumiati, et al (2019) utilizaron ácido acético para dicho proceso; mientras que Amri (2018) utilizó óxido de grafeno.



Fuente: Meza; 2016



Fuente: Amri;2018

Figura 4. Estructuras del ácido acético y óxido de grafeno.

La acetilación va a formar estructuras lineales en el bioplástico, por cuanto presenta un solo grupo de -COOH; mientras que el óxido de grafeno, tiene la posibilidad de unirse por entrecruzamiento por presentar varios grupos - COOH. (Figura 4); logrando obtener un bioplástico con mejores características mecánicas.

El siguiente paso, consiste en agregar un plastificante, que en este caso los autores citados incluyeron la glicerina y el agua entre sus insumos, la glicerina actúa como plastificante y le da la flexibilidad al bioplástico mientras que el agua actúa como solvente facilitando el proceso de polimerización además de poseer también propiedades plastificantes (García, Alma; 2015).

Como se puede observar en la Figura 5, los métodos aplicados por los investigadores en los diversos artículos tratados fueron dos; el de entrecruzamiento y el de sustitución por acetilación, de los cuales 27 de los 30 artículos aplicaron el

método de entrecruzamiento que equivale a un 90% y 3 de sustitución por acetilación que equivale a un 10 %. El método de entrecruzamiento es el más utilizado por cuánto le dan mejores características al bioplástico.

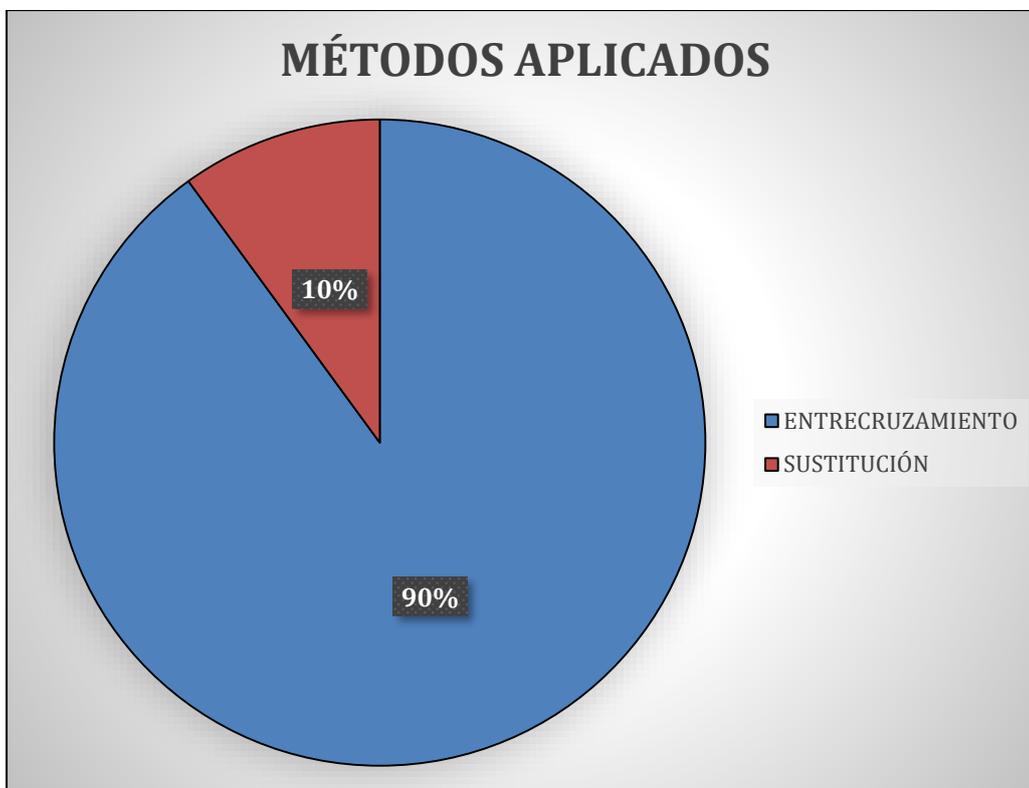


Figura 5. Comparación de los métodos aplicados.

Fuente: Elaboración propia.

Los métodos por entrecruzamiento utilizaron el almidón de plátano, yuca, papa, arroz y otros almidones más. Y el método de sustitución por acetilación el almidón de papa y también utilizaron la mezcla de almidones de oca y espárrago. Cárdenas (2018), Castillo et al (2016) y Azieyanti et al (2020), aplicaron el método de entrecruzamiento utilizando el almidón de plátano. Por otra parte, García (2015), Narváez (2016) y Dawam Akbar (2019), también aplicaron el método de entrecruzamiento para la modificación estructural del almidón para la producción del bioplástico, utilizando el almidón de maíz. Investigadores como Meneses (2014), Trujillo (2014), Marinero et al (2020), Syamani et al (2020), Amri et al (2018), Suryanto et al (2019), Nissa et al (2019) y Dasumiati et al (2019), aplicaron el método de entrecruzamiento, pero con el almidón de yuca, almidón que es más usado con

este método dentro de este grupo de investigadores. Con el almidón de papa aplicaron el método de entrecruzamiento, Cardona et al (2019), Meza Ramos, (2016), Vargas y Medina (2019), Moreno et al (2017) y Meza Quipuzco (2019). También, Ortega (2019), Del Rosario (2020), Puji Rahayu (2019), y otros seis investigadores más utilizaron otros almidones como la paja de arroz, pan de sopa, sagú, almidón de pituca, calabaza amarilla y otros. Dentro de este método el que es más aplicado es la yuca como se describió. Para el método de sustitución por acetilación Holguín (2019), y Martínez et al (2019) utilizaron el almidón de papa y Díaz (2017), utilizó con este método el almidón de oca más espárrago.

**Tabla 4.** *Especies utilizadas según el método*

<b>Método</b>	<b>Especies Utilizadas</b>		<b>Amilosa %</b>	<b>Amilopectina %</b>
<b>Entrecruzamiento</b>	Yuca	8	18	82
	Maíz	3	23	77
	Papa	5	24	76
	Plátano	3	37	63
	Arroz	1	17	83
	Pan de sopa	1	13	87
	Pituca	1	25	75
	Calabaza amarilla	1	15	85
	Janeng	1	10	90
	Sagú	1	22,7	77.3
	Gadung	1	13	87
<b>Sustitución</b>	Oca y Espárrago	1	29	71
	Papa	2	24	76

Fuente: Elaboración propia.

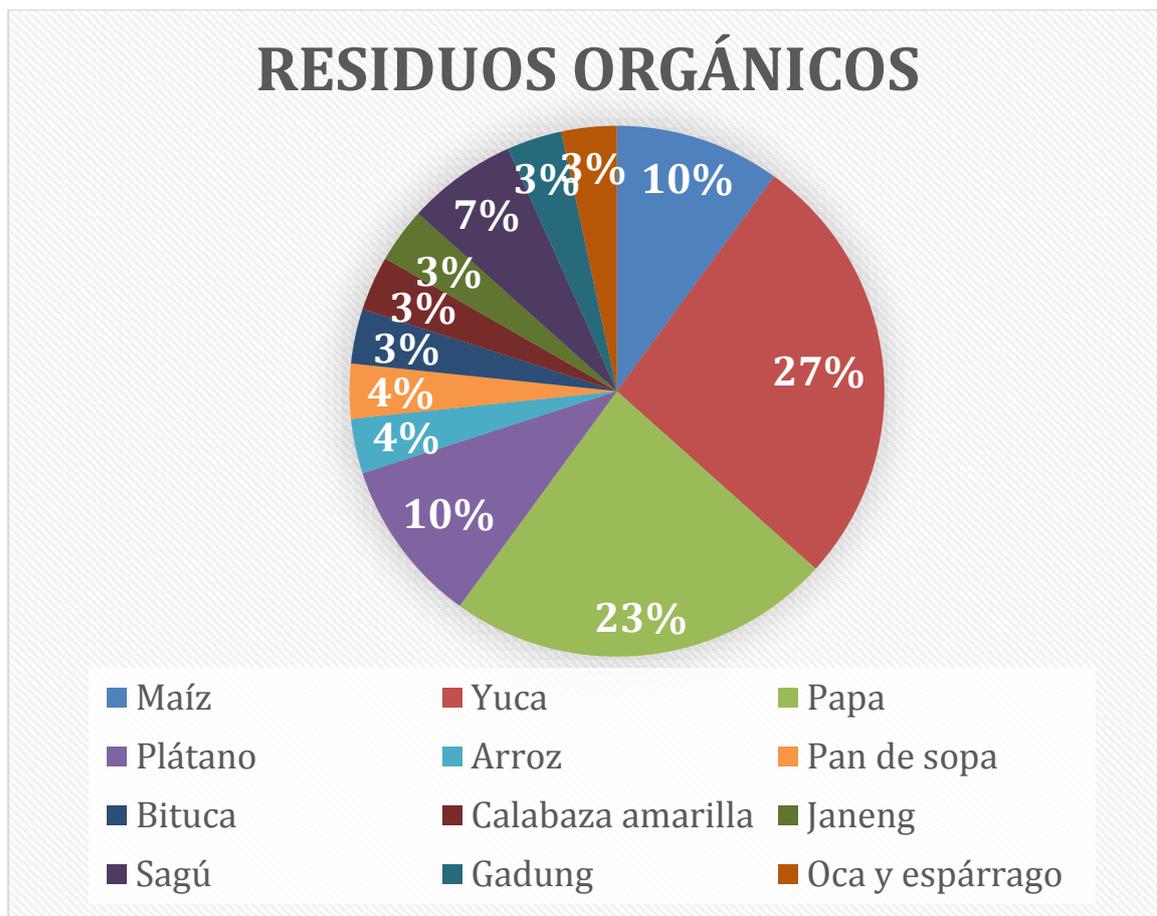


Figura 6. Comparación de especies utilizadas.

Fuente: Elaboración propia.

Según la **Tabla 4** Y *Figura 6*, las especies más utilizadas con el método de entrecruzamiento son de yuca y papa, obteniendo 27% y 23% respectivamente; también para el método de sustitución la especie más utilizada fue de papa por Holguín (2019) y Martínez et al (2019); puesto que se generan mayor cantidad de residuo orgánico de estas especies. Además, estas especies contienen en su almidón dos sustancias como la amilosa y la amilopectina; Las relaciones de amilosa y amilopectina de las especies de yuca es de 18% y 82% y de papa es de 24% y 76% respectivamente. Esto quiere decir que en la papa se encuentra mayor cantidad de amilosa que en la especie de yuca.

En la *Figura 7*, se observa que del 100% de estudios el 97% trabajaron con un pH de 7, y el 3% con un valor de 8. De los 30 artículos solamente el de Meneses (2014), trabajó con un el valor de 8, en cambio los otros 29 investigadores el valor de pH de 7.



*Figura 7.* Parámetro químico pH

Fuente: Elaboración propia.

Meneses 2019. Trabajó con un pH de valor 8, logró mejorar las propiedades mecánicas con un valor de 3.249 Mpa, elasticidad de 1.284 Mpa. Por ende, Holguín(2019), con un pH 7, tiene una similitud, con una resistencia de 3.0Mpa, elasticidad 0,810Mpa; Mientras que Amri et al (2018), con un pH 7, tiene una similitud, con la resistencia de 3.92 Mpa pero supera la elasticidad con un valor de 29.66 Mpa.

Con Respecto a la influencia de la temperatura, según Meneses; 2019, debe ser entre 40 a 60°C, para que se pueda realizar una adecuada gelatinización del almidón. Además, para Amri et al; 2018, la influencia del tiempo, se da en 30 min, siendo el más óptimo en la mezcla para que su porcentaje de degradación del bioplástico de yuca con el aditivo de óxido de grafeno (GO) sea mayor y en pocos días.

**Tabla 5.** Comparación de las propiedades fisicoquímicas, mecánicas y degradación del bioplástico con los PET'S

<b>Método de entrecruzamiento</b>														
N°	Autores y año	Parámetros (Factores que influyen)			Propiedades mecánicas			Degradación						
		pH	T° °C	t (min)	Resistencia	Elasticidad	Elongación	%	tiempo (días)					
1	Castillo, et al / 2016	7	22	30	0.31	106.05	3	33.3	15					
2	García, Alma / 2015		100											
3	Narváez / 2016		70	15										
4	Dawam Akbar / 2019		94.3	3						55,4	22			
5	Trujillo / 2014		60	30						5.22	19.1	28.31	64,21	90
	Marinero, et al / 2020													
7	Syamani, et al / 2020		70	15						10.47	2.09			
8	Dasumiati, et al / 2019		80	40						2.688	94.25			
9	Nissa, et al / 2019			3								29.89	10	
10	Suryanto, et al / 2019		90	35						4,87	19.48			
11	Amri, et al / 2018		75	30						3,92	29.66	13.22	50	8
12	Cardona, et al / 2019		80	15						0.00491	0.98	0.5	71.73	62
13	Meza / 2016		60	30						1.47	19.99	64.21	92	
14	Moreno, et al / 2017		70	30										
15	Vargas, Medina / 2019		60	30										

16	Meza, Quipuzco, et al / 2019		150	13	1.47		19.99	64.21	92
17	Cárdenas / 2018		60	30					
18	Azieyanti, et al / 2020		80	5	0.228	1.53	18.77		
19	Ortega / 2019		60	30					
20	Del Rosario, et al / 2020		80	15					
21	Ginting, et al / 2018		75	30	8.36		22.6		
22	Rahmayani / 2018		75	30	6.787	2.176	13.451	66.66	20
23	Saiful, et al / 2019		70	15	205.45		42,69		
24	Puji Rahayu, et al / 2019		90	45	28,6				
25	Jangong et al / 2019		85	15	68,41			95	28
26	Mairiza, et al / 2018		70	15				11.67	21
27	Meneses, et al / 2014	8	60	8	3.249	1.284			
<b>Método de sustitución</b>									
28	Holguín / 2019	7	70	30	3	0,810	24		
29	Martínez et al / 2019		60		0.5	0.51	20		
30	Díaz / 2017				0.618				
<b>Resultados</b>	Amri, et al / 2018	7	75	30	3.92	29.66	13.22	50	8
<b>PET'S</b>	CONTRERAS / 2014	7	170-300	Instantáneo	18 a 35	1.04	1000		0

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 5**, de los 30 artículos seleccionados, dos trabajos son los más relevantes, donde el método de entrecruzamiento en comparación con el de sustitución, es el mejor por presentar en parámetros fisicoquímicos un pH de 7, en temperatura 75 °C y en tiempo 30 minutos; en propiedades mecánicas tiene como resistencia 3.92 Mpa, elasticidad 29.66 Mpa y elongación 13.22%; y por su degradabilidad en un 50% durante 8 días. (Amri et al; 2018). Este autor presenta en su investigación los valores completos dentro de la reacción química; también propiedades mecánicas y degradación en la producción del bioplástico. Cercano a este autor que con ciertas diferencias está Rahmayani; 2018, presenta en parámetros fisicoquímicos un pH 7 con una temperatura de 75°C, con un tiempo de 30 minutos; en lo relacionado con las propiedades mecánicas tuvo una resistencia de 6.787 Mpa, elasticidad 2.176 Mpa y elongación 13.451 %; y en su degradación con un valor de 66.66% en 20 días.

Las diferencias más relevantes se dan: Rahmayani (2018), obtuvo una resistencia de 6.787 Mpa y Amri et al (2018) obtuvo 3.92 Mpa y con una degradación Rahmayani; 2018, tuvo 66.66% en 20 días y Amri et al; 2018, 50% en 8 días.

Asimismo, los autores que tienen bioplásticos con mejores propiedades mecánicas y degradación en sus estudios de obtención de bioplásticos comparados con los de los tereftalatos de polietileno (PET's) son: por el método de entrecruzamiento están Narváez (2016), Dawam Akbar (2019), Meneses, et al (2014), Trujillo (2014), Syamani, et al (2020), Dasumiati, et al (2019), Amri, et al (2018), Rahmayani (2018), donde Saiful, et al (2019) y Jangong et al (2019), superan las propiedades mecánicas de los PET'S con un valor de resistencia de 205,45Mpa y 68,41Mpa respectivamente cuando los PET's tienen un rango de 18 a 35 Mpa y; por otro lado, el método de sustitución está Holguín(2019), quien tiene las mejores propiedades mecánicas tanto como resistencia 3Mpa, elasticidad 0,810Mpa y elongación 24% en comparación de los demás investigadores del mismo método de sustitución; Además hay una gran diferencia en la propiedad de resistencia obtenida por Holguín(2019) con los PETS; en cambio, en su resultado de elasticidad se asemeja.

## V. CONCLUSIONES

El método de entrecruzamiento, se desarrolla mediante el almidón aplicando un aditivo como el glicerol y/u óxido de grafeno, ya que tienen varios grupos funcionales para unirse con los grupos OH del almidón. Por otro lado, el método de sustitución por acetilación, se trabaja mediante el almidón aplicando ácido acético, que posee un solo grupo funcional, por ende, se obtiene un bioplástico lineal.

Se identificaron los parámetros fisicoquímicos en la modificación estructural del almidón como pH, temperatura y tiempo, de los cuales los pH 7 y 8, son los más óptimos porque influenciaron en las características mecánicas del bioplástico, mientras que la temperatura debe estar en el rango de 60 a 75° C para que se pueda realizar una adecuada gelatinización del almidón y con respecto al tiempo, 30 minutos es el mejor en la mezcla, para que su porcentaje de degradación del bioplástico sea mayor y se degrade en pocos días, usando en la reacción el aditivo de óxido de grafeno (GO) más glicerina en el almidón de yuca, papa, plátano, ya que estos contiene mayor amilosa.

El que aporta las mejores propiedades mecánicas al bioplástico y degradación, es el método de entrecruzamiento aplicando los aditivos de óxido de grafeno con el 15% más glicerol utilizando la especie de yuca porque tuvo los valores mecánicos completos, uno de ellos como es en la elasticidad con un 29.66 Mpa y en su degradación fue el 50% en 8 días superando las características mecánicas del plástico sintético.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda lo siguiente:

1. Aplicar para la producción del bioplástico el método de entrecruzamiento por ser el más usado por los investigadores, con mejores y óptimos resultados.
2. Promover la producción del bioplástico con mejores viabilidades de degradación a fin de evitar el uso de plásticos que contaminan el ambiente y no son muy rápidos en degradarse.
3. Aprovechar los insumos de residuos para la producción de bioplásticos tales como el almidón de diversas especies como de yuca, plátano, papa, ya que estas especies son las que se generan mayor residuo por ser las más utilizadas y porque tienen los mejores porcentajes de amilosa.
4. Se recomienda seguir realizando investigaciones en que los procesos de degradación sean en menos de 8 días y con mayor porcentaje de 50% para que haya un resultado completo facilitando a otras investigaciones.
5. Se recomienda sacar el presupuesto de todos los insumos que se necesitan para la producción del bioplástico a una escala comercial.

## REFERENCIAS

AMRI, Amun & et al. Properties enhancement of cassava starch based bioplastics with addition of graphene oxide. En *Materials Science and Engineering Conference Series* [en línea]. Vol. 345, núm. 1, pág. 012025, 2018. [Fecha de consulta: 16 de junio de 2020]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/345/1/012025/pdf>  
ISSN: 1757-899X

ANDRADY, Anthony L. Microplastics in the marine environment. *Marine pollution bulletin* [en línea]. Vol. 62, no 8, p. 1596-1605, agosto 2011. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X11003055?via%3Dihub>  
ISSN: 0025-326X

ARAUJO, Miguel. Applying critical analysis - main methods, 2012. *Medwave* [en línea]. Feb.; 12(2): e5310. Santiago, Chile, 2012. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Series/MBE03/5310#>  
ISSN: 0717-6384

AZIEYANTI, N. A. & et al. Mechanical and Morphology Studies of Bioplastic-Based Banana Peels. En *Journal of Physics: Conference Series Omnia* [en línea]. IOP Publishing, 2020. p. 032091. [Fecha de consulta: 20 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1529/3/032091/pdf>  
ISSN: 1742-6596

BUSTOS, Claudio & et al. Propiedades, modificaciones y usos de los almidones, con miras a la obtención de películas biodegradables. *Revista de investigación* [en línea]. vol.10, núm 2, pág. 135-152, julio-diciembre 2017.

[Fecha de consulta: 13 de setiembre de 2020]. Disponible en:

<https://doi.org/10.29097/2011-639X.87>

<https://revistas.uamerica.edu.co/index.php/rinv/article/view/87>

ISSN: 2011-639X

BLANCO, Juan & et al. Elaboración de una película plástica biodegradable a partir del almidón de yuca y pectina. Revista clic [en línea]. Vol. 1, núm. 1, pág. 3, 2017. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020]. Disponible en:

<http://www.fitecvirtual.org/ojs-3.0.1/index.php/clic/article/view/252>

ISSN: 2590-4973

BOERGER, Christiana & et al. Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. Marine Pollution Bulletin [en línea]. Vol. 60, núm. 12, pág. 2275-2278, 2010. [Fecha de consulta: 27 de junio de 2020]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X10003814>

ISSN 0025-326X

CÁCERES, Carlos & et al. Registros de plásticos en la ingesta de *Tremarctos ornatus* (Carnívora: Ursidae) y de *Nasuella olivacea* (Carnívora: Procyonidae) en el Parque Nacional Natural Tamá, Colombia [en línea]. Revista mexicana de biodiversidad [en línea]. Vol. 86, núm. 3, pág. 839-842, 2015. [Fecha de consulta: 01 de junio de 2020]. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2015.07.004>

<http://revista.ib.unam.mx/index.php/bio/article/view/1418/1165>

ISSN: 2007-8706

CARDONA, Oscar & et al. Obtención de una película de biopolímero a partir de almidón de papa (*Solanum tuberosum*). Revista científica Ingeniería y Ciencia [en línea]. Vol. 1, núm. 17, 2018. Pág. 32-40. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2020]. Disponible en:

<http://revistasguatemala.usac.gt/index.php/riyc/article/view/986/871>

ISSN: 2411-9296

CÁRDENAS, Marcos. Extracción de almidón a partir de residuos de banano (*Musa paradisiaca*) para la elaboración de un biopolímero. Carrera de ingeniería en biotecnología de los recursos naturales. Tesis (Ingeniero en Biotecnología). Universidad Politécnica Salesiana, 2018 Cuenca, Ecuador. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16241/1/UPS-CT007893.pdf>

CASTILLO, Ruth & et al. Bioplástico a base de la cáscara del plátano. *Revista de Iniciación Científica* [en línea]. Vol. 1, núm 1, pág. 34-37, 2015. [Fecha de consulta: 05 de setiembre de 2020]. Disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/346>  
ISSN: 2413-6786

CONCYTEC. Resolución de Presidencia N° 215-2018-CONCYTEC. Reglamento de Calificación, Clasificación y Registro de los Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - SINACYT. Publicado el 25 de noviembre de 2018. [Fecha de consulta: 27 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/formalizan-la-aprobacion-del-reglamento-de-calificacion-cl-resolucion-n-215-2018-concytec-p-1716352-1>

CONTRERAS CANTEROS, Francisco Eduardo. Estudio del pirólisis catalítico de polietileno en un reactor semi-batch. 2014. Ingeniería química y biotecnología. Tesis (Magister en ciencias de la ingeniería mención química). Universidad de Chile, Santiago, 2014. [Fecha de consulta: 02 de junio de 2020]. Disponible en: [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116264/cfcontreras\\_fc.pdf;jsessionid=D8B59A1501A10A2F55101CCE5DAE23DC?sequence=1](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116264/cfcontreras_fc.pdf;jsessionid=D8B59A1501A10A2F55101CCE5DAE23DC?sequence=1)

CONTRERAS, Oscar & PERILLA, Jairo & ENCISO, Néstor. Revisión de la modificación química del almidón con ácidos orgánicos. *Revista Ingeniería e Investigación* [en línea]. Vol. 28, núm. 3, pág. 47-52, 2008. [Fecha de

consulta: 23 de julio de 2020]. Disponible en:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v23n3/v28n3a06.pdf>  
ISSN: 0120-5609

ABDULLAH, Akbar Hanif Dawam & et al. Fabrication and Characterization of Poly Lactic Acid (PLA)-Starch Based Bioplastic Composites. En *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. IOP Publishing. pág. 012052, 2019. [Fecha de consulta: 18 de junio de 2020]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/553/1/012052>

Decreto Supremo N° 013-2018-MINAM. Aprueba la reducción del plástico de un solo uso y promueve el consumo responsable del plástico en las entidades del Poder Ejecutivo. Presidencia de la República del Perú. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/213071-013-2018-minam>

DEL ROSARIO, Fátima & et al. Preparacion y caracterizacion de bioplastico a partir de almidon del fruto de pan de sopa (*Artocarpus altilis* (S. Park) Fosberg). *AGROProductividad* [en línea]. Vol. 13, núm. 1, pág. 37-43, 2020. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2020].  
Disponible en: <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1569/1264>

DERRAIK, Jose. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine pollution bulletin* [en línea]. Vol. 44, núm 9, pág. 842-852. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X02002205>  
Issn: 0025-326X

DÍAZ SÁNCHEZ, Leonardo. Efecto de la impregnación de almidón acetilado en la absorción de agua de bandejas biodegradables de almidón de oca (*Oxalis*

tuberosa) y fibra de peladilla de espárrago. Ingeniería Agroindustrial. Tesis (Ingeniero agroindustrial). Universidad Nacional de Trujillo, Perú, 2017. [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://www.dspace.unitre.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10085/D%C3%A1Daz%20S%C3%A1nchez%20Leonardo%20Jair.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz [en línea]. Santa Tecla, El Salvador. Editorial Escuela Especializada en Ingeniería ITCA, enero 2015. [Fecha de consulta: 24 de setiembre de 2020]. Disponible en: <https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/2015Obtencion-de-un-polimero-biodegradable.pdf>

ISBN: 978-99961-50-21-0

GINTING, Muhammad & et al. The effect of increasing chitosan on the characteristics of bioplastic from starch talas (*Colocasia esculenta*) using plasticizer sorbitol. IOP Conferences Series: Earth and Environmental Science [en línea]. Vol. 126, 2018. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2020]. Disponible en: doi:10.1088/1755-1315/126/1/012147

LLERENA, José & MONZÓN, Lalo. *Elaboración de un Envase Biodegradable a partir de Almidón Obtenido de Arroz Quebrado (Oryza Sativa), Queratina Obtenida de Residuos Avícolas (Plumas) Fortificado con Residuos de Cáscaras de Mango (Mangifera Indica)*. Ingeniería Biotecnológica. Tesis (Ingeniero biotecnólogo). Universidad Católica de Santa María. Arequipa-Perú, 2017. [Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2020]. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM\\_be8e9564095643e10457c8d21808b941](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_be8e9564095643e10457c8d21808b941)

HASAN, Muhammad & et al. Bioplastic from Chitosan and Yellow Pumpkin Starch with Castor Oil as Plasticizer. En *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. IOP Publishing. pág. 012087, 2018. [Fecha de

consulta: 17 de agosto de 2020]. Disponible en: doi:10.1088/1757-899X/333/1/012087

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto & et al. Metodología de la investigación. McGraw-Hill Interamericana [en línea]. Vol. 4, 6ª ed, 2018. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>  
ISBN: 978-1-4562-2396-0

HOLGUIN, Juan. *Obtención de un bioplástico a partir de almidón de papa*. Ingeniería química. Tesis (Ingeniero químico). Universidad de América. Bogota 2019. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2020]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7388/1/6132181-2019-1-IQ.pdf>

ILES, Alastair & MARTIN, Abigail. Expanding bioplastics production: sustainable business innovation in the chemical industry. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. Vol. 45, pág. 38-49, 2013. [Fecha de consulta: 09 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652612002314>  
ISSN: 0959-6526

JAMBECK, Jenna & et al. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Revista Science* [en línea]. Vol. 347, núm. 6223, pág. 768-771, 2015. [Fecha de consulta: 13 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://sciece.scienciemag.org/CONTENT/347/6223/768.full>  
ISSN: 1095-9203

JANGONG, O. & et al. Fabrication and characterization starch/chitosan reinforced polypropylene as biodegradable. En *Journal of Physics: Conference Series* [en línea]. IOP Publishing, pág. 082022, 2019. [Fecha de consulta: 29 de junio de 2020]. Disponible en: doi:10.1088/1742-6596/1341/8/082022

JANTZ, Lesley & et al. Ingestion of plastic marine debris by longnose lancetfish (*Alepisaurus ferox*) in the North Pacific Ocean. *Marine pollution bulletin* [en línea]. Vol. 69, núm. 1-2, pág. 97-104, 2013. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X13000349>  
ISSN: 0025-326X

LAZAR, Bojan & GRAČAN, Romana. Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the Adriatic Sea. *Marine pollution bulletin* [en línea]. Vol. 62, núm. 1, pág. 43-47, 2011. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002536X10004297>  
ISSN: 0025-326X

LOPEZ, Heriberto. La metodología de la encuesta. *JG cáceres, Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación* [en línea]. p. 33-74, 1998. [Fecha de consulta: 23 de julio de 2020]. Disponible en: [https://biblioteca.marco.edu.mx/files/metodologia\\_encuestas.pdf](https://biblioteca.marco.edu.mx/files/metodologia_encuestas.pdf)

MACARTHUR, Ellen. Beyond plastic waste [en línea]. Editorial. pág. 843, 2017. [Fecha de consulta: 26 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://science.sciencemag.org/content/358/6365/843.abstract>

MAIRIZA, L & et al. The effect of starch-garlic powder ratio on degradation rate of Gadung starch bioplastic. *MS&E* [en línea]. Vol. 334, núm. 1, pág. 012085, 2018. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020]. Disponible en: [doi:10.1088/1757-899X/334/1/012085](https://doi.org/10.1088/1757-899X/334/1/012085).

MARAN, Prakash & et al. Degradation behavior of biocomposites based on cassava starch buried under indoor soil conditions. *Carbohydrate polymers* [en línea]. Vol. 101, pág. 20-28, 2014. [Fecha de consulta: 27 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144861713008643>

ISSN: 0144-8617

MARINERO-ORANTES, Edgar Antonio & et al. Biopolímeros para uso agroindustrial: Alternativa sostenible para la elaboración de una película de almidón termoplástico biodegradable. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático* [en línea]. Vol. 6, núm. 11, pág. 1359-1382, 2020. [Fecha de consulta: 11 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v6i11.9824>

ISSN: 2410-7980

MARTÍNEZ, Patricia & et al. Propiedades físicoquímicas, funcionales y estructurales de almidones nativos y acetilados obtenidos a partir de la papa (*Solanum tuberosum*) variedad 'única'. *Revista de la Sociedad Química del Perú* [en línea]. Vol. 85, núm. 3, pág. 338-351, 2019. [Fecha de consulta: 05 de julio de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.37761/rsqp.v85i3.244>  
<http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810634X2019000300006>

ISSN: 1810-634X

MARTNER, Gonzalo. *Planificación y presupuesto por programas* [en línea]. Siglo xxi, 2004. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2020]. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=UiedefaK9\\_4C&pg=PA29&dq=definici%C3%B3n+de+recursos+humanos+y+presupuestos&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjKqvyDz6\\_qAhWhY98KHSPeDecQ6AEwAXoECAkQAg#v=onepage&q=definici%C3%B3n%20de%20recursos%20humanos%20y%20presupuestos&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=UiedefaK9_4C&pg=PA29&dq=definici%C3%B3n+de+recursos+humanos+y+presupuestos&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjKqvyDz6_qAhWhY98KHSPeDecQ6AEwAXoECAkQAg#v=onepage&q=definici%C3%B3n%20de%20recursos%20humanos%20y%20presupuestos&f=false)

ISBN: 968-23-2708-8

MENESES, Juliana; CORRALES, Catalina María; VALENCIA, Marco. Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. *Revista EIA* [en línea]. Núm 8, pág. 57-67, 2007. [Fecha de consulta: 30 de julio de 2020]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S17941237200000200006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S17941237200000200006)

ISSN 2463-0950

MEZA, Paola & QUIPUZCO, Lawrence & MEZA, Victor. Elaboración de bioplásticos y determinación de su biodegradabilidad-Proyecto de laboratorio. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica Minera, Metalúrgica y Geográfica [en línea]. Vol. 22, núm 43, pág. 67-80, 2019. [Fecha de consulta: 19 de abril de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/iigeo.v22i43.16691>  
ISSN: 1682-3087

MEZA RAMOS, Paola Nathali. Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio. 2016. Facultad de Ciencias. Tesis (Ingeniero Ambiental). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2016. [Fecha de consulta: 22 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2016/Q60-M49T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MISHRA, Manisha; MOHAN, Devendra. Bioremediation of Contaminated Soils: An Overview. En *Adaptive Soil Management: From Theory to Practices* [en línea]. pág. 323-337, 2017, Singapore. [Fecha de consulta: 05 de julio de 2020]. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-3638-5\\_16](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-3638-5_16)

MOORE, Charles James. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. *Environmental research* [en línea]. Vol. 108, núm. 2, pág. 131-139, 2008. [Fecha de consulta: 11 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001393510800159X>  
ISSN: 0013-9351

MORENO-BUSTILLOS, Ángel Issac & et al. Transformación del almidón de papa, mucílago de nopal y sábila en bioplásticos como productos de valor agregado amigables con el ambiente. *Ra Ximhai* [en línea]. Vol. 13, núm. 3, pág. 365-

382, 2017. [Fecha de consulta: 19 de agosto de 2020]. Disponible en:  
<http://www.revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/view/71531/63121>

ISSN: 1665-0441

NARVÁEZ, María & FONSECA, Juan. *Optimización de las propiedades mecánicas de bioplásticos sintetizados a partir de almidón*. Colegio de Ciencias e Ingenierías. Tesis (Ingeniero químico). Universidad San Francisco de Quito, 2016. [Fecha de consulta: 17 de agosto de 2020]. Disponible en:  
<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6299/1/129278.pdf>

NAVIA, DIANA & BEJARANO, NATHALIA. Evaluation of physical properties of thermopressing bioplastics made from cassava flour. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea]. Vol. 12, núm. 2, pág. 40-48, 2014. [Fecha de consulta: 08 de junio de 2020]. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612014000200005)

[35612014000200005](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612014000200005)

ISSN 1692-3561

NISSA, R & et al. Preliminary study of biodegradability of starch-based bioplastics using ASTM G21-70, dip-hanging, and Soil Burial Test methods. En *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea]. IOP Publishing, pág. 012007, 2019. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2020]. Disponible en: doi:10.1088/1755-1315/277/1/012007

OJEDA, Lozano & et al. Generación de residuos sólidos domiciliarios por periodo estacional: el caso de una ciudad mexicana. En I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos [en línea]. Castellón. 2008. [Fecha de consulta: 11 de setiembre de 2020]. Disponible en:  
<http://www.redisa.net/doc/artSim2008/gestion/A26.pdf>

ORTEGA, Mariangela. Elaboración de bioplástico a partir de paja y residuos de granos de arroz. Ingeniería industrial. Tesis pregrado (bachiller). Universidad

Tecnológica del Perú, 2019. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2020].  
Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/2810>

ORTIZ RAMÍREZ, María Alejandra. Evaluación de un bioplástico de almidón de semillas de mango (*Mangifera indica*) con aplicación potencial en envases. Ingeniería Ambiental. Tesis (Ingeniero Ambiental). Universidad el Bosque, Bogotá, Colombia, 2019. [Fecha de consulta: 30 de julio de 2020]. Disponible en:  
[https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2106/Ortiz\\_Ramirez\\_Maria\\_Alejandra\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2106/Ortiz_Ramirez_Maria_Alejandra_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (RAE). Diccionario de la lengua española [en línea]. 23.ª ed., Madrid: España, 2014. Mayo 2020. [Fecha de consulta: 03 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://dle.rae.es/%C3%A1cido>

REDDY, Murali & et al. Biobased plastics and bionanocomposites: Current status and future opportunities. *Progress in polymer science* [en línea]. Vol. 38, núm. 10-11, pág. 1653-1689, 2013. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020].  
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079670013000476>

RUIZ, GLADYS. POLÍMEROS BIODEGRADABLES A PARTIR DEL ALMIDÓN DE YUCA. Ingeniería de procesamiento de alimentos. Tesis (Magister en ingeniería de alimentos). UNIVERSIDAD EAFIT, ICIPC, MEDELLÍN, 2005. [Fecha de consulta: 12 de junio de 2020]. Disponible en:  
<https://core.ac.uk/download/pdf/47250396.pdf>

SAÉZ, Alejandrina & URDANETA, Joheni. Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia* [en línea]. Vol. 20, núm. 3, pp. 121-135, septiembre-diciembre, 2014. [Fecha de consulta: 23 de agosto de 2020]. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>

ISSN: 1315-8856

SAIFUL & et al. Development of bioplastic from wheat Janeng starch for food packaging. En *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. IOP Publishing, p. 012015, 2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2020]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/523/1/012015>

SARIDEWI, N. & et al. Food packaging development of bioplastic from basic waste of cassava peel (manihot utilisima) and shrimp shell. En *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. pág. 012053, 2019. [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2020]. Disponible en: doi:10.1088/1757-899X/602/1/012053  
ISSN: 1757-899X

SILVIANA, Silviana & RAHAYU, Puji. Central Composite Design for Optimization of Starch-Based Bioplastic with Bamboo Microfibrillated Cellulose as Reinforcement Assisted by Potassium Chloride. En *Journal of Physics: Conference Series* [en línea]. IOP Publishing. p. 012073, 2019. [Fecha de consulta: 15 de agosto de 2020]. Disponible en: doi:10.1088/1742-6596/1295/1/012073

SURYANTO, Heru, et al. Influence of carrageenan on the mechanical strength of starch bioplastic formed by extrusion process. En *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. IOP Publishing p. 012075, 2019. [Fecha de consulta: 29 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/494/1/012075/meta>

SYAMANI, F & et al. Characteristics of Bioplastic Made from Cassava Starch Filled with Fibers from Oil Palm Trunk at Various Amount. En *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea]. IOP Publishing, pág.

012035, 2019. [Fecha de consulta: 08 de junio de 2020]. Disponible en:  
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/439/1/012035>

TOMÁS, J & et al. Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, from the Western Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 2002, vol. 44, no 3, p. 211-216. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. Vol. 44, pág. 211-216, 2002. [Fecha de consulta: 09 de agosto de 2020]. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Mateo/publication/11411938\\_Marine\\_debris\\_ingestion\\_in\\_loggerhead\\_sea\\_turtles\\_Caretta\\_caretta\\_from\\_the\\_Western\\_Mediterranean/links/5a37b45daca272a6ec1d307d/Marine-debris-ingestion-in-loggerhead-sea-turtles-Caretta-caretta-from-the-Western-Mediterranean.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Mateo/publication/11411938_Marine_debris_ingestion_in_loggerhead_sea_turtles_Caretta_caretta_from_the_Western_Mediterranean/links/5a37b45daca272a6ec1d307d/Marine-debris-ingestion-in-loggerhead-sea-turtles-Caretta-caretta-from-the-Western-Mediterranean.pdf)

TRUJILLO, Cinthya. Obtención de películas biodegradables a partir de almidón de yuca (manihot esculenta crantz) doblemente modificado para uso en empaque de alimentos. Escuela académica profesional de ingeniería agroindustrial. Tesis (ingeniero agroindustrial). Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado, 2014. [Fecha de consulta: 16 de julio de 2020]. Disponible en:  
<http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/65/004-2-1%20013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TUPA, Maribel. *Desarrollo de una metodología sostenible de síntesis de almidones acetilados*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Tesis (Magister en Bromatología y Tecnología). Universidad de Buenos Aires, 2015. [Fecha de consulta: 03 de junio de 2020]. Disponible en:  
[https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n5826\\_TupaValencia.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n5826_TupaValencia.pdf)

MORENO, Paola & VARGAS, Oscar. Influence of plasticizer type on bioplastics development, from potato (*Solanum tuberosum*), starch. *Bistua revista de la facultad de ciencias basicas* [en línea]. Vol. 17, núm. 2, pág. 239-248, 2019.

[Fecha de consulta: 11 de agosto de 2020]. Disponible en:  
<https://core.ac.uk/download/pdf/230757283.pdf>

VARGAS, G & et al. Propiedades funcionales de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y su modificación química por acetilación. *Scientia Agropecuaria* [en línea]. Vol. 7, pág. 223-230, 2016. [Fecha de consulta: 01 de junio de 2020]. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid==S2077-99172016000400009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid==S2077-99172016000400009&script=sci_arttext)

VARGAS, Guino. Síntesis y caracterización de un almidón modificado de papa (*Solanum tuberosum*). (var. Única) para su aplicación en un helado soft. Facultad de industrias alimentarias. Tesis (Ingeniero en industrias alimentarias). Universidad Agraria La Molina, Lima-Perú. [Fecha de consulta: 22 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2179/Q02-V373-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VIDALI, Mn. Bioremediation. an overview. *Pure and applied chemistry* [en línea]. Vol. 73, núm. 7, pág. 1163-1172, 2001. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2020]. Disponible en:  
<https://www.degruyter.com/view/journals/pac/73/7/article-p1163.xml>

VILLADA, Héctor & et al. Investigación de almidones termoplásticos, precursores de productos biodegradables. *Información tecnológica* [en línea]. Vol. 19, núm. 2, pág. 3-14, 2008. [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v19n2/art02.pdf>

XIE, Fengwei & et al. Starch-based Nano-biocomposites. *Progress in Polymer Science* [en línea]. Vol. 38, núm. 10-11, pág. 1590-1628, 2013. [Fecha de consulta: 07 de setiembre de 2020]. Disponible en:  
<http://wrap.warwick.ac.uk/114620>

ISSN: 0079-6700

## ANEXOS

### Ficha de recolección de datos

N° DE ARTÍCULOS	FUENTE DE INFORMACIÓN INDEXADA	IDIOMA	LUGAR	AÑO DE PUBLICACIÓN	REFERENCIA	TÍTULO	Palabras claves	Key words	MÉTODO DE MODIFICACIÓN QUÍMICA	FACTORES QUE INFLUYEN	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
1	GOOGLE ACADÉMICO	Español	Salvador	Enero, 2015	García Q, Alma. Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz. 2015. San Salvador, El Salvador: Editorial Escuela Especializada en Ingeniería ITCA. ISBN: 978-99961-50-21-0. Recuperado de: <a href="https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/2015-Obtencion-de-un-polimero-biodegradable.pdf">https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/2015-Obtencion-de-un-polimero-biodegradable.pdf</a>	Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz, el cual se realizará dos prototipos de material de empaque: película y bandeja a nivel laboratorio.	Polímeros vegetales, Biopolímeros, plásticos, aspectos ambientales.	no tiene	Entrecruzamiento	T° (100° C), P(1 atm) pH(7.0), T(120 min)	La prueba llamada fórmula 5; presentó características físicas que evidencian su degradación sin ser sometida a condiciones de compostaje, se almacenó a condiciones ambientales durante 3 meses (27.1°C y 82% humedad relativa),	Concluye que se utilizó agua destilada, ácido acético 3% V/V, Glicerina y el almidón de maíz para hacer las láminas del bioplástico, puesto que sus propiedades mecánicas como resistencia fueron de 0.31 MPa y 0.25 MPa respectivamente a los prototipos N°4 y N°5, ambos casos no cumplen con	Recomienda Seguir con la investigación hasta que el biopolímero se degrade a 100 % y determinar el tiempo tardado.

---

por otro lado, el porcentaje de degradación fue mayor en 15 días, cuando se debió efectuar e las mediciones en 45 días según la norma ASTM D-6400. Los prototipos n° 4 y n°5 tuvieron una resistencia de 0.31 MPa y 0.25 MPa respectivamente, puesto que no cumplen la norma ASTM D 638 para plásticos ya que deben estar entre 14 a 140 MPa.	los valores de la norma ASTM D 638 para plásticos siendo de 14 a 140 MPa.
---	---

---

													La temperatura a la que debe trabajarse la mezcla de los reactivos oscila entre 45°C y 60°C, el cual se realiza una adecuada gelatinización del almidón. La homogeneidad de las placas fabricadas en la prensa de vulcanización depende de alcanzar una relación tiempo/temperatura adecuada, A una alta t° (por encima de los 90°C) el polímero se degrada perdiendo sus propiedades mientras que a una baja t° (menor de 60 °C) los gránulos no se funden en su	No tiene
2	SCIELO	Español	Colombia	Diciembre, 2007	Meneses, J., Corrales, C. M., & Valencia, M. Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca.2007. Revista EIA, (8), 57-67. Recuperado de <a href="http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-12372007000200006&amp;script=sci_arttext&amp;tlng=pt">http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-12372007000200006&amp;script=sci_arttext&amp;tlng=pt</a>	Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca	Diseño de experimentos; polímero biodegradable; almidón de yuca; amilopectina; amilosa.	Experiment design; biodegradable polymer; manioc starch; amylopectin; amylose.	Entrecruzamiento	T° (60 - 90°C), P(98.7 atm), pH(8.0), T(8min)	Almíyuca 2, producto de la mezcla 7 con una resistencia a la tracción de 3.249 Mpa, módulo de elasticidad de 1.284 Mpa, dureza de 59.9 Shore A y densidad de 1.05 g/cm3	El material que presenta las mejores propiedades es el que proviene de Almíyuca 2, producto de la mezcla 7 con una resistencia a la tracción de 3.249 Mpa, módulo de elasticidad de 1.284 Mpa, dureza de 59.9 Shore A y densidad de 1.05 g/cm3		

---

totalidad y la placa resultante es heterogénea y con gran cantidad de zonas de falla. Luego de la medición de las propiedades del polímero obtenido a partir del almidón de yuca, se concluye que es viable realizar un producto que no requiera una resistencia a la atracción muy alta y no debe estar expuesto al agua ni a unas condiciones de humedad elevadas, para tratar de sustituir un producto cuya generación de residuos es masiva, con el fin de tratar de solucionar la no

---



---

mezcla. la cantidad de almidón y glicerina es de 4:1 con una concentración de glicerina al 35%, pH de 5 y pH de 7 para obtener una lámina sólida, la temperatura óptima es de 70°C y su tiempo de agitación es de 15 min; El mayor valor es demostrado por el bioplástico con cantidad de glicerina de 15% y pH 7, con una elasticidad de 106.05 MPa. Son comparables con el plástico.

---

4	GOOGLE ACADÉMICO	Español	Colombia	13-feb-19	Holguín Cardona, J.S. (2019). Obtención de un bioplástico a partir de almidón de papa. Tesis pregrado. Bogotá. Fundación Universidad de América. Recuperado de: <a href="https://repository.uamERICA.edu.co/bitstream/20.500.11839/7388/1/6132181-2019-1-IQ.pdf">https://repository.uamERICA.edu.co/bitstream/20.500.11839/7388/1/6132181-2019-1-IQ.pdf</a>	Obtención de un bioplástico a partir de almidón de papa	Almidón, papa, bioplástico, acetilación, equipos	Starch, potato, bioplastic, acetylation, equipment	Sustitución por acetilación	T° (70°C), P(1 atm), pH(7.0), T(30min)	Resistencia (3.0Mpa), Elasticidad (0,810Mpa), Elongación (24%),	Concluyó que el almidón modificado tiene un grado de sustitución medio alto, por tanto, es apto para la producción de plásticos. Además, en el porcentaje de elongación es de 24% y en la resistencia a la tensión entre el 300 y 500%.	Recomienda proponer la investigación teniendo en cuenta la biodegradabilidad y compostabilidad del material ceñidos a los métodos y normas vigentes.
---	------------------	---------	----------	-----------	---	---	--	--	-----------------------------	--	---	---	--

5	GOOGLE ACADÉMICO	Español	Ecuador	octubre, 2018	Cárdenas, Marcos. (2018). Extracción de almidón a partir de residuos de banano (Musa Paradisiaca) para la elaboración de un biopolímero. Tesis pregrado. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Cuenca – Ecuador. Recuperado de: <a href="https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16241/1/UPS-CT007893.pdf">https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16241/1/UPS-CT007893.pdf</a>	Extracción de almidón a partir de residuos de banano (Musa Paradisiaca) para la elaboración de un biopolímero	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (60°C), P(1 atm), pH(7.0), T(30min)	No específica	Concluyó que se ha utilizado dos procesos tanto Húmedo y seco, los cuales se determinaron valores de 22.3% y de 42.63% respectivamente, recalando que el proceso en seco, es más favorable para la dosificación del biopolímero, puesto que el % de humedad debe encontrarse en un intervalo de 7 y 7.5%.	Realizar un análisis termogravimétrico y pruebas mecánicas a los biopolímeros modificados para obtener un mejor conocimiento sobre su comportamiento en las diferentes pruebas como son dureza, elongación, fricción, resistencia a la tracción,
---	------------------	---------	---------	---------------	--	---	----------	----------	------------------	--	---------------	---	--

deformación plástica y elástica.

---

6	GOOGLE ACADÉMICO	Español	Perú	2019	Ortega Cahui, M. B. (2019). Elaboración de bioplástico a partir de paja y residuos de granos de arroz. Recuperado de: <a href="http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/2810">http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/2810</a>	Elaboración de bioplástico a partir de paja y residuos de granos de arroz	Paja de arroz, celulosa, almidón, hidrólisis básica, bioplástico.	Rice straw, cellulose, starch, basic hydrolysis, bioplastic.	Entrecruzamiento	T° (60°C), P(1atm), pH(7), T(30min)	No específica	Concluyó que para la elaboración del bioplástico se realizaron 02 formulaciones con proporciones distintas de almidón y celulosa, las cuales se mezclaron con ácido acético, glicerina y agua.	Recomienda realizar las pruebas de elasticidad, resistencia a la tracción, dureza y densidad para la caracterización del bioplástico.
---	------------------	---------	------	------	---	---	---	--	------------------	-------------------------------------	---------------	--	---

---

																						Tambi én se debe realiza r los estudi os de biodeg radabil idad del bioplá stico.
7	GOOGL E ACADÉ MICO	Españ ol	Perú	2016	MEZA RAMOS, Paola Nathali. Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio. 2016. Recuperado de <a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2016">http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2016</a>	Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio.	Bioplástico, residuos, papa, ISO 17556, biodegradaci ón.	Bioplasti c, waste, potato, ISO 17556, degradat ion.	Entrecruzamient o	T° (60°C) , pH(7. 0), T(30m in)	Resistenci a(1.47 Mpa), elongació n( 19.99%), El bioplástic o presenta un alto nivel de biodegrad ación un valor de 64.21% en 92 días.	Concluyó que la metodología para elaborar el bioplástico más resistente está compuesto por 5 ml de glicerina, 3 ml de ácido acético, 10 g de almidón, 60 ml de agua destilada y se elabora a 150°C. El comportami ento mecánico del bioplástico se vio más afectado por la variación de ácido acético que por la variación de glicerol. Las	Si bien el bioplá stico elabor ado presen ta un alto porcen taje de biodeg radaci ón, sus propie dades mecán icas son bajas con respec to a otras investi gacion es, estas puede n ser mejora das									

<p>pruebas de tracción y elongación indicaron un esfuerzo de máximo de 1.47 MPa y 19.99% respectivamente; además el ensayo de espectrofotometría mostró la formación de enlaces característicos de los bioplásticos. el bioplástico elaborado presenta un alto nivel de biodegradación alcanzando un valor de 64.21% en 92 días.</p>	<p>dependiendo del uso que se le quiera dar al bioplástico. Los films pueden ser utilizados para la elaboración de bioplástico que reemplacen a los polietilenos de baja densidad cuya vida útil es de sólo algunos minutos, por ejemplo bolsas para recoger</p>
--	--

---

r  
excret  
as de  
masco  
tas.

---

8	GOOGLE ACADÉMICO	Español	Perú	2017	DÍAZ SANCHEZ, Leonardo Jair. Efecto de la impregnación de almidón acetilado en la absorción de agua de bandejas biodegradables de almidón de oca ( <i>Oxalis tuberosa</i> ) y fibra de peladilla de espárrago. 2017. Recuperado de: <a href="http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10085/D%3%adaz%20S%3%a1nchez%20Leonardo%20Jair.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10085/D%3%adaz%20S%3%a1nchez%20Leonardo%20Jair.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	Efecto de la impregnación de almidón acetilado en la absorción de agua de bandejas biodegradables de almidón de oca ( <i>Oxalis tuberosa</i> ) y fibra de peladilla de espárrago	modificación química, absorción de agua, bandejas biodegradables, acetato de almidón	chemical modification, water absorption, biodegradable trays, starch acetate	Sustitución por acetilación	T° (60°C), Ph(7), T(30min)	Las propiedades mecánicas mejoraron con resultados de esfuerzos de tracción de 0.618 MPa, siendo mayor a los 0,399 MPa de la muestra control.	Concluye que la humedad más baja fue de 9.74%, mientras que la capacidad de absorción de agua se redujo hasta 47.528% siendo también menor que la muestra control. Finalmente, las propiedades mecánicas mejoraron con resultados de esfuerzos de tracción de 0.618 MPa, siendo mayor a los 0,399 MPa de la muestra control.	Recomienda que las bandejas desarrolladas en este estudio podrían ser una alternativa para el envasado de alimentos, reduciendo el uso de materiales derivados del petróleo.
---	------------------	---------	------	------	---	--	--	--	-----------------------------	----------------------------	---	--	--

9	SCIELO	Español	Perú	2019	<p>Martínez, Patricia, Peña, Fiorela, Gómez, Yelena, Vargas, Guino, &amp; Velezmore, Carmen. (2019). Propiedades fisiquímicas, funcionales y estructurales de almidones nativos y acetilados obtenidos a partir de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) var. 'única'. Revista de la Sociedad Química del Perú, 85(3), 338-351. Recuperado en 16 de mayo de 2020, de <a href="http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1810-634X2019000300006&amp;lng=es&amp;tlng=es">http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1810-634X2019000300006&amp;lng=es&amp;tlng=es</a>.</p>	<p>Propiedades fisiquímicas, funcionales y estructurales de almidones nativos y acetilados obtenidos a partir de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>)</p>	<p>almidón acetilado, amilosa, poder de hinchamiento, gelatinización, FT-IR.</p>	<p>acetylated starch, amylose, swelling power, gelatinization, FT-IR</p>	<p>Sustitución por acetilación</p>	<p>T° (60 - 70°C), pH(8.5), T(30min)</p>	<p>Resistencia 0.500 Mpa, Elasticidad 0.510 Mpa, elongación 20%, degradación 68 % en 92 días.</p>	<p>Concluyó que La acetilación produjo una disminución en la viscosidad máxima durante la formación de la lámina y este efecto fue mayor en los almidones acetilados con mayor porcentaje de grupos acetilos, donde los almidones acetilados obtuvieron menores temperaturas, por otro lado la Solubilidad y capacidad de absorción de agua aumentaron según el grado de sustitución de los grupos hidroxilos.</p>	<p>No tiene</p>
---	--------	---------	------	------	--	---	--	--	------------------------------------	--	---	--	-----------------

10	GOOGLE ACADÉMICO	Español	Perú	2014	Trujillo, Cinthya. T. (2014). Obtención de películas biodegradables a partir de almidón de yuca (manihot esculenta crantz) doblemente modificado para uso en empaque de alimentos. Tesis pregrado. Universidad Nacional amazónica de Madre de Dios. Puerto Maldonado – Perú. Recuperado de: <a href="http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/65/004-2-1-013.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/65/004-2-1-013.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	Obtención de películas biodegradables a partir de almidón de yuca (manihot esculenta crantz) doblemente modificado para uso en empaque de alimentos	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (60°C), pH(7), T(30min)	Resistencia de 5.22 Mpa, elasticidad de 19.10 Mpa, elongación de 28.31%	Concluyó que a muestra 19 tiene los mejores valores óptimos como: humedad de 14.84%, solubilidad de 20.54%, espesor de 0.11 mm, permeabilidad de vapor de agua (PVA) de 0.03g.mm/h.m2. KPa, opacidad de 3.24%, tensión en la ruptura de 5.22MPa, deformación en la ruptura de 28.31% y módulo de elasticidad de 19.10MPa.	Estudiar el efecto reológico de las soluciones de las películas biodegradables. Evaluar el tiempo de vida útil de las películas biodegradables en diversas condiciones de humedad relativa, por análisis dinámico y difracción de rayos x.
----	------------------	---------	------	------	---	---	----------	----------	------------------	----------------------------	---	---	--

11	EBSCO	Español	México	2020	<p>DEL ROSARIO MADRIGAL-HERNÁNDEZ, Fátima, et al. Preparación y caracterización de bioplástico a partir de almidón del fruto de pan de sopa (<i>Artocarpus altilis</i> (S. Park) Fosberg). <i>AGROProductividad</i>, 2020, vol. 13, no 1, p. 37-43. Recuperado de: <a href="http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1569/1264">http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1569/1264</a></p>	<p>Preparación y caracterización de bioplástico a partir de almidón del fruto de pan de sopa (<i>Artocarpus altilis</i> (S. Park) Fosberg). <i>AGROProductividad</i></p>	<p>Pan de sopa, almidón, bioplástico, caracterización</p>	<p>Breadfruit, starch, bioplástico, estructura   caracterización.</p>	<p>Entrecruzamiento</p>	<p>T° (80°C), pH(7), T(15min)</p>	<p>no tiene</p>	<p>Se aisló almidón del fruto pan de sopa y se caracterizó con técnicas de infraespectro y SEM - EDX. Se obtuvo un material bioplástico mediante el almidón, aplicando glicerol y agua con una proporción (1:10, almidón : agua), genera un material con las mejores características de termoplástico.</p>	<p>No tiene</p>
12	EBSCO	Español	Guatemala	2019	<p>CARDONA, Oscar, et al. Obtención de una película de biopolímero a partir de almidón de papa (<i>Solanum tuberosum</i>). <i>Revista científica Ingeniería y Ciencia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar</i>, 2019, vol. 1, no 17. Recuperado de: <a href="http://revistasguatemala.usac.edu.gt/index.php">http://revistasguatemala.usac.edu.gt/index.php</a></p>	<p>Obtención de una película biopolímero a partir de almidón de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)</p>	<p>Bioplástico, biodegradabilidad, compostabilidad.</p>	<p>Bioplástico, Biodegradabilidad, Compostabilidad</p>	<p>Entrecruzamiento</p>	<p>T° (80°C), pH(7), T(15min)</p>	<p>Resistencia (4910 N / m<sup>2</sup> ± 616 N / m<sup>2</sup>), Elasticidad (9.80 x 10<sup>5</sup> N / m<sup>2</sup> ± 2.60 x 10<sup>5</sup> N / m<sup>2</sup>), Elongación (5.00 x 10<sup>-3</sup> N / m<sup>2</sup> ± 3.00 x 10<sup>-3</sup> N / m<sup>2</sup>)</p>	<p>La formulación (12% almidón de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)) presenta las características adecuadas para una aplicación de envase en la industria. La</p>	<p>No tiene</p>

10]  $\sim 3 \text{ N}$  / m<sup>2</sup> ),  
Degradación  
(71.73%  
en 62  
días  
según  
norma  
ISO  
14855 y  
ASTM  
D6400)

formulación  
(25%  
almidón de  
papa  
(*Solanum  
tuberosum*))  
se degradó  
en un mayor  
porcentaje  
de 71.73%  
debido al  
mayor  
porcentaje  
de materia  
orgánica. Se  
midió el  
porcentaje  
de  
biodegradab  
ilidad en un  
lapso de 62  
días para  
establecer si  
dicho  
producto se  
considera  
biodegradab  
le y  
compostable  
según la  
norma ISO  
14855 y  
ASTM  
D6400.

13	DOAJ	Español	México	Julio - Diciembre 2017	<p>MORENO-BUSTILLOS, Ángel Issac, et al. Transformación del almidón de papa, mucílago de nopal y sábila en bioplásticos como productos de valor agregado amigables con el ambiente. Ra Ximhai, 2017, vol. 13, no 3, p. 365-382. Recuperado de: <a href="http://www.revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/view/71531/631">http://www.revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/view/71531/631</a></p> <p>21</p>	Transformación del almidón de papa, Mucílago de Nopal y Sábila en bioplásticos como productos de valor agregado amigables con el ambiente.	Polímeros sintéticos, polímeros naturales, pruebas de pureza, calidad.	Synthetic polymers, Natural polymers, Purity tests, Quality.	Entrecruzamiento	T° (70°C), pH(7), T(30min)	No tiene	<p>El rendimiento obtenido de almidón de papa y mucílago de nopal es similar a lo descrito por algunos autores anteriormente mencionados, cuyo resultado está entre 17% y 3% respectivamente, sin embargo, El rendimiento del mucílago de sábila fue mayor a las investigaciones consultadas (2%), esto podría deberse a la edad de las hojas utilizadas. A una mayor cantidad de almidón el bioplástico tiende a fragmentarse, esto es por las propiedades de la amilosa y</p>	No tiene
----	------	---------	--------	------------------------	--	--	--	--	------------------	----------------------------	----------	---	----------

												amilopectina, por lo que es necesario añadirle más plastificante para evitar esta característica y que sea más flexible el bioplástico obtenida.	
14	EBSCO	Español	Panamá	jul-16	Castillo, et al.; Bioplástico a base de la cáscara del plátano. Revista de Iniciación Científica, 2016. Recuperado de: <a href="https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/346">https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/346</a>	Bioplástico a base de la cáscara del plátano	Bioplástico, cáscara de plátano, alidón.	Bioplástico, banana peel, starch.	Entrecruzamiento	T° (22°C), pH(7), T(30min)	No tiene	El bioplástico obtenido presentó propiedades físicas, químicas y ecológicas adecuadas. De todos los métodos para fabricación de bioplásticos probados en este proyecto logró sobresalir el que se realizó a base de vinagre y glicerina, ya que se observó que presentaba buenas propiedades mecánicas, como lo son la flexibilidad	No tiene

---

y la  
resistencia,  
se hicieron  
pruebas  
manualment  
e.

Uno de los  
factores que  
pudo llegar  
a afectar  
negativamen  
te el

bioplástico  
resultante  
fue la  
temperatura  
de secado,  
ya que no se  
disponía

de un horno,  
por lo cual el  
secado se  
realizó a  
temperatura

ambiente y  
debido a los  
cambios  
térmicos el  
bioplástico  
resultó

corrugado.  
Para evitar  
esto, el  
secado debe  
ser realizado  
a una  
temperatura  
constante.

---

15	IOP Publishing	Inglés	Indonesia	2018	Ginting et al (2018). El efecto de incrementar el quitosano sobre las características del bioplástico de talas de almidón ( <i>Colocasia esculenta</i> ) usando plastificante sorbitol. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 126 (2018) 012147. Recuperado de: doi:10.1088/1755-1315/126/1/012147	The effect of increasing chitosan on the characteristics of bioplastic from starch talas ( <i>Colocasia esculenta</i> ) using plasticizer sorbitol. (El efecto de incrementar el quitosano sobre las características del bioplástico de talas de almidón ( <i>Colocasia esculenta</i> ) usando plastificante sorbitol).	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (75°C), pH(7), T(30min)	Resistencia (8.36 Mpa), Elongación o alargamiento de ruptura (22.6 %)	La adición de quitosano y sorbitol tuvo un efecto en la resistencia a la tracción y el alargamiento o a la rotura, el más alto de 8,36 MPa y 22,06% en la composición del almidón 30%, 2,5 w/v quitosano y sorbitol 30% w/w.	No tiene
16	EBSCO	Español	El Salvador	julio, 2020	MARINERO-ORANTES, Edgar Antonio, et al. Biopolímeros para uso agroindustrial: Alternativa sostenible para la elaboración de una película de almidón termoplástico biodegradable. Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático, 2020, vol. 6, no 11, p. 1359-1382. Recuperado de: <a href="https://doi.org/10.5377/ribcc.v6i11.9824">https://doi.org/10.5377/ribcc.v6i11.9824</a>	Biopolímeros para uso agroindustrial: Alternativa sostenible para la elaboración de una película de almidón termoplástico biodegradable	Biopolímero; Bioplástico; Biodegradabilidad; Bioeconomía; Biocompuesto	Biopolymer; Bioplastic; Biodegradability; Bioeconomy; Biocomposite	Entrecruzamiento	T° (60°C), pH(7), T(30 min)	Al utilizar la metodología ISO 17556-AENOR 2013, para la evaluación de biodegradabilidad sometiendo bioplástico, celulosa y polietileno de baja densidad a un medio de composta je por 3 meses con 6	La alta descomposición exhibida en los prototipos de almidón termoplástico y la presencia de microorganismos degradadores tales como ácaros, comprueban que el almidón es un material biodegradable y por su abundancia es considerado una materia prima	No tiene

									meses de degradación previo, registrando una biodegradabilidad de 64,21%, 63.51% y 6.95% respectivamente.	renovable. Por lo cual es necesario profundizar con cultivos ricos en almidón.			
17	EBSCO	Español	Colombia	enero, 2019	VARGAS MORENO, Paola Andrea; MEDINA VARGAS, Oscar Julio. Influencia del tipo de plastificante en la elaboración de bioplásticos, a partir de almidón de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ). <i>Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas</i> , 2019, vol. 17, no 2. Recuperado de: <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/230757283.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/230757283.pdf</a>	Influencia del tipo de plastificante en la elaboración de bioplásticos, a partir de almidón de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> )	Amilosa, Amilopectina, Bioplástico, Espectroscopia infrarroja (IR), Difracción de Rayos X.	Amylose, amylopectin, bioplástico, Infrared spectroscopy (IR), X-ray diffraction.	Entrecruzamiento	T° (60°C), pH(7), T(1440 min)	No tiene	Los difractogramas de cada una de los almidones estudiados, muestran grados de cristalinidad diferentes, dependiendo de la relación de amilosa/amilopectina, de acuerdo con la variedad de papa de la cual provengan.	No tiene

18	IOP Publishing	Inglés	Indonesia	2018	Hasan Rahmayani y Munandar. Bioplastic from Chitosan and Yellow Pumpkin Starch with Castor Oil as Plasticizer. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 333 (2018) 012087 Recuperado de: doi:10.1088/1757-899X/333/1/012087	Bioplastic from Chitosan and Yellow Pumpkin Starch with Castor Oil as Plasticizer. (Bioplástico de quitosano y almidón de calabaza amarilla con Aceite de ricino como plastificante)	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (75°C), pH(7), T( 30 min)	Resistencia óptima de tracción se obtuvo en la composición 40/60 (Quitina o quitosano /almidón de calabaza amarillo) de 6.787 ± 0.274 Mpa, La mejor elasticidad son composiciones de 50/50 ( Chitosan o quitina / almidón ) de 2.176 MPa, elongación de 13.451% ± 3.709 % y su biodegradabilidad en medio de cultivo de <i>pseudomonas aeruginosa</i> fue de 66.66 % en 20 días, cuando	Los bioplásticos de la calabaza amarilla y el quitosán han sido sintetizados con éxito por la vía de la polimerización y se pueden imprimir en forma de películas delgadas. La película resultante tiene una característica biodegradable durante 20 días de incubación en el medio de <i>pseudomonas aeruginosa</i> . Las propiedades mecánicas de los bioplásticos están muy determinadas por la composición del almidón y el quitosano, donde mayor es el contenido de	No tiene
----	----------------	--------	-----------	------	---	--	----------	----------	------------------	------------------------------	---	---	----------

---

su biodegradabilidad total debió ser en 30 días.	quitosano, mayor es el valor de la resistencia a la tracción y el módulo de los jóvenes. La capacidad de adsorción de disolvente de agua, ácido clorhídrico e hidróxido de sodio es mayor con el aumento del contenido de almidón en la composición del plástico.
--	--

---

19	IOP Publishing	Inglés	Indonesia	2020	Syamani et al. Characteristics of Bioplastic Made from Cassava Starch Filled with Fibers from Oil Palm Trunk at Various Amount. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 439 (2020) 012035 Recuperado de: doi:10.1088/1755-1315/439/1/012035	Characteristics of Bioplastic Made from Cassava Starch Filled with Fibers from Oil Palm Trunk at Various Amount ( Características del bioplástico elaborado con almidón de yuca relleno con Fibras de Tronco de Palma de Aceite en Varias Cantidades).	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (70°C), pH(7), T( 15 min)	Resistencia 10.47-22.37 N/mm2, Elongación de 0,70 % y 2.09%	La resistencia a la tracción del bioplástico con adición de celulosa del tronco de la palma con 1% aceitera OPT fue de 10,47-22,37 N / mm2, esto demuestra que los bioplásticos son capaces de competir con la resistencia a la tracción de los polímeros sintéticos LDPE (polietileno de baja densidad) que está entre 8-12 N / mm2. La	No tiene
----	----------------	--------	-----------	------	---	--	----------	----------	------------------	------------------------------	---	--	----------

---

temperatura de la descomposición del bioplástico hecho de almidón de yuca modificado 1% de celulosa OPT fue mayor y más estable que la del bioplástico con 1% de pulpa OPT. La elongación es la elasticidad de un material cuando se tira de él para romperlo. La glicerina se utiliza como plastificante para que el plástico sea más elástico. Según los datos obtenidos, la adición de pulpa OPT o celulosa no tuvo un efecto significativo en la elongación

---

del bioplástico. Los porcentajes de alargamiento o obtenidos oscilaban entre el 0,70 y el 2,09% (Figura 4). Este resultado muestra que hasta un 3% de adición de fibra, no ha alcanzado un nivel que pueda interferir en la movilidad de la cadena de polímeros [17]. La elongación de los bioplásticos en este estudio fue menor que la del polímero sintético LDPE (600-650%).

20	Inglés	Indonesia	2019	Saiful et al. Desarrollo de bioplástico a partir	Development of bioplastic from wheat	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (70 -	Resistencia 205.45	El almidón de Janeng	No tiene
----	--------	-----------	------	--	--------------------------------------	----------	----------	------------------	----------	--------------------	----------------------	----------

---

de almidón Janeng (*Dioscorea hispida*) de trigo para envasado de alimentos. (2019) Recuperado de: doi:10.1088/1757-899X/523/1/012015

Janeng (*Dioscorea hispida*) starch for food packaging (Desarrollo de bioplástico a partir de almidón Janeng de trigo para envasado de alimentos)

75°C),  
pH(7),  
T(  
15min  
)

Mpa,  
Elongación de  
42,69%

se obtiene del aislamiento del tubérculo janeng se ha utilizado para la fabricación de bioplásticos. Los bioplásticos pueden fabricarse mediante el método de inversión de fase por secado y evaporación de solución de impresión solvente a temperatura ambiente. Los bioplásticos están hechos de una mezcla de almidón y El glicerol proporciona una película transparente , el valor de la resistencia a la tracción y una alta elongación. Los bioplásticos tienen un alto valor de

---

la prueba de tracción es igual a 20,95 kgf / mm<sup>2</sup> y la elongación de 42,69%. Los bioplásticos están hechos de almidón janeng puede ser utilizado para el envasado de las manzanas y los tomates.

21	IOP Publishing	Inglés	Indonesia	2019	Dasumiati, Saridewi, y Malik. Desarrollo de envases de alimentos de bioplásticos a partir de residuos básicos de cáscara de yuca (manihot utilisima) y cáscara de camarón. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 602 (2019) 012053. Recuperado de: doi:10.1088/1757-899X/602/1/012053	Food packaging development of bioplastic from basic waste of cassava peel (manihot utilisima) and shrimp shell (Desarrollo de envases de alimentos de bioplásticos a partir de residuos básicos de cáscara de yuca (manihot utilisima) y cáscara de camarón).	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (80 - 90°C), pH(7), T(40min)	Resistencia de 2.688 Mpa, Elongación de 94.25%	Basándose en los resultados obtenidos en el estudio de la fabricación de bioplásticos con material de la piel de la mandioca y los residuos de cáscara de camarón como amplificador	No tiene
----	----------------	--------	-----------	------	---	---	----------	----------	------------------	---------------------------------	--	---	----------

---

pueden concluirse: Los bioplásticos de masa con quitosano de 7 % aumentó la resistencia a la tracción con 2.688 Mpa, así como la elongación con 94%; puesto que su función del quitosano es de ser un amplificador y eso indica que los bioplásticos elaborados pueden soportar el peso. Estos valores obtenidos en su alargamiento de 94% y 2.88Mpa en su resistencia, se aproximan al valor que tiene el plástico comercial estándar > 100% de alargamiento y

---



---

Recuperado de:  
doi:10.1088/1742-  
6596/1295/1/012073

con celulosa  
microfibrilada de  
bambú como Refuerzo  
asistido por cloruro de  
potasio.

s de  
celulosa  
de bambú  
y cloruro  
de  
potasio  
de 5 %-p-  
p y 3 %-  
p-p,  
respectiv  
amente.

proceso de  
ultrasonido.  
El K+ es  
capaz de  
estabilizar la  
superficie de  
la mezcla  
para que el  
proceso de  
homogeneiz  
ación pueda  
llegar de  
manera  
efectiva y  
eficiente.  
El MFC de  
bambú  
como  
agente de  
refuerzo  
puede  
aumentar  
significativa  
mente el  
valor de la  
resistencia a  
la tracción  
cuando el  
resultados  
del análisis  
estadístico  
estadístico  
utilizando la  
CCD ( $R^2 = 0,9196$ )  
obtuvo una  
resistencia a  
la tracción  
óptima de  
28,613 MPa,  
con la  
condición  
óptima de  
un 5% de  
MFC de  
bambú y un  
3% de KCl.

												Los resultados de las mediciones físicas (durabilidad) concluyeron que el KCl era capaz de someter la actividad del agua en bioplásticos para suprimir la proliferación de microorganismos que, a su vez, dan lugar a una mayor estabilidad disminución de la masa bioplástica.	
23	EBSCO	Español	Perú	2019	MEZA, Paola; QUIPUZCO,	Elaboración de bioplásticos y	Bioplástico; residuos;	Bioplástico; waste;	Entrecruzamiento	T° (150°	Resistencia de 1.47	Se estableció	No tiene

Lawrence; MEZA, Victor. Elaboración de bioplásticos y determinación de su biodegradabilidad- Proyecto de laboratorio. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, 2019, vol. 22, no 43, p. 67-80. Recuperado de: <https://doi.org/10.15381/iigeo.v22i43.16691>

determinación de su biodegradabilidad- Proyecto de laboratorio.

papa; ISO 17556; biodegradación.

potato; ISO 17556; biodegradación.

C), pH(7), T(13 min)

Mpa, Elongación 19.99%, degradación del bioplástico se dio en 92 días mediante la utilización del compost con un 64.21% tomando como referencia a la Norma ISO 17556:2012.

una metodología de extracción de almidón de papa variedad Yungay a partir de residuos del proceso de pelado utilizando una peladora industrial de baja capacidad, el cual logró una eficiencia de extracción de almidón de 35,06% con respecto al residuo sólido obtenido en el proceso de pelado. El almidón extraído presenta un 26,21% de amilosa y 73,79% de amilopectina. Asimismo, el ensayo de infrarrojo obtiene un 89.8% de similitud del espectro del almidón extraído

---

respecto al almidón soluble, de acuerdo a la biblioteca espectral. Se evaluó la metodología para la elaboración del bioplástico tomando como variantes la cantidad de ácido acético y glicerol en la composición del mismo. La variación de ácido acético en las características mecánicas del bioplástico mostró un mayor impacto que la variación de glicerol. El bioplástico que ofrece mayor esfuerzo, está compuesto por 5 ml de glicerina, 3 ml de ácido acético, 10 g

---

de almidón y 60 ml de agua destilada, éste logra un esfuerzo máximo de 1.47 MPa y una elongación máxima de 19.99% en el ensayo de tracción y elongación. El ensayo de infrarrojo mostró la formación de enlaces característicos de polímeros. El bioplástico elaborado alcanza un 64.21% de biodegradabilidad en 92 días de ensayo, de acuerdo a la Norma ISO 17556:2012.

24	Inglés	Indonesia	2018	Mairiza et al. The effect of starch-garlic	The effect of starch-garlic powder ratio on	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (70°C)	La biodegrad	Los resultados	No tiene
----	--------	-----------	------	--	---	----------	----------	------------------	-----------	--------------	----------------	----------

powder ratio on degradation rate of Gadung starch bioplastic .IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 334 (2018) 012085 doi:10.1088/1757-899X/334/1/012085.

degradation rate of Gadung starch bioplastic (El efecto de la relación almidón-ajo en polvo sobre la tasa de degradación de Bioplástico de almidón Gadung)

,  
pH(7),  
T( 15  
min)

acción fue a prueba de enterramiento en el suelo, degradan dose mas rapido en las gts proporciones: una proporción de 6 almidón:4 de polvo de ajo, el bioplástico se degradó en 11 días con un 6.11 % en comparación con la proporción de 8:2 se degradó en 15 días con un 8.33 % y Finalmente la proporción 10:0 se degradó en 21 días con un 11.67%

mostraron que las películas bioplásticas resultantes eran claramente biodegradables. Estos resultados de acuerdo con las normas de plástico biodegradable que debe descomponerse menos de 180 días (ASTM D 6400 y EN 13432).

25	IOP Publishing	Inglés	Indonesia	2019	Nissa et al. Preliminary study of biodegradability of starch-based bioplastics using ASTM G21-70, dipping, and Soil Burial Test methods. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 277 (2019) 012007. recuperado de: doi:10.1088/1755-1315/277/1/012007	Preliminary study of biodegradability of starch-based bioplastics using ASTM G21-70, dipping, and Soil Burial Test methods (Estudio preliminar de biodegradabilidad de almidón a base bioplásticos que utilizan ASTM G21-70, suspensión por inmersión y entierro en suelo Métodos de prueba).	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (80 °C), pH(7), T( 3 min)	La biodegradación se dio mediante el método ASTM G21-70 modificado, usando el hongo <i>Aspergillus niger</i> en la prueba de enterramiento en el suelo (SBT), o sea compost, la prueba duró 10 días, donde se observaron grietas en la superficie de la muestra de bioplástico o por el crecimiento del hongo <i>Aspergillus niger</i> , el color de la muestra se oscureció incluso el bioplástico	La utilización de la tecnología del compost o la prueba de enterramiento en el suelo (SBT) causó cambios macroestructurales de bioplásticos, con una pérdida de peso de alrededor de 30%. ASTM G21-70 es un método apropiado para estudiar la degradabilidad del bioplástico cualitativamente, y El SBT es un método cuantitativo adecuado para estudiar la biodegradabilidad de los bioplásticos.	No tiene
----	----------------	--------	-----------	------	---	---	----------	----------	------------------	------------------------------	---	--	----------





la tensión con 44.3 MPa, mientras que, la adición con 3% y 10% de PLA, aumentaron los valores de resistencia a la tracción con 44.7 MPa y 55.4 Mpa; por otro lado, la elongación a la ruptura disminuyeron con las adiciones de 3% y 10% en PLA con un 27% y 22% respectivamente, por el contrario en la adición 0%, ; o sea sin la presencia de PLA aumentó con 29% de elongación.

28	Inglés	Indonesia	2020	Jangong et al. Fabrication and	Fabrication and characterization	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (85 °C),	Resistencia a la	El estudio ha	No tiene
----	--------	-----------	------	-----------------------------------	-------------------------------------	----------	----------	------------------	-------------	------------------	---------------	----------

<p>characterization starch/chitosan reinforced polypropylene as biodegradable. Journal of Physics: Conference Series 1341 (2019) 082022. Recuperado de doi:10.1088/1742-6596/1341/8/082022</p>	<p>starch/chitosan reinforced polypropylene as biodegradable (Fabricación y caracterización reforzado con almidón / quitosano polipropileno como biodegradable)</p>	<p>pH(7), T(15min)</p>	<p>tracción 68,41 Mpa y Degradación de 95% durante 28 días.</p>	<p>demostrado el potencial del compuesto de bioplásticos basado en el almidón/quitosán por Polipropileno adicional obteniendo el valor máximo de resistencia a la tracción del bioplástico a 68,41 Mpa se obtuvo de la proporción de composición 65/35. El análisis de biodegradación muestra que el bioplástico sintetizado para proporción de composición 65/35 degradada &gt; 95% durante 28 días.</p>
--	---	------------------------	---	---

29	IOP Publishing	Inglés	Indonesia	2019	Suryanto et al. Influence of Carrageenan on the Mechanical Strength of Starch Bioplastic Formed by Extrusion Process. . IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 494 (2019) 012075. Recuperado de: doi:10.1088/1757-899X/494/1/012075	Influence of Carrageenan on the Mechanical Strength of Starch Bioplastic Formed by Extrusion Process. (Influencia del carragenano en la resistencia mecánica de Bioplástico de almidón formado por proceso de extrusión).	Bioplásticos, carrageenan, extrusión, fuerza mecánica, almidón.	: Bioplástico, carrageenan, extrusión, mechanical strength, starch	Entrecruzamiento	T° (90 °C - 135°C), pH(7), T(35min)	Resistencia a la tracción 4,87 Mpa y Elongación 19.48%	La mezcla de carragenina en bioplástico de almidón de yuca aumenta el módulo elástico y la resistencia a la tracción de los bioplásticos extruidos. Cuanto más alta es la concentración de carragenina, más alta es la mecánica resistencia	No tiene
----	----------------	--------	-----------	------	---	---	---	--	------------------	-------------------------------------	--	---	----------

---

del resultado bioplástico del almidón. Esta investigación experimental implicó varias concentraciones de carragenina, es decir, 0%, 2,5%, 5%, 7,5% y 10%. El proceso de extrusión se llevó a cabo en una extrusión de un solo tornillo a 120°C. Por lo tanto en los resultados de prueba mecánicas del bioplástico hecha a base de la mezcla de almidón y carragena teniendo una resistencia de 1,1MPa, 1,62 MPa, 4,87 MPa, 2,137MPa, y 2.876 MPa y una elongación

---

del 28,69%, 20,22%, 19,48%, 17,27% y 14,78% a adición de carragenina del 0%, 2,5%, 5%, 7,5% y 10%, respectivamente.  
 La mejor mezcla de carragenina y almidón de yuca fue de 5% con una resistencia de 4.68MPa siendo el valr mas alto, pero la elongación fue de 19.48%; mientras que la adición de 0% carragenina la prueba de resistencia es menor con 1.1 Mpa y la elongación su valor es la más alta con 28.69%

30	Inglés	Indonesia	2108	Amri et al. Properties enhancement of	Properties enhancement of	No tiene	No tiene	Entrecruzamiento	T° (75°C)	Resistencia a la	El bioplástico	No tiene
----	--------	-----------	------	---------------------------------------	---------------------------	----------	----------	------------------	-----------	------------------	----------------	----------

IOP Publishing	cassava starch based bioplastics with addition of graphene oxide. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 345 (2018) 012025. Recuperado de: doi:10.1088/1757-899X/345/1/012025	cassava starch based bioplastics with addition of graphene oxide. (Mejora de las propiedades de los bioplásticos a base de almidón de yuca con adición de óxido de grafeno).	), pH(7), T( 30 - 60min )	tracción 3,92 Mpa, Elasticidad de 29,66 MPa Elongación 13,22% y Degradación de 50% por medio de compost durante 8 días	producido usando el 15% de GO y 60 minutos de tiempo de mezcla tenía las más altas propiedades mecánicas con una resistencia a la tracción de 3,92 Mpa, una elongación de 13,22% y un módulo joven o elasticidad de 29,66 MPa. Además el porcentaje de biodegradabilidad del bioplástico de yuca con el aditivo de óxido de grafeno (GO) es mayor, siempre y cuando el tiempo de mezcla sea la más corta (30 min).
-------------------	--	--	---------------------------------------	---	--

Ficha de recolección de datos

Nº DE ARTÍCULOS	FUENTE DE INFORMACIÓN INDEXADA	IDIOMA	LUGAR	AÑO DE PUBLICACIÓN	REFERENCIA	TÍTULO	Palabras claves	Key words	MÉTODO DE MODIFICACIÓN QUÍMICA	FACTORES QUE INFLUYEN	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
1	GOOGLE ACADÉMICO	Español	Salvador	Enero, 2015	García Q, Alma. Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz. 2015. San Salvador, El Salvador: Editorial Escuela Especializada en Ingeniería ITCA. ISBN: 978-99961-50-21-0. Recuperado de: <a href="https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/2015-Obtencion-de-un-polimero-biodegradable.pdf">https://www.itca.edu.sv/wp-content/themes/elaniin-itca/docs/2015-Obtencion-de-un-polimero-biodegradable.pdf</a>	Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz, el cual se realizará dos prototipos de material de empaque: película y bandeja a nivel laboratorio.	Polímeros vegetales, Biopolímeros, plásticos, aspectos ambientales.	no tiene	Entrecruzamiento	T° (100°C), P(1 atm) pH(7.0), T(120 min)	La prueba llamada fórmula 5; presentó características físicas que evidencian su degradación sin ser sometida a condiciones de compostaje, se almacenó a condiciones ambientales durante 3 meses (27.1°C y 82% humedad relativa), por otro lado, el porcentaje de degradación fue mayor en 15 días, cuando se debió efectuarse las	Concluye que se utilizó agua destilada, ácido acético 3% V/V, Glicerina y el almidón de maíz para hacer las láminas del bioplástico, puesto que sus propiedades mecánicas como resistencia fueron de 0.31 MPa y 0.25 MPa respectivamente a los prototipos N°4 y N°5, ambos casos no cumplen con los valores de la norma ASTM D 638 para plásticos siendo de 14 a 140 MPa.	Recomienda Seguir con la investigación hasta que el biopolímero se degrade a 100 % y determinando el tiempo tardado.

mediciones en 45 días según la norma ASTM D-6400. Los prototipos n° 4 y n°5 tuvieron una resistencia de 0.31 MPa y 0.25 MPa respectivamente, puesto que no cumplen la norma ASTM D 638 para plásticos ya que deben estar entre 14 a 140 MPa.

2	SCIELO	Español	Colombia	Diciembre, 2007	<p>Meneses, J., Corrales, C. M., &amp; Valencia, M. Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca.2007. Revista EIA, (8), 57-67. Recuperado de <a href="http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-12372007000200006&amp;script=sci_arttext&amp;lng=pt">http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-12372007000200006&amp;script=sci_arttext&amp;lng=pt</a></p>	<p>Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca</p>	<p>Diseño de experimentos; polímero biodegradable; almidón de yuca; amilopectina; amilosa.</p>	<p>Experiment design; biodegradable polymer; manioc starch; amylopectin; amylose.</p>	<p>Entrecruzamiento</p>	<p>T° (60 - 90°C), P(98.7 atm), pH(8.0), T(8min)</p>	<p>El material que presenta las mejores propiedades es el que proviene de Almiyuca 2, producto de la mezcla 7 con una</p>	<p>La temperatura a la que debe trabajarse la mezcla de los reactivos oscila entre 45°C y 60°C, el cual se realiza una adecuada gelatinización del almidón. La</p>	<p>No tiene</p>
---	--------	---------	----------	-----------------	---	---	--	---	-------------------------	--	---	--	-----------------

<p>resistencia a la tracción de 3.249 Mpa, módulo de elasticidad de 1.284 Mpa, dureza de 59.9 Shore A y densidad de 1.05 g/cm<sup>3</sup></p>	<p>homogeneidad de las placas fabricadas en la prensa de vulcanización depende de alcanzar una relación tiempo/temperatura adecuada, A una alta t° (por encima de los 90°C) el polímero se degrada perdiendo sus propiedades mientras que a una baja t° (menor de 60 °C) los gránulos no se funden en su totalidad y la placa resultante es heterogénea y con gran cantidad de zonas de falla. Luego de la medición de las propiedades del polímero obtenido a partir del almidón de yuca, se</p>
---	---

---

concluye  
que es  
viable  
realizar un  
producto  
que no  
requiera una  
resistencia a  
la atracción  
muy alta y  
no debe  
estar  
expuesto al  
agua ni a  
unas  
condiciones  
de humedad  
elevadas,  
para tratar  
de sustituir  
un producto  
cuya  
generación  
de residuos  
es masiva,  
con el fin de  
tratar de  
solucionar la  
no  
biodegradab  
ilidad de los  
plásticos  
convenciona  
les.

---

3	GOOGLE ACADÉMICO	Español	Ecuador	21-dic-16	Narváez Guerrero, M. A. (2016). Optimización de las propiedades mecánicas de bioplásticos sintetizados a partir de almidón (Bachelor's thesis, Quito: USFQ, 2016). Recuperado de <a href="http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6299">http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/6299</a>	Optimización de las propiedades mecánicas de bioplásticos sintetizados a partir del almidón de maíz	"Biopolímeros, almidón, glicerina, pH, propiedades mecánicas	Biopolímeros, starch, glycerin, pH, mechanical properties.	Entrecruzamiento	T° (70°C), P(1 atm), pH(7.0), T(15min)	Resistencia (1.05 Mpa), Elasticidad (106.05 Mpa), Elongación (3%)	Concluyó que la resistencia mecánica y elongación del bioplástico se ven influenciadas por esta relación, entre menor sea la relación de concentración de glicerina con el almidón y el agua, aumenta las propiedades mecánicas, mientras que la elasticidad y elongación variaron según la cantidad de glicerina y el pH de la mezcla. la cantidad de almidón y glicerina es de 4:1 con una concentración de glicerina al 35%, pH de 5 y pH de 7 para obtener una lámina sólida, la temperatura	No tiene
---	---------------------	---------	---------	-----------	--	---	--	--	------------------	--	---	--	----------

óptima es de 70°C y su tiempo de agitación es de 15 min; El mayor valor es demostrado por el bioplástico con cantidad de glicerina de 15% y pH 7, con una elasticidad de 106. 05 MPa. Son comparables con el plástico.

4	GOOGLE ACADÉMICO	Español	Colombia	13-feb-19	Holguín Cardona, J.S. (2019). Obtención de un bioplástico a partir de almidón de papa. Tesis pregrado. Bogotá. Fundación Universidad de América. Recuperado de: <a href="https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7388/1/6132181-2019-1-IQ.pdf">https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7388/1/6132181-2019-1-IQ.pdf</a>	Obtención de un bioplástico a partir de almidón de papa	Almidón, papa, bioplástico, acetilación, equipos	Starch, potato, bioplastic, acetylation, equipment	Sustitución por acetilación	T° (70°C), P(1 atm), pH(7.0), T(30min)	Resistencia (3.0Mpa), Elasticidad (0,810Mpa), Elongación (24%),	Concluyó que el almidón modificado tiene un grado de sustitución medio alto, por tanto, es apto para la producción de plásticos. Además, en el porcentaje de elongación es de 24% y en la resistencia a	Recomienda proponer la investigación teniendo en cuenta la biodegradabilidad y composición del
---	------------------	---------	----------	-----------	---	---	--	--	-----------------------------	--	---	---	--

													la tensión entre el 300 y 500%.	materiales a los métodos y normas vigentes.
5	GOOGLE ACADÉMICO	Español	Ecuador	octubre, 2018	Cárdenas, Marcos. (2018). Extracción de almidón a partir de residuos de banano (Musa Paradisiaca) para la elaboración de un biopolímero. Tesis pregrado. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Cuenca – Ecuador. Recuperado de: <a href="https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16241/1/UPS-CT007893.pdf">https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16241/1/UPS-CT007893.pdf</a>	Extracción de almidón a partir de residuos de banano (Musa Paradisiaca) para la elaboración de un biopolímero	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (60°C), P(1 atm), pH(7.0), T(30min)	No específica	Concluyó que se ha utilizado dos procesos tanto Húmedo y seco, los cuales se determinaron valores 22.3% y de 42.63% respectivamente, recalcando que el proceso en seco, es más favorable para la dosificación del biopolímero, puesto que el % de humedad debe encontrarse en un	Realizar un análisis termogravimétrico y pruebas mecánicas a los biopolímeros modificados para obtener un mejor conocimiento sobre su comportamiento en las diferencias	

										intervalo de 7 y 7.5%.	pruebas como son dureza, elongación, fricción, resistencia a la tracción, deformación plástica y elástica.		
6	GOOGLE ACADÉMICO	Español	Perú	2019	Ortega Cahui, M. B. (2019). Elaboración de bioplástico a partir de paja y residuos de granos de arroz. Recuperado de: <a href="http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/2810">http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/2810</a>	Elaboración de bioplástico a partir de paja y residuos de granos de arroz	Paja de arroz, celulosa, almidón, hidrólisis básica, bioplástico.	Rice straw, cellulose, starch, basic hydrolysis, bioplastic.	Entrecruzamiento	T° (60°C), P(1atm), pH(7), T(30min)	No específica	Concluyó que para la elaboración del bioplástico se realizaron 02 formulaciones con proporciones distintas de almidón y celulosa, las cuales se mezclaron con ácido acético, glicerina y agua.	Recomienda realizar las pruebas de elasticidad, resistencia a la tracción, dureza y densidad para la caracterización del bioplá



---

glicerol. Las pruebas de tracción y elongación indicaron un esfuerzo de máximo de 1.47 MPa y 19.99% respectivamente; además el ensayo de espectrofotometría mostró la formación de enlaces característicos de los bioplásticos. el bioplástico elaborado presenta un alto nivel de biodegradación alcanzando un valor de 64.21% en 92 días.	das dependiendo del uso que se le quiera dar al bioplástico. Los films pueden ser utilizados para la elaboración de bioplástico que reemplacen a los polietilenos de baja densidad cuya vida útil es de sólo algunos minutos, por ejemplo bolsas para
---	---

---

---

recoge  
r  
excret  
as de  
masco  
tas.

---

8	GOOGLE ACADÉMICO	Español	Perú	2017	DÍAZ SANCHEZ, Leonardo Jair. Efecto de la impregnación de almidón acetilado en la absorción de agua de bandejas biodegradables de almidón de oca ( <i>Oxalis tuberosa</i> ) y fibra de peladilla de espárrago. 2017. Recuperado de: <a href="http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10085/D%c3%adaz%20S%c3%a1nchez%20Leonardo%20Jair.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10085/D%c3%adaz%20S%c3%a1nchez%20Leonardo%20Jair.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	Efecto de la impregnación de almidón acetilado en la absorción de agua de bandejas biodegradables de almidón de oca ( <i>Oxalis tuberosa</i> ) y fibra de peladilla de espárrago	modificación química, absorción de agua, bandejas biodegradables, acetato de almidón	chemical modification, water absorption, biodegradable trays, starch acetate	Sustitución por acetilación	T° (60°C), Ph(7), T(30min)	Las propiedades mecánicas mejoraron con resultados de esfuerzos de tracción de 0.618 MPa, siendo mayor a los 0,399 MPa de la muestra control.	Concluye que la humedad más baja fue de 9.74%, mientras que la capacidad de absorción de agua se redujo hasta 47.528% siendo también menor que la muestra control. Finalmente, las propiedades mecánicas mejoraron con resultados de esfuerzos de tracción de 0.618 MPa, siendo mayor a los 0,399 MPa de la muestra control.	Recomienda que las bandejas desarrolladas en este estudio podrían ser una alternativa para el envasado de alimentos, reduciendo el uso de materiales derivados del petróleo.
---	------------------	---------	------	------	---	--	--	--	-----------------------------	----------------------------	---	--	--

9	SCIELO	Español	Perú	2019	<p>Martínez, Patricia, Peña, Fiorela, Gómez, Yelena, Vargas, Guino, &amp; Velezmore, Carmen. (2019). Propiedades físicoquímicas, funcionales y estructurales de almidones nativos y acetilados obtenidos a partir de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) var. 'única'. Revista de la Sociedad Química del Perú, 85(3), 338-351. Recuperado en 16 de mayo de 2020, de <a href="http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1810-634X2019000300006&amp;lng=es&amp;tlng=es">http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1810-634X2019000300006&amp;lng=es&amp;tlng=es</a>.</p>	<p>Propiedades físicoquímicas, funcionales y estructurales de almidones nativos y acetilados obtenidos a partir de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>)</p>	<p>almidón acetilado, amilosa, poder de hinchamiento, gelatinización, FT-IR.</p>	<p>acetylated starch, amylose, swelling power, gelatinization, FT-IR</p>	<p>Sustitución por acetilación</p>	<p>T° (60 - 70°C), pH(8.5), T(30min)</p>	<p>Resistencia 0.500 Mpa, Elasticidad 0.510 Mpa, elongación 20%, degradación 68 % en 92 días.</p>	<p>Concluyó que La acetilación produjo una disminución en la viscosidad máxima durante la formación de la lámina y este efecto fue mayor en los almidones acetilados con mayor porcentaje de grupos acetilos, donde los almidones acetilados obtuvieron menores temperaturas, por otro lado la Solubilidad y capacidad de absorción de agua aumentaron según el grado de sustitución de los grupos hidroxilos.</p>	<p>No tiene</p>
---	--------	---------	------	------	--	---	--	--	------------------------------------	--	---	--	-----------------

10	GOOGLE ACADÉMICO	Español	Perú	2014	Trujillo, Cinthya. T. (2014). Obtención de películas biodegradables a partir de almidón de yuca (manihot esculenta crantz) doblemente modificado para uso en empaque de alimentos. Tesis pregrado. Universidad Nacional amazónica de Madre de Dios. Puerto Maldonado – Perú. Recuperado de: <a href="http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/65/004-2-1-013.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/65/004-2-1-013.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>	Obtención de películas biodegradables a partir de almidón de yuca (manihot esculenta crantz) doblemente modificado para uso en empaque de alimentos	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (60°C), pH(7), T(30min)	Resistencia de 5.22 Mpa, elasticidad de 19.10 Mpa, elongación de 28.31%	Concluyó que a muestra 19 tiene los mejores valores óptimos como: humedad de 14.84%, solubilidad de 20.54%, espesor de 0.11 mm, permeabilidad de vapor de agua (PVA) de 0.03g.mm/h.m2. KPa, opacidad de 3.24%, tensión en la ruptura de 5.22MPa, deformación en la ruptura de 28.31% y módulo de elasticidad de 19.10MPa.	Estudiar el efecto reológico de las soluciones de las películas biodegradables. Evaluar el tiempo de vida útil de las películas biodegradables en diversas condiciones de humedad relativa, por análisis dinámico y difracción de rayos x.
----	------------------	---------	------	------	---	---	----------	----------	------------------	----------------------------	---	---	--

11	EBSCO	Español	México	2020	<p>DEL ROSARIO MADRIGAL-HERNÁNDEZ, Fátima, et al. Preparación y caracterización de bioplástico a partir de almidón del fruto de pan de sopa (<i>Artocarpus altilis</i> (S. Park) Fosberg). <i>AGROProductividad</i>, 2020, vol. 13, no 1, p. 37-43. Recuperado de: <a href="http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1569/1264">http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1569/1264</a></p>	<p>Preparación y caracterización de bioplástico a partir de almidón del fruto de pan de sopa (<i>Artocarpus altilis</i> (S. Park) Fosberg). <i>AGROProductividad</i></p>	<p>Pan de sopa, almidón, bioplástico, caracterización</p>	<p>Breadfruit, starch, bioplástico, estructura, caracterización.</p>	<p>Entrecruzamiento</p>	<p>T° (80°C), pH(7), T(15min)</p>	<p>no tiene</p>	<p>Se aisló almidón del fruto pan de sopa y se caracterizó con técnicas de infraestructura y SEM - EDX. Se obtuvo un material bioplástico mediante el almidón, aplicando glicerol y agua con una proporción (1:10, almidón : agua), genera un material con las mejores características de termoplástico.</p>	<p>No tiene</p>
12	EBSCO	Español	Guatemala	2019	<p>CARDONA, Oscar, et al. Obtención de una película de biopolímero a partir de almidón de papa (<i>Solanum tuberosum</i>). <i>Revista científica Ingeniería y Ciencia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar</i>, 2019, vol. 1, no 17. Recuperado de: <a href="http://revistasguatemala.usac.edu.gt/index.ph">http://revistasguatemala.usac.edu.gt/index.ph</a></p>	<p>Obtención de una película biopolímero a partir de almidón de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)</p>	<p>Bioplástico, biodegradabilidad, compostabilidad.</p>	<p>Bioplástico, Biodegradabilidad, Compostabilidad</p>	<p>Entrecruzamiento</p>	<p>T° (80°C), pH(7), T(15min)</p>	<p>Resistencia (4910 N / m<sup>2</sup> ± 616 N / m<sup>2</sup>), Elasticidad (9.80 x 10<sup>-5</sup> N / m<sup>2</sup> ± 2.60 x 10<sup>-5</sup> N / m<sup>2</sup>), Elongación (5.00x 10<sup>-3</sup> N / m<sup>2</sup> ± 3.00 x 10<sup>-3</sup> N / m<sup>2</sup>)</p>	<p>La formulación (12% almidón de papa (<i>Solanum tuberosum</i>)) presenta las características adecuadas para una aplicación de envase en la industria. La</p>	<p>No tiene</p>

10] ^-3 N / m2 ), Degradación (71.73% en 62 días según norma ISO 14855 y ASTM D6400) formulación (25% almidón de papa (*Solanum tuberosum*)) se degradó en un mayor porcentaje de 71.73% debido al mayor porcentaje de materia orgánica. Se midió el porcentaje de biodegradabilidad en un lapso de 62 días para establecer si dicho producto se considera biodegradable y compostable según la norma ISO 14855 y ASTM D6400.

13	DOAJ	Español	México	Julio - Diciembre 2017	<p>MORENO-BUSTILLOS, Ángel Issac, et al.</p> <p>Transformación del almidón de papa, mucílago de nopal y sábila en bioplásticos como productos de valor agregado amigables con el ambiente. Ra Ximhai, 2017, vol. 13, no 3, p. 365-382. Recuperado de:</p> <p><a href="http://www.revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/view/71531/631">http://www.revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/view/71531/631</a></p>	<p>Transformación del almidón de papa, Mucílago de Nopal y Sábila en bioplásticos como productos de valor agregado amigables con el ambiente.</p>	<p>Polímeros sintéticos, polímeros naturales, pruebas de pureza, calidad.</p>	<p>Synthetic polymers, Natural polymers, Purity tests, Quality.</p>	<p>Entrecruzamiento</p>	<p>T° (70°C), pH(7), T(30min)</p>	<p>No tiene</p>	<p>El rendimiento obtenido de almidón de papa y mucílago de nopal es similar a lo descrito por algunos autores anteriormente mencionados, cuyo resultado está entre 17% y 3% respectivamente, sin embargo, El rendimiento del mucílago de sábila fue mayor a las investigaciones consultadas (2%), esto podría deberse a la edad de las hojas utilizadas .A una mayor cantidad de almidón el bioplástico tiende a fragmentarse, esto es por las propiedades de la amilosa y</p>	<p>No tiene</p>
----	------	---------	--------	------------------------	--	---	---	---	-------------------------	-----------------------------------	-----------------	---	-----------------

												amilopectina, por lo que es necesario añadirle más plastificante para evitar esta característica y que sea más flexible el bioplástico obtenida.	
14	EBSCO	Español	Panamá	jul-16	Castillo, et al.; Bioplástico a base de la cáscara del plátano. Revista de Iniciación Científica, 2016. Recuperado de: <a href="https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/346">https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/346</a>	Bioplástico a base de la cáscara del plátano	Bioplástico, cáscara de plátano, alidón.	Bioplástico, banana peel, starch.	Entrecruzamiento	T° (22°C), pH(7), T(30min)	No tiene	El bioplástico obtenido presentó propiedades físicas, químicas y ecológicas adecuadas. De todos los métodos para fabricación de bioplásticos probados en este proyecto logró sobresalir el que se realizó a base de vinagre y glicerina, ya que se observó que presentaba buenas propiedades mecánicas, como lo son la flexibilidad	No tiene

---

y la  
resistencia,  
se hicieron  
pruebas  
manualment  
e.

Uno de los  
factores que  
pudo llegar  
a afectar  
negativamen  
te el  
bioplástico  
resultante  
fue la  
temperatura  
de secado,  
ya que no se  
disponía  
de un horno,  
por lo cual el  
secado se  
realizó a  
temperatura  
ambiente y  
debido a los  
cambios  
térmicos el  
bioplástico  
resultó  
corrugado.  
Para evitar  
esto, el  
secado debe  
ser realizado  
a una  
temperatura  
constante.

---

15	IOP Publishing	Inglés	Indonesia	2018	Ginting et al (2018). El efecto de incrementar el quitosano sobre las características del bioplástico de talas de almidón ( <i>Colocasia esculenta</i> ) usando plastificante sorbitol. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 126 (2018) 012147. Recuperado de: doi:10.1088/1755-1315/126/1/012147	The effect of increasing chitosan on the characteristics of bioplastic from starch talas ( <i>Colocasia esculenta</i> ) using plasticizer sorbitol. (El efecto de incrementar el quitosano sobre las características del bioplástico de talas de almidón ( <i>Colocasia esculenta</i> ) usando plastificante sorbitol).	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (75°C), pH(7), T(30min)	Resistencia (8.36 Mpa), Elongación o alargamiento de ruptura (22.6 %)	La adición de quitosano y sorbitol tuvo un efecto en la resistencia a la tracción y el alargamiento o a la rotura, el más alto de 8,36 MPa y 22,06% en la composición del almidón 30%, 2,5 w/v quitosano y sorbitol 30% w/w.	No tiene
16	EBSCO	Español	El Salvador	julio, 2020	MARINERO-ORANTES, Edgar Antonio, et al. Biopolímeros para uso agroindustrial: Alternativa sostenible para la elaboración de una película de almidón termoplástico biodegradable. Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático, 2020, vol. 6, no 11, p. 1359-1382. Recuperado de: <a href="https://doi.org/10.5377/ribcc.v6i11.9824">https://doi.org/10.5377/ribcc.v6i11.9824</a>	Biopolímeros para uso agroindustrial: Alternativa sostenible para la elaboración de una película de almidón termoplástico biodegradable	Biopolímero; Bioplástico; Biodegradabilidad; Bioeconomía; Biocompuesto	Biopolymer; Bioplastic; Biodegradability; Bioconomy; Biocomposite	Entrecruzamiento	T° (60°C), pH(7), T(30min)	Al utilizar la metodología ISO 17556-AENOR 2013, para la evaluación de biodegradabilidad sometiendo bioplástico, celulosa y polietileno de baja densidad a un medio de composta je por 3 meses con 6	La alta descomposición exhibida en los prototipos de almidón termoplástico y la presencia de microorganismos degradadores tales como ácaros, comprueban que el almidón es un material biodegradable y por su abundancia es considerado una materia prima	No tiene

									meses de degradación previo, registrando una biodegradabilidad de 64,21%, 63.51% y 6.95% respectivamente.	renovable. Por lo cual es necesario profundizar con cultivos ricos en almidón.			
17	EBSCO	Español	Colombia	enero, 2019	VARGAS MORENO, Paola Andrea; MEDINA VARGAS, Oscar Julio. Influencia del tipo de plastificante en la elaboración de bioplásticos, a partir de almidón de papa (Solamun tuberosum). Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, 2019, vol. 17, no 2. Recuperado de: <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/230757283.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/230757283.pdf</a>	Influencia del tipo de plastificante en la elaboración de bioplásticos, a partir de almidón de papa (Solamun tuberosum)	Amilosa, Amilopeptina, Bioplástico, Espectroscopia infrarroja (IR), Difracción de Rayos X.	Amylose, amylopectin, bioplástico, infrared spectroscopy (IR), X-ray diffraction.	Entrecruzamiento	T° (60°C), pH(7), T(1440 min)	No tiene	Los difractogramas de cada una de los almidones estudiados, muestran grados de cristalinidad diferentes, dependiendo de la relación de amilosa/amilopeptina, de acuerdo con la variedad de papa de la cual provengan.	No tiene

18	IOP Publishing	Inglés	Indonesia	2018	Hasan Rahmayani y Munandar. Bioplastic from Chitosan and Yellow Pumpkin Starch with Castor Oil as Plasticizer. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 333 (2018) 012087 Recuperado de: doi:10.1088/1757-899X/333/1/012087	Bioplastic from Chitosan and Yellow Pumpkin Starch with Castor Oil as Plasticizer. (Bioplástico de quitosano y almidón de calabaza amarilla con Aceite de ricino como plastificante)	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (75°C), pH(7), T( 30 min)	Resistencia óptima de tracción se obtuvo en la composición 40/60 (Quitina o quitosano /almidón de calabaza amarillo) de 6.787 ± 0.274 Mpa, La mejor elasticidad son composiciones de 50/50 ( Chitosan o quitina / almidón ) de 2.176 MPa, elongación de 13.451% ± 3.709 % y su biodegradabilidad en medio de cultivo de <i>pseudomonas aeruginosa</i> fue de 66.66 % en 20 días, cuando	Los bioplásticos de la calabaza amarilla y el quitosán han sido sintetizados con éxito por la vía de la polimerización y se pueden imprimir en forma de películas delgadas. La película resultante tiene una característica biodegradable durante 20 días de incubación en el medio de <i>pseudomonas aeruginosa</i> . Las propiedades mecánicas de los bioplásticos están muy determinadas por la composición del almidón y el quitosano, donde mayor es el contenido de	No tiene
----	----------------	--------	-----------	------	---	---	----------	----------	------------------	------------------------------	---	---	----------

---

su  
biodegrad  
abilidad  
total  
debió ser  
en 30  
días.

quitosano,  
mayor es el  
valor de la  
resistencia a  
la tracción y  
el módulo de  
los jóvenes.

La  
capacidad  
de adsorción  
de  
disolvente  
de agua,  
ácido  
clorhídrico e  
hidróxido de  
sodio es  
mayor con el  
aumento del  
contenido de  
almidón en  
la  
composición  
del plástico.

---

19	IOP Publishing	Inglés	Indonesia	2020	Syamani et al. Characteristics of Bioplastic Made from Cassava Starch Filled with Fibers from Oil Palm Trunk at Various Amount. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 439 (2020) 012035 Recuperado de: doi:10.1088/1755-1315/439/1/012035	Characteristics of Bioplastic Made from Cassava Starch Filled with Fibers from Oil Palm Trunk at Various Amount ( Características del bioplástico elaborado con almidón de yuca relleno con Fibras de Tronco de Palma de Aceite en Varias Cantidades).	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (70°C), pH(7), T( 15 min)	Resistencia 10.47-22.37 N/mm2, Elongación de 0,70 % y 2.09%	La resistencia a la tracción del bioplástico con adición de celulosa del tronco de la palma con 1% aceitera OPT fue de 10,47-22,37 N / mm2, esto demuestra que los bioplásticos son capaces de competir con la resistencia a la tracción de los polímeros sintéticos LDPE (polietileno de baja densidad) que está entre 8-12 N / mm2. La	No tiene
----	----------------	--------	-----------	------	---	--	----------	----------	------------------	------------------------------	---	--	----------

---

temperatura de la descomposición del bioplástico hecho de almidón de yuca modificado 1% de celulosa OPT fue mayor y más estable que la del bioplástico con 1% de pulpa OPT. La elongación es la elasticidad de un material cuando se tira de él para romperlo. La glicerina se utiliza como plastificante para que el plástico sea más elástico. Según los datos obtenidos, la adición de pulpa OPT o celulosa no tuvo un efecto significativo en la elongación

---

del bioplástico. Los porcentajes de alargamiento o obtenidos oscilaban entre el 0,70 y el 2,09% (Figura 4). Este resultado muestra que hasta un 3% de adición de fibra, no ha alcanzado un nivel que pueda interferir en la movilidad de la cadena de polímeros [17]. La elongación de los bioplásticos en este estudio fue menor que la del polímero sintético LDPE (600-650%).

20	Inglés	Indonesia	2019	Saiful et al. Desarrollo de bioplástico a partir	Development of bioplastic from wheat	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (70 -	Resistencia 205.45	El almidón de Janeng	No tiene
----	--------	-----------	------	--	--------------------------------------	----------	----------	------------------	----------	--------------------	----------------------	----------

de almidón Janeng (*Dioscorea hispida*) de trigo para envasado de alimentos. (2019) Recuperado de: doi:10.1088/1757-899X/523/1/012015

Janeng (*Dioscorea hispida*) starch for food packaging (Desarrollo de bioplástico a partir de almidón Janeng de trigo para envasado de alimentos)

75°C), pH(7), T(15min)

Mpa, Elongación de 42,69%

se obtiene del aislamiento del tubérculo janeng se ha utilizado para la fabricación de bioplásticos. Los bioplásticos pueden fabricarse mediante el método de inversión de fase por secado y evaporación de solución de impresión solvente a temperatura ambiente. Los bioplásticos están hechos de una mezcla de almidón y El glicerol proporciona una película transparente, el valor de la resistencia a la tracción y una alta elongación. Los bioplásticos tienen un alto valor de

la prueba de tracción es igual a 20,95 kgf / mm2 y la elongación de 42,69%. Los bioplásticos están hechos de almidón janeng puede ser utilizado para el envasado de las manzanas y los tomates.

Basándose en los resultados obtenidos en el estudio de la fabricación de bioplásticos con material de la piel de la mandioca y los residuos de cáscara de camarón como amplificador No tiene

21	IOP Publishing	Inglés	Indonesia	2019	Dasumiati, Saridewi, y Malik. Desarrollo de envases de alimentos de bioplásticos a partir de residuos básicos de cáscara de yuca (manihot utilisima) y cáscara de camarón. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 602 (2019) 012053. Recuperado de: doi:10.1088/1757-899X/602/1/012053	Food packaging development of bioplastic from basic waste of cassava peel (manihot utilisima) and shrimp shell (Desarrollo de envases de alimentos de bioplásticos a partir de residuos básicos de cáscara de yuca (manihot utilisima) y cáscara de camarón).	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (80 - 90°C), pH(7), T(40min)	Resistencia de 2.688 Mpa, Elongación de 94.25%
----	----------------	--------	-----------	------	---	---	----------	----------	------------------	---------------------------------	--

---

pueden  
concluirse:  
Los  
bioplásticos  
de masa con  
quitosano de  
7 %  
aumentó la  
resistencia a  
la tracción  
con 2.688  
Mpa, así  
como la  
elongación  
con 94%;  
puesto que  
su función  
del  
quitosano es  
de ser un  
amplificador  
y eso indica  
que los  
bioplásticos  
elaborados  
pueden  
soportar el  
peso. Estos  
valores  
obtenidos en  
su  
alargamiento  
o de 94% y  
2.88Mpa en  
su  
resistencia,  
se  
aproximan al  
valor que  
tiene el  
plástico  
comercial  
estándar >  
100% de  
alargamiento  
o y

---

																		resistencia a la tracción de 0.98 - 4.90 Mpa. Así que los bioplásticos con la adición de 7% de quitosano pueden ser usados como envoltorio para transportar alimentos.
22	IOP Publishing	Inglés	Indonesia	2019	Silviana y Puji Rahayu. Diseño compuesto central para la optimización de productos a base de almidón Bioplástico con celulosa microfibrilada de bambú como Refuerzo asistido por cloruro de potasio. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1295 (2019) 012073.	Central Composite Design for Optimization of Starch-Based Bioplastic with Bamboo Microfibrillated Cellulose as Reinforcement Assisted by Potassium ChlorideDiseño compuesto central para la optimización de productos a base de almidón Bioplástico	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (90°C), pH(7), T(45 min)	La resistencia óptima a la tracción de los bioplásticos se obtuvo a 28,6 MPa con la óptima concentración de microfibra	El cloruro de potasio (KCl) como agente dispersor ayuda a reducir el tiempo de fabricación de la solución de MFC de bambú a ± 1 hora durante el	No tiene					

---

Recuperado de:  
doi:10.1088/1742-  
6596/1295/1/012073

con celulosa  
microfibrilada de  
bambú como Refuerzo  
asistido por cloruro de  
potasio.

s de  
celulosa  
de bambú  
y cloruro  
de  
potasio  
de 5 %-p-  
p y 3 %-  
p-p,  
respectiv  
amente.

proceso de  
ultrasonido.  
El K+ es  
capaz de  
estabilizar la  
superficie de  
la mezcla  
para que el  
proceso de  
homogeneiz  
ación pueda  
llegar de  
manera  
efectiva y  
eficiente.  
El MFC de  
bambú  
como  
agente de  
refuerzo  
puede  
aumentar  
significativa  
mente el  
valor de la  
resistencia a  
la tracción  
cuando el  
resultados  
del análisis  
estadístico  
utilizando la  
CCD ( $R^2 = 0,9196$ )  
obtuvo una  
resistencia a  
la tracción  
óptima de  
28,613 MPa,  
con la  
condición  
óptima de  
un 5% de  
MFC de  
bambú y un  
3% de KCl.

---

Los resultados de las mediciones físicas (durabilidad) concluyeron que el KCl era capaz de someter la actividad del agua en bioplásticos para suprimir la proliferación de microorganismos que, a su vez, dan lugar a una mayor estabilidad disminución de la masa bioplástica.

23	EBSCO	Español	Perú	2019	MEZA, Paola; QUIPUZCO,	Elaboración de bioplásticos y	Bioplástico; residuos;	Bioplástico; waste;	Entrecruzamiento	T° (150°	Resistencia de 1.47	Se estableció	No tiene
----	-------	---------	------	------	------------------------	-------------------------------	------------------------	---------------------	------------------	----------	---------------------	---------------	----------

---

Lawrence; MEZA, Victor. Elaboración de bioplásticos y determinación de su biodegradabilidad- Proyecto de laboratorio. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, 2019, vol. 22, no 43, p. 67-80. Recuperado de: <https://doi.org/10.15381/iigeo.v22i43.16691>

determinación de su biodegradabilidad- Proyecto de laboratorio.

papa; ISO 17556; biodegradación.

potato; ISO 17556; biodegradation.

C), pH(7), T(13 min)

Mpa, Elongación 19.99%, degradación del bioplástico se dio en 92 días mediante la utilización del compost con un 64.21% tomando como referencia a la Norma ISO 17556:2012.

una metodología de extracción de almidón de papa variedad Yungay a partir de residuos del proceso de pelado utilizando una peladora industrial de baja capacidad, el cual logró una eficiencia de extracción de almidón de 35,06% con respecto al residuo sólido obtenido en el proceso de pelado. El almidón extraído presenta un 26,21% de amilosa y 73,79% de amilopectina. Asimismo, el ensayo de infrarrojo obtiene un 89.8% de similitud del espectro del almidón extraído

---

---

respecto al almidón soluble, de acuerdo a la biblioteca espectral. Se evaluó la metodología para la elaboración del bioplástico tomando como variantes la cantidad de ácido acético y glicerol en la composición del mismo. La variación de ácido acético en las características mecánicas del bioplástico mostró un mayor impacto que la variación de glicerol. El bioplástico que ofrece mayor esfuerzo, está compuesto por 5 ml de glicerina, 3 ml de ácido acético, 10 g

---

de almidón y 60 ml de agua destilada, éste logra un esfuerzo máximo de 1.47 MPa y una elongación máxima de 19.99% en el ensayo de tracción y elongación. El ensayo de infrarrojo mostró la formación de enlaces característicos de polímeros. El bioplástico elaborado alcanza un 64.21% de biodegradabilidad en 92 días de ensayo, de acuerdo a la Norma ISO 17556:2012.

24	Inglés	Indonesia	2018	Mairiza et al. The effect of starch-garlic	The effect of starch-garlic powder ratio on	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (70°C)	La biodegrad	Los resultados	No tiene
----	--------	-----------	------	--	---	----------	----------	------------------	-----------	--------------	----------------	----------

powder ratio on degradation rate of Gadung starch bioplastic .IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 334 (2018) 012085 doi:10.1088/1757-899X/334/1/012085.

degradation rate of Gadung starch bioplastic (El efecto de la relación almidón-ajo en polvo sobre la tasa de degradación de Bioplástico de almidón Gadung)

,  
pH(7),  
T( 15  
min)

acción fue a prueba de enterramiento en el suelo, degradan dose mas rapido en las gts proporciones: una proporción de 6 almidón:4 de polvo de ajo, el bioplástico se degradó en 11 días con un 6.11 % en comparación con la proporción de 8:2 se degradó en 15 días con un 8.33 % y Finalmente la proporción 10:0 se degradó en 21 días con un 11.67%

mostraron que las películas bioplásticas resultantes eran claramente biodegradables. Estos resultados de acuerdo con las normas de plástico biodegradable que debe descomponerse menos de 180 días (ASTM D 6400 y EN 13432).

25	IOP Publishing	Inglés	Indonesia	2019	Nissa et al. Preliminary study of biodegradability of starch-based bioplastics using ASTM G21-70, dipping, and Soil Burial Test methods. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 277 (2019) 012007. recuperado de: doi:10.1088/1755-1315/277/1/012007	Preliminary study of biodegradability of starch-based bioplastics using ASTM G21-70, dipping, and Soil Burial Test methods (Estudio preliminar de biodegradabilidad de almidón a base bioplásticos que utilizan ASTM G21-70, suspensión por inmersión y entierro en suelo Métodos de prueba).	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (80 °C), pH(7), T (3 min)	La biodegradación se dio mediante el método ASTM G21-70 modificado, usando el hongo <i>Aspergillus niger</i> en la prueba de enterramiento en el suelo (SBT), o sea compost, la prueba duró 10 días, donde se observaron grietas en la superficie de la muestra de bioplástico o por el crecimiento del hongo <i>Aspergillus niger</i> , el color de la muestra se oscureció incluso el bioplástico	No tiene
----	----------------	--------	-----------	------	---	---	----------	----------	------------------	------------------------------	---	----------

se volvió frágil, y la pérdida de peso alcanzó el 29.89%.

---

26	IOP Publishing	Inglés	Indonesia	2020	AZIEYANTI, NA y col. Mechanical and morphological studies of bioplastic-based banana peels. En Journal of Physics: Serie de conferencias . IOP Publishing, 2020. p. 032091. Recuperado de: <a href="https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1529/3/032091/pdf">https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1529/3/032091/pdf</a>	Estudios mecánicos y morfológicos de cáscaras de plátano a base de bioplásticos	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (80 °C), pH(7), T( 5 min)	Resistencia 0.228 Mpa, Elasticidad 1.53 Mpa, Elongación 18.77%	Los aditivos de base química utilizados fueron ácido clorhídrico e hidróxido de sodio. La adición de glicerol se utilizó para aumentar la características de plasticidad, por consiguiente , las pruebas mecánicas del bioplástico hechas de almidón de las cáscaras de plátano con base química de método por entrecruzamiento, donde las pruebas	No tiene
----	----------------	--------	-----------	------	--	---	----------	----------	------------------	------------------------------	--	--	----------

---

mecánicas mostraron una alta resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura.

La adición de ácido poliláctico (PLA) mejora las propiedades mecánicas de los bioplásticos de hasta 5 MPa con la combinación de aditivo de 10wt.% de PLA y almidón. En el análisis propiedades mecánicas de estos bioplásticos a base de almidón de maíz y aditivo de ácido poliláctico (PLA) se trabajaron con 3 pruebas; PLA 0% tuvieron menor resistencia a

No tiene

27	IOP Publishing	Inglés	Indonesia	2019	Dawam Akbar. Fabrication and Characterization Of Poly Lactic Acid (PLA) Starch Based Bioplastic Composites. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 553 (2019) 012052. Recuperado de: doi:10.1088/1757-899X/553/1/012052	Fabrication and Characterization Of Poly Lactic Acid (PLA) Starch Based Bioplastic Composites (Fabricación y caracterización de ácido poliláctico (PLA) Compuestos bioplásticos a base de almidón).	Bioplásticos, almidón, ácido poliláctico, compuestos	Bioplásticos, Starch, Poly Lactic Acid, Composites	Entrecruzamiento	T° (94.3 °C), pH(7), T(3min)	Resistencia a la tracción 55,4 Mpa, Elongación 22%
----	----------------	--------	-----------	------	--	---	--	--	------------------	------------------------------	--

											la tensión con 44.3 MPa, mientras que, la adición con 3% y 10% de PLA, aumentaron los valores de resistencia a la tracción con 44.7 MPa y 55.4 Mpa; por otro lado, la elongación a la ruptura disminuyeron con las adiciones de 3% y 10% en PLA con un 27% y 22% respectivamente, por el contrario en la adición 0%, ; o sea sin la presencia de PLA aumentó con 29% de elongación.	
28	Inglés	Indonesia	2020	Jangong et al. Fabrication and	Fabrication and characterization	no tiene	no tiene	Entrecruzamiento	T° (85 °C),	Resistencia a la	El estudio ha	No tiene

characterization starch/chitosan reinforced polypropylene as biodegradable. Journal of Physics: Conference Series 1341 (2019) 082022. Recuperado de doi:10.1088/1742-6596/1341/8/082022

starch/chitosan reinforced polypropylene as biodegradable (Fabricación y caracterización reforzado con almidón / quitosano polipropileno como biodegradable)

pH(7), T(15min)

tracción 68,41 Mpa y Degradación de 95% durante 28 días.

demostrado el potencial del compuesto de bioplásticos basado en el almidón/quitosán por Polipropileno adicional obteniendo el valor máximo de resistencia a la tracción del bioplástico a 68,41 Mpa se obtuvo de la proporción de composición 65/35. El análisis de biodegradación muestra que el bioplástico sintetizado para proporción de composición 65/35 degradada > 95% durante 28 días.

29	IOP Publishing	Inglés	Indonesia	2019	Suryanto et al. Influence of Carrageenan on the Mechanical Strength of Starch Bioplastic Formed by Extrusion Process. . IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 494 (2019) 012075. Recuperado de: doi:10.1088/1757-899X/494/1/012075	Influence of Carrageenan on the Mechanical Strength of Starch Bioplastic Formed by Extrusion Process. (Influencia del carragenano en la resistencia mecánica de Bioplástico de almidón formado por proceso de extrusión).	Bioplásticos, carrageenan, extrusión, fuerza mecánica, almidón.	: Bioplástico, carrageenan, extrusión, mechanical strength, starch	Entrecruzamiento	T° (90 °C - 135°C), pH(7), T(35min)	Resistencia a la tracción 4,87 Mpa y Elongación 19.48%	La mezcla de carragenina en bioplástico de almidón de yuca aumenta el módulo elástico y la resistencia a la tracción de los bioplásticos extruidos. Cuanto más alta es la concentración de carragenina, más alta es la mecánica resistencia	No tiene
----	----------------	--------	-----------	------	--	---	---	---	------------------	-------------------------------------	--	---	----------

---

del resultado  
bioplástico  
del almidón.  
Esta  
investigación  
experimental  
implicó  
varias  
concentraciones  
de  
carragenina,  
es decir,  
0%, 2,5%,  
5%, 7,5% y  
10%. El  
proceso de  
extrusión se  
llevó a cabo  
en una  
extrusión de  
un solo  
tornillo a  
120°C. Por  
lo tanto en  
los  
resultados  
de prueba  
mecánicas  
del  
bioplástico  
hecha a  
base de la  
mezcla de  
almidón y  
carragenina  
teniendo  
una  
resistencia  
de 1,1MPa,  
1,62 MPa,  
4,87 MPa,  
2,137MPa, y  
2.876 MPa y  
una  
elongación

---

del 28,69%, 20,22%, 19,48%, 17,27% y 14,78% a adición de carragenina del 0%, 2,5%, 5%, 7,5% y 10%, respectivamente. La mejor mezcla de carragenina y almidón de yuca fue de 5% con una resistencia de 4.68MPa siendo el valor más alto, pero la elongación fue de 19.48%; mientras que la adición de 0% carragenina la prueba de resistencia es menor con 1.1 Mpa y la elongación su valor es la más alta con 28.69%

30	Inglés	Indonesia	2108	Amri et al. Properties enhancement of	Properties enhancement of	No tiene	No tiene	Entrecruzamiento	T° (75°C)	Resistencia a la	El bioplástico	No tiene
----	--------	-----------	------	---------------------------------------	---------------------------	----------	----------	------------------	-----------	------------------	----------------	----------

IOP Publishing	cassava starch based bioplastics with addition of graphene oxide. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 345 (2018) 012025. Recuperado de: doi:10.1088/1757-899X/345/1/012025	cassava starch based bioplastics with addition of graphene oxide. (Mejora de las propiedades de los bioplásticos a base de almidón de yuca con adición de óxido de grafeno).	), pH(7), T( 30 - 60min )	tracción 3,92 Mpa, Elasticidad de 29.66 MPa Elongación de 13.22% y Degradación de 50% por medio de compost durante 8 días	producido usando el 15% de GO y 60 minutos de tiempo de mezcla tenía las más altas propiedades mecánicas con una resistencia a la tracción de 3,92 Mpa, una elongación de 13,22% y un módulo joven o elasticidad de 29,66 MPa. Además el porcentaje de biodegradabilidad del bioplástico de yuca con el aditivo de óxido de grafeno (GO) es mayor, siempre y cuando el tiempo de mezcla sea la más corta (30 min).
-------------------	--	--	---------------------------------------	---	---

Fuente: Elaboración propia.