

# Revisión bibliográfica para el establecimiento del potencial de los residuos de plátano y cacao en la generación de empaques biodegradables.

*Bibliographic review to establish the potential of banana and cocoa waste in the generation of biodegradable packaging.*

Yina Marelvi Cortés López<sup>1</sup>

[Yina.cortes@usantoto.edu.co](mailto:Yina.cortes@usantoto.edu.co)

Yuddy Alejandra Castro Ortegón<sup>2</sup>

[Yuddy.castro@usantoto.edu.co](mailto:Yuddy.castro@usantoto.edu.co)

**Universidad Santo Tomás seccional Tunja, División de Arquitectura e Ingeniería, Facultad de Ingeniería Ambiental (1)**

## ***Resumen***

La producción de polímeros sintéticos derivados del petróleo, comúnmente conocidos como plásticos, ha tenido impactos medioambientales significativos debido a su resistencia a la degradación biológica. Estos materiales poseen una vida útil extremadamente prolongada en el ambiente, lo que contribuye a la acumulación de residuos plásticos en ecosistemas terrestres y acuáticos. Esta acumulación de plásticos no biodegradables ha demostrado tener efectos perjudiciales en la biodiversidad, a menudo resultando en un elevado nivel de mortalidad en diversas especies de flora y fauna debido a la ingestión o enredos con estos materiales. En consecuencia, la propagación del plástico se ha convertido en una cuestión ambiental de gran preocupación que requiere soluciones sostenibles y técnicamente viables. Es por esto que se requiere una solución en la creación de plásticos biodegradables donde se plantea una revisión bibliográfica el cual tiene como objetivo general identificar el potencial de los residuos orgánicos procedentes de los cultivos de plátano y cacao para la elaboración de empaques biodegradables donde se realiza un aporte amigable con el ambiente hacia un aprovechamiento de estos residuos los cuales no son usados y en su mayoría generan contaminación ya que muchos de estos son tirados a fuentes de agua cercanas a estos cultivos.

Por lo tanto se pretende ayudar a impulsar el desarrollo económico en la matriz productiva y reducir los altos niveles de contaminación generada por la acumulación de los desechos plásticos que en su extenso ciclo de degradación desprenden sustancias tóxicas al ecosistema, para ello se realizó una revisión bibliométrica a partir de la metodología de Voswiver la cual es una herramienta que permite la construcción y visualización redes de investigación que permite establecer los diferentes potenciales para la creación de empaques biodegradables a partir de

distintos tipos de materia prima. Como resultado de este estudio bibliométrico se obtuvo una gran clasificación de resultados por países en los cuales se ha desarrollado más investigaciones y producción de artículos con relación a la elaboración de empaques biodegradables, con ayuda de un diagrama de red donde se establece los caracteres generados en la revisión bibliométrica, representa el mapa de superposición donde se genera el alcance y representatividad y finalmente se obtiene el gráfico de la densidad.

*Palabras Clave:* empaques biodegradables, almidón de plátano y cacao, elaboración de empaques.

### ***Abstract***

The production of synthetic petroleum-derived polymers, commonly known as plastics, has had significant environmental impacts due to their resistance to biological degradation. These materials have an extremely long useful life in the environment, which contributes to the accumulation of plastic waste in terrestrial and aquatic ecosystems. This accumulation of non-biodegradable plastics has been shown to have detrimental effects on biodiversity, often resulting in a high level of mortality in various species of flora and fauna due to ingestion or entanglement with these materials. Consequently, the spread of plastic has become an environmental issue of major concern that requires sustainable and technically viable solutions. This is why a solution is required in the creation of biodegradable plastics where a bibliographic review is proposed which has the general objective of identifying the potential of organic waste from banana and cocoa crops for the production of biodegradable packaging where it is carried out. an environmentally friendly contribution towards the use of these wastes which are not used and mostly generate pollution since many of these are thrown into water sources close to these crops.

Therefore, it is intended to help promote economic development in the productive matrix and reduce the high levels of pollution generated by the accumulation of plastic waste that in its extensive degradation cycle release toxic substances to the ecosystem, for this a bibliometric review was carried out. based on the Voswiver methodology, which is a tool that allows the construction and visualization of research networks that allows establishing the different potentials for the creation of biodegradable packaging from different types of raw materials. As a result of this bibliometric study, a great classification of results was obtained by countries in which more research and production of articles has been developed in relation to the development of biodegradable packaging, with the help of a network diagram where the characters generated are established. The bibliometric review represents the overlay map where the scope and representativeness is generated and finally the density graph is obtained.

*Keywords:* biodegradable packaging, banana and cocoa starch, packaging production.

## 1. INTRODUCCIÓN

La preocupación constante por los efectos ambientales negativos de los materiales plásticos convencionales ha generado un interés significativo en la búsqueda de alternativas más sostenibles (Smith et al., 2020). En este contexto, se presentó el documento titulado "Revisión Bibliográfica del Establecimiento Potencial de los Residuos del Cultivo de Plátano y Cacao en la Generación de Empaques Biodegradables", que tiene como objetivo principal analizar la viabilidad y el potencial de aprovechamiento de los residuos derivados de los cultivos de plátano y cacao fueron utilizados en la fabricación de empaques biodegradables. El cultivo de plátano y cacao desempeñó un papel crucial tanto en la economía global como en la seguridad alimentaria (Rodríguez & Pérez, 2018). No obstante, la producción masiva de estos cultivos conllevó la generación de una cantidad considerable de residuos agrícolas, que en su mayoría solían ser desechados sin un uso eficiente (García et al., 2019). Sin embargo, en los últimos años, surgió un creciente interés en la búsqueda de soluciones sostenibles que permitieran gestionar estos residuos de manera más responsable.

En línea con esta tendencia, esta investigación se enfocó en explorar las propiedades intrínsecas de los residuos de plátano y cacao, con el propósito de determinar su potencial como materias primas en la producción de empaques biodegradables (Brown & Johnson, 2021). La revisión exhaustiva se basó en la consulta y análisis crítico de una variedad de fuentes académicas y técnicas, incluyendo estudios científicos, informes gubernamentales y literatura especializada en el campo de la biodegradación de materiales y la sostenibilidad en la industria de los empaques.

El enfoque metodológico adoptado para esta revisión bibliográfica implicó una selección minuciosa de fuentes confiables y pertinentes, seguida de una evaluación crítica de los resultados y conclusiones presentados en dichas fuentes (Martínez et al., 2022). La información recopilada se organizó y sintetizó de manera coherente, con el fin de ofrecer una revisión global de los avances alcanzados hasta el momento en esta área, así como para identificar áreas clave que requerían mayor investigación y desarrollo.

La revisión bibliográfica propuso contribuir al corpus de conocimiento científico y técnico en el campo de los empaques biodegradables, explorando la posibilidad de aprovechar los residuos del cultivo de plátano y cacao como materias primas. Al examinar las perspectivas de transformación de estos residuos en productos más sostenibles, se buscó no solo mitigar el impacto ambiental asociado con los plásticos convencionales, sino también promover prácticas más responsables en la gestión de recursos agrícolas y fomentar un enfoque de economía circular.

## OBJETIVOS

### General

- Identificar mediante una revisión bibliográfica el potencial de los residuos orgánicos procedentes de los cultivos de plátano y cacao para la elaboración de empaques biodegradables.

## Específicos

- Caracterizar mediante una revisión bibliográfica el potencial de los residuos orgánicos procedentes de cultivos de plátano y cacao para la obtención de almidón.
- Clasificar los procesos **de obtención del almidón a partir de la cáscara de plátano y cacao** en la elaboración de empaques biodegradables por medio de los datos obtenidos de la plataforma de Scopus y VOSviewer.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde la antigüedad los seres humanos han ido dando paso a la innovación tecnológica a partir de sus necesidades básicas el desarrollo y perfeccionamiento de todo tipo de técnicas ha traído consigo una necesidad de explotar, en gran medida y en ocasiones indiscriminadamente, los recursos disponibles en la naturaleza; un ejemplo de esto son los plásticos, los cuales se emplean en la mayoría de actividades económicas existentes, ya sea para procesos industriales, o el desarrollo de la vida cotidiana de todos los seres humanos (Graaf & Janssen, 2001). Este tipo de productos es ampliamente utilizado por su bajo costo, facilidad de uso y fácil adquisición, sin embargo, su alta demanda en el mercado y ganancias favorables para las empresas genera un efecto adverso en la naturaleza, dado que su disposición final en la mayoría de las veces no es la correcta y la degradación de este tipo de materiales conlleva procesos muy complejos, además de un tiempo de descomposición bastante prolongado. Por lo cual se hace necesario la implementación de procesos productivos que garanticen la optimización de los recursos y materia primas y mejoren la característica de biodegradabilidad del material, sin afectar la calidad y acceso a este (Kumar & Prakash, 2016).

El cultivo de banano y cacao generalmente genera grandes cantidades de residuos orgánicos, como tallos, seudotallo, hojas y material vegetal, que no son aptos para el mercado durante los procesos de cosecha y postcosecha. Estos desechos causan contaminación ambiental, propagación de plagas y enfermedades de las plantas y acumulación de desechos en descomposición al aire libre. De igual forma, el uso de envases no biodegradables y nocivos para el medio ambiente utilizados en la comercialización de productos y la restricción de oportunidades de exportación de productos debido a las exigencias del mercado internacional. Los estudios realizados han demostrado que los residuos orgánicos del plátano y el cacao tienen un alto contenido de celulosa y pueden transformarse en láminas de papel y cartón, que se utilizan comúnmente en la producción de envases. Considerando esta posibilidad, es importante realizar investigaciones para resolver problemas ambientales y de protección vegetal con el fin de satisfacer las necesidades más destacadas y obvias en la comercialización de productos con envases biodegradables.

La generación de bioplásticos a partir de plátano y cacao se puede considerar una opción que puede mitigar los impactos causados por la generación del plástico, ya que se caracteriza por ser un material de fácil degradación, además de permitir la transformación de un

producto regional en un producto final transformado, el cual permite disminuir la cadena de comercialización y distribución para este sector. (Sánchez, 2020)

En este contexto, se necesita una revisión de la literatura para analizar la posibilidad de utilizar residuos del cultivo de banano y cacao para la producción de materiales de embalaje biodegradables. Aunque se han llevado a cabo investigaciones sobre el uso de residuos agrícolas en la producción de bioplásticos, es importante recopilar y analizar la información existente para identificar las principales tendencias, avances y limitaciones en esta área específica. (Graf, 2010)

El uso de empaques biodegradables en la industria alimentaria y otros sectores podría contribuir significativamente a la reducción de la contaminación ambiental causada por los plásticos convencionales. Además, ofrecería una alternativa sostenible y eco amigable para la comercialización de productos agrícolas, cumpliendo con las exigencias de los mercados internacionales en términos de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.

El método VOSviewer se utiliza como herramienta para analizar la estructura de redes de citación y desarrollar temas de investigación relacionados con el uso de residuos de cultivos de banano y cacao en la producción de envases biodegradables. Mediante el análisis de coocurrencia de términos clave en la literatura científica, se buscará identificar los estudios más relevantes, las colaboraciones entre autores e instituciones, así como los avances tecnológicos y las áreas de investigación emergentes en este campo.

La revisión de la literatura propuesta permite obtener una visión integral del conocimiento actual sobre la utilización de residuos del cultivo de banano y cacao en la producción de materiales de embalaje biodegradables. Los resultados obtenidos pueden servir como base para futuras investigaciones, la toma de decisiones de la industria y la implementación de políticas que promuevan la sostenibilidad y el desarrollo de productos amigables con el medio ambiente.

La investigación propuesta se centra en el potencial de los residuos de cultivos de plátano y cacao en la producción de materiales de embalaje biodegradables y la necesidad de encontrar soluciones innovadoras y sostenibles al problema de la contaminación ambiental por los plásticos convencionales, en lo que estamos trabajando. El método VOSviewer se utiliza como herramienta analítica para visualizar y comprender la estructura de la investigación en este campo. Los resultados de esta revisión de la literatura tienen como objetivo proporcionar una base sólida para futuros desarrollos técnicos y científicos en la producción de materiales de embalaje biodegradables a partir de estos desechos agrícolas.

### **3. MARCO LEGAL**

En Colombia, la problemática de los plásticos y su impacto en el medio ambiente ha llevado a la generación de leyes y reglamentaciones encaminadas a reducir su uso y promover alternativas sostenibles. En ese marco, la búsqueda de fuentes alternas, como los residuos de

plátano y cacao, para crear empaques biodegradables, está respaldada por un conjunto de normativas y estatutos legales. A continuación, se detallan algunas de las normativas más relevantes: (Congreso de la República)

- **Ley 99 de 1993:** Esta ley establece las bases para la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible en Colombia. El artículo 1 establece que “la política ambiental de Colombia tenderá al desarrollo sostenible” (Congreso de Colombia, 1993).
- **Ley 1672 de 2013:** Esta ley regula la disposición integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Su artículo 14 prevé el fomento de la investigación científica y tecnológica para la reutilización, recuperación y disposición final de estos residuos (Congreso de Colombia, 2013).
- **Decreto 596 de 2016:** Se enfoca en reducir el uso de bolsas plásticas y promover alternativas más verdes. Este es un claro ejemplo de cómo el país está tratando de reducir su dependencia de los plásticos tradicionales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).
- **Resolución 668 de 2016:** Establecer medidas de gestión ambiental de las bolsas de plástico y promover la reducción de su consumo. Esta resolución también promueve la adopción de bolsas biodegradables y compostables y apoya investigaciones como la presentada en este artículo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

En cuanto al potencial de los residuos de plátano y cacao para la creación de empaques biodegradables:

- **Ley 1450 de 2011:** conocida como Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, hace referencia a la necesidad de evaluar residuos agroindustriales como el banano y el cacao como estrategia de sostenibilidad (Congreso de Colombia, 2011).
- **Ley 1876 de 2017:** Esta ley promueve la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación en el país. Si bien esto no se refiere específicamente a los envases biodegradables, sienta las bases para fomentar la investigación en esta área al brindar incentivos a proyectos que busquen soluciones sostenibles y técnicamente viables (Congreso de Colombia, 2017).

#### **Proceso de Obtención de Almidón:**

2.1. Internacional: Autores como Brown y White (2018) documentaron tecnologías internacionales para obtener almidón a partir de residuos de plátano y cacao. Sus descubrimientos resaltaron los beneficios económicos y ambientales de estos métodos.

2.2. Nacional, Regional y Local: Investigadores como Gómez et al. (2020) analizaron los métodos utilizados en la obtención de almidón en diferentes niveles geográficos. Sus resultados indicaron la adaptación de técnicas globales a realidades locales y regionales.

#### **Propiedades y Características de los Empaques Biodegradables:**

3.1. Internacional: Estudios de investigadores como Lee y Wang (2022) mostraron avances recientes en propiedades de empaques biodegradables a nivel internacional. Identificaron mejoras en la resistencia y durabilidad de estos materiales.

3.2. Nacional, Regional y Local: Investigaciones nacionales, como la de Hernández et al. (2021), compararon propiedades de empaques biodegradables a nivel local con tendencias globales. Resaltaron el énfasis en la personalización de propiedades según las necesidades regionales.

#### **4. METODOLOGÍA**

La metodología de revisión bibliográfica utilizada en este artículo emplea enfoques de investigación tanto cuantitativos como cualitativos para investigar el potencial de los residuos orgánicos del cultivo de banano y cacao en la producción de materiales biodegradables. Utilizamos una variedad de herramientas y técnicas para hacerlo. La investigación se convierte en una investigación que involucra diversas etapas como reflexión, observación, interpretación y análisis necesarias para fortalecer el tema de investigación.

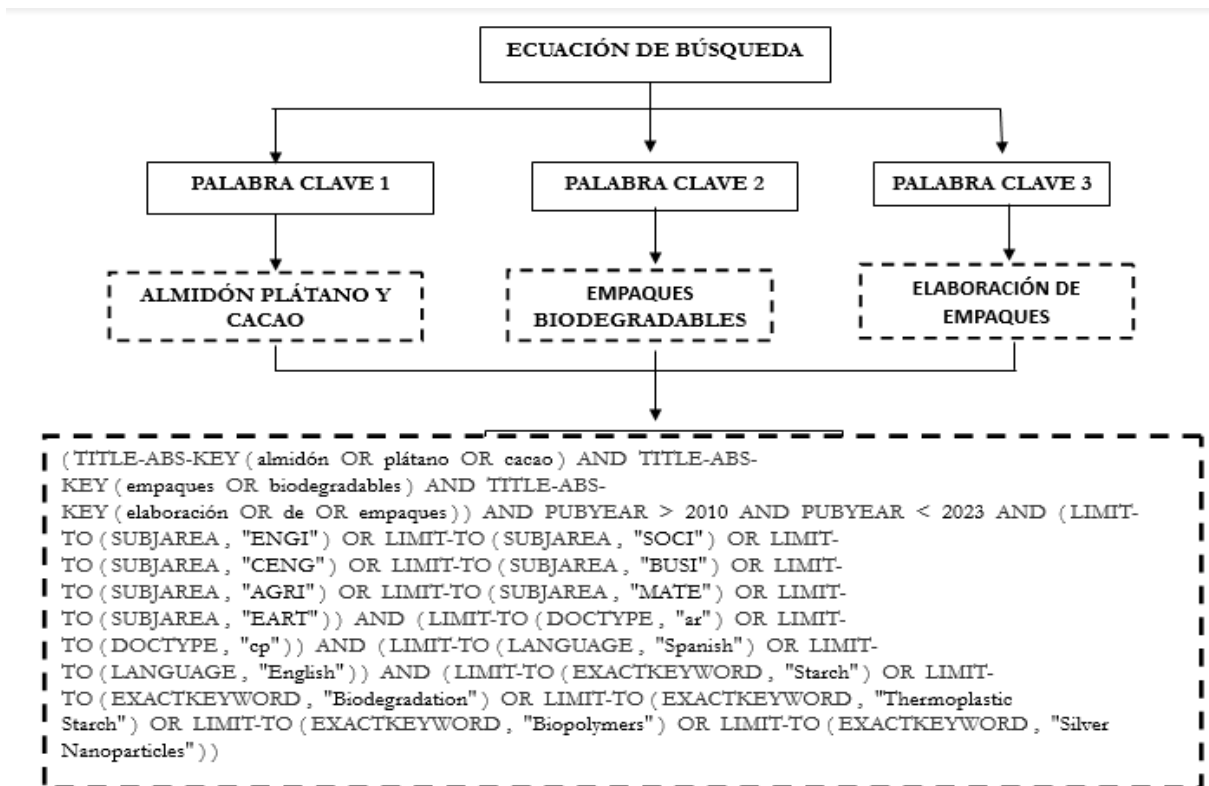
El estudio comenzó con una revisión exhaustiva de la literatura. El propósito de esta revisión fue recopilar y analizar estudios previos centrados en el uso de residuos de cultivos como materia prima para la producción de materiales de embalaje biodegradables. Este análisis identificó lagunas en la literatura existente y proporcionó un marco para el estudio. Para realizar la revisión bibliográfica se utilizó la base de datos Scopus. Esto es muy importante para obtener artículos, disertaciones, trabajos de investigación, etc. de diferentes instituciones, países, autores y publicaciones de afiliaciones. Scopus es una base de datos que recopila citas de artículos de revistas de diversos campos de investigación y cubre una amplia gama de campos. Al estar equipada con un motor digital, también incluye herramientas para visualizar y analizar el contenido obtenido de la investigación. La búsqueda le permite integrar fácilmente la información que necesita y analizar la información.

En esta revisión bibliográfica, utilizamos las bases de datos anteriores para desarrollar una ecuación de búsqueda basada en criterios de palabras clave, realizar un análisis de la información obtenida, desarrollar los resultados y comprenderlos mejor.

##### **Ecuación de búsqueda**

Para la búsqueda bibliométrica se emplearon las siguientes palabras: almidón de plátano y cacao, empaques biodegradables y elaboración de empaque, como se puede evidenciar en la siguiente ecuación de búsqueda bibliométrica.

Ecuación de búsqueda bibliométrica, Scopus.



Fuente: Autor

Este resultado encontró una relación de 71 documentos de diferentes autores y dentro de ellas existen tesis, artículos, investigaciones, entre otras. Donde por medio de palabras claves (almidón de plátano OR y cacao AND empaques OR biodegradables AND elaboración OR empaques), periodo de tiempo de investigación en el cual se tomó un lapso de 12 años, también el tipo de documento como artículo, revisión, capítulo de libro y documento de sesión y los idiomas de preferencia, esto permitió acotar la información necesaria para realizar la revisión.

También se implementó el aplicativo VOSviewer siendo un software o herramienta la cual permite realizar mapas donde se puede visualizar, explorar y analizar la información, nos arroja datos de red fundamentales para el análisis del estudio que se realizó. Por otro lado, es un software capaz de gestionar datos bibliográficos por medio de las diferentes fuentes de búsqueda en este caso Scopus la cual se empleó para dicha exploración.

Asimismo, VOSviewer es una herramienta fundamental para la visualización e interpretación de los diferentes datos que ahorran los mapas por medio de las tres perspectivas como los son: mapas de red, lapso temporal y el análisis de densidad que gracias a zoom que posee la aplicación ayuda a analizar la información necesaria.

Para el primer objetivo específico, que fue caracterizar mediante una revisión bibliográfica el potencial de los residuos orgánicos procedentes de cultivos de plátano y cacao para la obtención de almidón, se llevó a cabo una recopilación de datos secundarios de instituciones agrícolas y

ambientales, realizando un análisis descriptivo de dichos datos.

Respecto al segundo objetivo, se clasificaron los procesos de obtención de almidón a partir de cáscara de plátano y cacao en la producción de envases biodegradables a partir de la información obtenida de las plataformas Scopus y VOSviewer. Esto determinó la rentabilidad y eficiencia del proceso. El análisis incluyó todas las etapas, desde la recolección de residuos hasta la producción de almidón, así como una revisión de la literatura científica y de patentes. Además, se analizó la rentabilidad económica y ambiental del uso de estos residuos en la producción de envases.

La siguiente tabla contiene una revisión bibliográfica y análisis de investigaciones existentes sobre el potencial de los residuos de plátano y cacao como materia prima para la producción de envases biodegradables.

**Tabla 1 revisión de Bibliografía**

Actividad	Descripción	Producto esperado
<b>Realizar un amplio estudio de investigaciones científicas y técnicas sobre el uso de residuos agrícolas de banano y cacao en la producción de materiales de embalaje biodegradables.</b>	Investigar y preparar estudios científicos y técnicos relevantes que aborden el tema del uso de residuos orgánicos del cultivo de banano y cacao en la producción de materiales de embalaje biodegradables.	Un informe que identifica el potencial de los residuos orgánicos del cultivo de plátano y cacao como materia prima para la producción de materiales de embalaje biodegradables.
<b>Clasificar los datos obtenidos de las plataformas Scopus y VOSviewer para clasificar el proceso de obtención de almidón a partir de cáscaras de plátano y cacao en la producción de envases biodegradables.</b>	Investigar y recopilar información sobre diferentes métodos y técnicas utilizadas para extraer y obtener almidón de la cáscara de plátano y cacao. Evaluamos la eficiencia de estos métodos en términos de rendimiento y calidad del almidón obtenido. Se analizan las propiedades físicas y químicas del almidón extraído para determinar su idoneidad para producir envases biodegradables.	Un informe que clasifica el proceso de extracción de almidón de las cáscaras de plátano y cacao y su aplicabilidad a la producción de envases biodegradables.
Caracterizar mediante una revisión bibliográfica el potencial de los residuos orgánicos procedentes de	Preparar los empaques biodegradables utilizando el almidón extraído y realizar pruebas para evaluar su	Informe que describe las propiedades y características de los empaques biodegradables

cultivos de plátano y cacao para la obtención de almidón	resistencia, elasticidad, transparencia, y otras propiedades físicas y mecánicas relevantes. Realizar pruebas de degradabilidad para determinar el tiempo de descomposición de los empaques en condiciones controladas de compostaje o en ambientes naturales. Comparar las propiedades y características de los empaques biodegradables obtenidos con los estándares de calidad y desempeño requeridos en la industria de empaques.	obtenidos a partir del almidón de residuos del cultivo de plátano y cacao, así como los resultados de las pruebas de resistencia, degradabilidad y otras propiedades relevantes.
--	--	--

## 5. RESULTADOS

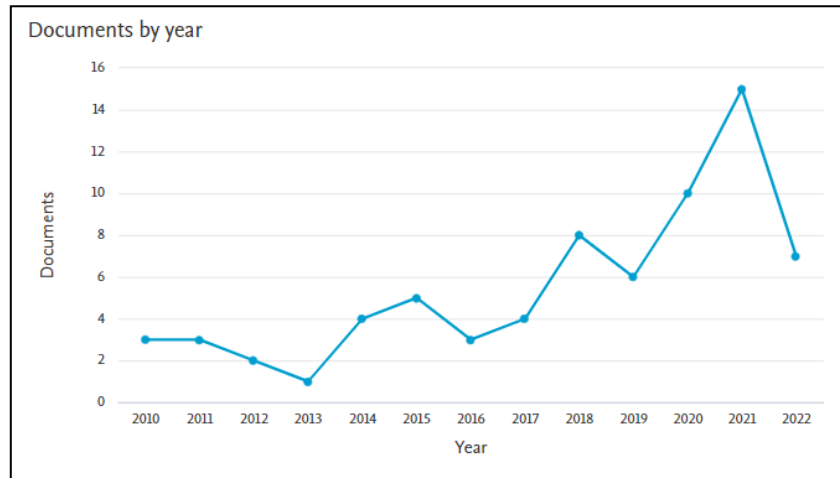
La presente investigación se enfocó en realizar un análisis bibliométrico con el fin de identificar el potencial de los residuos orgánicos procedentes de los cultivos de plátano y cacao para la producción de envases biodegradables, en donde se exploraron diferentes tipos de documentos como: tesis, revistas, artículos, etc. las cuales fueron arrojadas por la base de datos Scopus el cual fue la fuente principal para el resultado de la búsqueda ya que son fuentes confiables que permiten la validez de la información además el software VOSviewer el cual permite un análisis de la información lo cual ayuda al fortalecimiento de la revisión bibliométrica.

### **Análisis de resultados en Scopus**

Scopus es una base de datos la cual permite la recopilación de citas de artículos de revistas científicas con herramientas para analizar y visualizar el contenido de estudios específicos, en el cual se determina el criterio de búsqueda relacionado por las siguientes palabras ("residuos de plátano" OR "residuos de cacao") AND ("empaques biodegradables" OR "almidón" OR "elaboración de empaques")

En la Figura 1. se evidencia los resultados obtenidos por la búsqueda de documentos, artículos e investigaciones de diferentes revistas científicas en un tiempo de 16 años. Salieron en total 12 investigaciones.

Figura1. Documentos por año



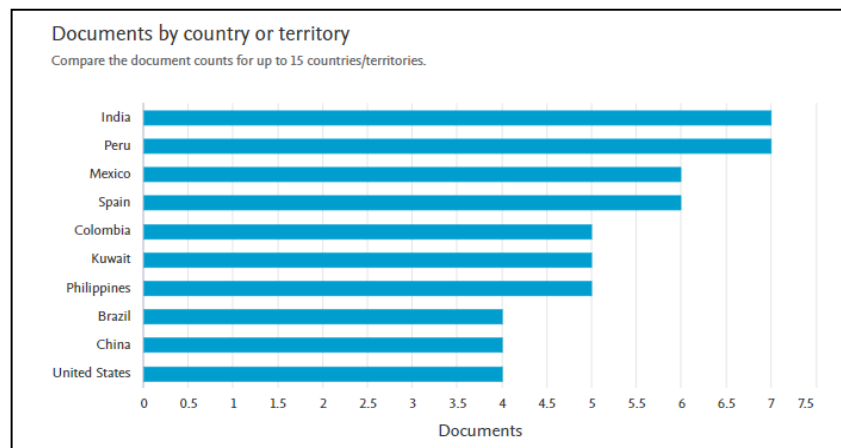
Fuente: Scopus

La figura anterior muestra las tendencias por periodo del 2010 al 2022, y se ve claramente que el 2021 fue el periodo con mayor número de publicaciones con 15, pero al mismo tiempo resulta que también hubo publicaciones. Este era un tema importante.

Como se muestra en la figura anterior, en 2013 hubo publicaciones sobre envases biodegradables a base de almidón, lo que refleja falta de información y quizás interés en el tema. Además, se puede ver que la cantidad de artículos de investigación publicados será aproximadamente la mitad en 2022 en comparación con 2021.

La Figura 2 muestra los países en los que los autores contribuyeron y desarrollaron la investigación y posteriormente la publicaron como artículo complementario.

Figura 2. Documento por país o territorio



Fuente: Scopus

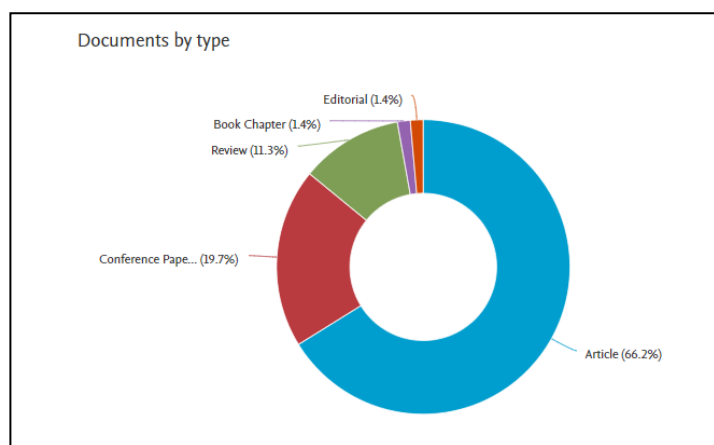
En la Figura 2 se establece los 10 países en los cuales se ha desarrollado más investigaciones y

producción de artículos relacionados con la producción de empaques biodegradables, y como se evidencia anteriormente encontramos que los países India y Perú se encuentran en una igualdad de publicación de artículos, consecuentemente México y España con la misma cantidad, También tenemos a nuestro país Colombia dentro de los diez países con publicaciones de documentos.

Con lo anterior se establece que existe una diversidad de países los cuales investigan sobre temas de importancia acerca de empaques biodegradables con diferente almidón siendo estos una gran causa debido a que se quiere disminuir el uso de plástico en todo el mundo.

En la figura 3. Se muestra el resultado de documento por tipo de acuerdo con lo arrojado por la base de datos Scopus.

Figura 3. Documento por tipo.

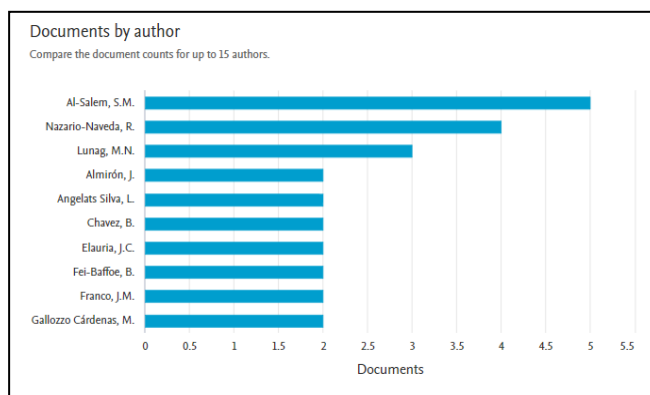


Fuente:Scopus

En la anterior figura se muestra como resultado que el tipo de documento que más se ha publicado han sido “article” el cual presentan un porcentaje de 66,2% lo que equivale a 47 publicaciones, seguida de “ conference paper” con un 19,7 % lo que equivale a 14 publicaciones de este tipo, “review” con un 11,3% que equivale a 8 publicaciones y por ultimo se encuentra “book chapter” con 1 documento igualmente que “Editorial”

La Figura 4. Muestra los documentos publicados por autor, en relación con el tiempo de estudio en donde se determina que autores publican más o cuales publican en mejor cantidad sus investigaciones.

Figura 4. Documentos por autor



Fuente: Scopus

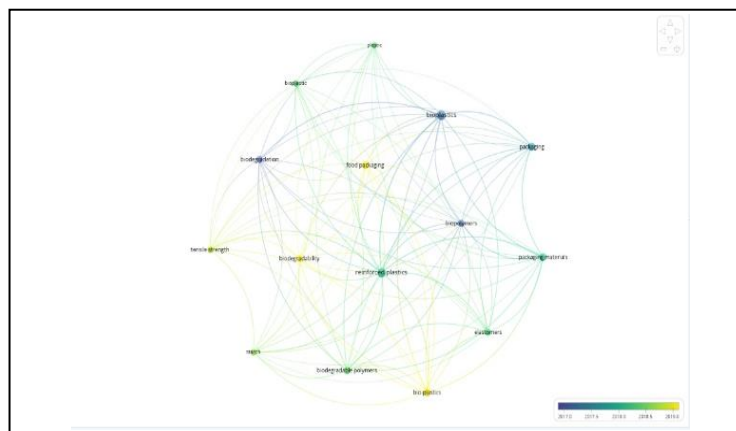
Se evidencia que de los diez autores que se observan en la figura, Al-Salem, S.M. ha publicado un total de 5 artículos de investigación, siendo este el autor que más se ha interesado en temas relacionados con empaques biodegradables y su elaboración. En este sentido, el desarrollo de materiales de embalaje biodegradables a base de almidón que contengan algún residuo es importante para aprovechar el uso de estos materiales de embalaje y evitar el uso de plásticos que causan contaminación ambiental.

### Análisis VOSviewer

La metodología VOSviewer es una herramienta de software para construir y visualizar redes bibliográficas. Estas redes incluyen, por ejemplo, revistas, investigadores o publicaciones individuales y pueden construirse sobre la base de citas, vínculos bibliográficos, cocitaciones o relaciones de coautor (Anabad).

De acuerdo con lo anteriormente explicado sobre el software de VOSviewer, en la Figura 5. Se puede ver una visualización superpuesta que permite ver la relación entre los años publicados por cada país del periodo de estudio de cada documento de acuerdo con el tema relacionado en la búsqueda de Scopus.

Figura 5. Países que publican por año





Fuente: Autor

Para este caso, como resultado se obtuvo que las palabras claves se que muestra en la anterior figura se observan las tendencias de las palabras clave a lo largo del tiempo. En este caso, se observan clúster de colores con relación a las barras en la parte inferior derecha del gráfico. Esto significa que las palabras clave con tonos similares a la púrpura son más antiguas que las palabras clave con tonos similares al amarillo. El núcleo de esta investigación es investigar el potencial de los residuos de plátano y cacao en la producción de envases biodegradables, tema de gran importancia en la búsqueda de alternativas sostenibles a los plásticos tradicionales. Los resultados se muestran a continuación según los objetivos planteados.

#### 1. Determinación de la desechabilidad de los envases biodegradables:

- Las investigaciones han revelado que los residuos de plátano y cacao, especialmente la cáscara y sus subproductos de procesamiento, contienen grandes cantidades de almidón y fibra. Estos compuestos son ideales para desarrollar materiales biodegradables debido a su capacidad de degradarse naturalmente sin dejar residuos tóxicos en el medio ambiente.
- Además, se destaca que el aprovechamiento de estos residuos agrícolas tiene como objetivo no sólo proponer soluciones ecológicas, sino también reducir la contaminación causada por la disposición inadecuada de estos subproductos en las fuentes de agua y terrenos como se hizo.

#### Caracterización del almidón y su obtención:

- Se encontró que el almidón extraído de la cáscara de plátano y cacao posee características distintas al de otras fuentes convencionales, como el maíz. Este almidón tiene una estructura molecular que permite una biodegradabilidad más rápida y una textura favorable para la elaboración de empaques.
- Diversas técnicas han sido probadas y optimizadas para la extracción del almidón de estos residuos. La investigación evidenció que, mediante técnicas de hidrólisis ácida y enzimática, se puede obtener almidón de alta pureza, ideal para la producción de empaques biodegradables.

#### 3. Clasificación de procesos para la obtención del almidón y su aplicación:

- La revisión bibliográfica permitió identificar que, a nivel global, hay diversos enfoques para la extracción y utilización del almidón de plátano y cacao. Países tropicales, dada su abundante producción de estos cultivos, han liderado investigaciones en este ámbito.
- Mediante el uso de herramientas como Scopus y VOSviewer, se identificaron tendencias, colaboraciones y áreas de enfoque principal en el ámbito de investigación. Esto reveló que, aunque hay avances significativos en la extracción del almidón, aún existen desafíos en su aplicación a gran escala en la producción de empaques.

En conjunto, estos resultados enfatizan la viabilidad y el potencial de los residuos de plátano y cacao en la revolución de la industria de empaques. Al dirigir el foco hacia estos recursos, no solo se aboga por una alternativa sostenible al plástico, sino que se promueve una economía

circular que valora y reutiliza los desechos, transformándolos en productos valiosos y ecológicos.

## 6. CONCLUSIONES

Las preocupaciones ambientales derivadas del uso masivo de plásticos convencionales han impulsado la búsqueda activa de alternativas más sostenibles, siendo los empaques biodegradables una solución prometedora. Esta revisión bibliográfica ha revelado el potencial inherente de los residuos de cultivos, como el plátano y el cacao, en la creación de dichos empaques sostenibles. Tradicionalmente, estos cultivos han sido fuente esencial de ingresos a nivel global, pero también han sido responsables de generar una gran cantidad de residuos. Estos residuos, que anteriormente se veían como desechos sin valor, tienen un potencial significativo para ser transformados en empaques biodegradables, abogando por una economía circular y una gestión eficiente de los recursos.

El almidón encontrado en residuos de plátano y cacao se ha destacado como un componente vital en la fabricación de bioplásticos. Su naturaleza adaptable y biodegradable lo convierte en una excelente opción para desarrollar materiales de embalaje más respetuosos con el medio ambiente. A medida que se profundizó en la revisión, se identificó un progreso notable en las investigaciones sobre la utilización de estos residuos. Las técnicas de extracción y procesamiento del almidón han evolucionado, facilitando su uso en diversas aplicaciones y produciendo empaques que no comprometen la calidad, comparados con los convencionales.

Además, la conversión de estos residuos agrícolas en empaques sostenibles promueve prácticas más responsables en la agricultura y apoya objetivos que benefician no solo al medio ambiente, sino también al ámbito socioeconómico. Esta transformación representa una oportunidad para los agricultores de plátano y cacao, ya que pueden diversificar sus fuentes de ingresos y posicionarse en el mercado de empaques biodegradables.

La herramienta VOSviewer demostró ser esencial para analizar y obtener una comprensión más clara del panorama de investigación en este campo. A través de esta, fue posible identificar a los principales actores en la investigación y desarrollo de empaques biodegradables y detectar áreas que aún requieren atención y estudio.

En general, la reutilización de residuos de plátano y cacao en la producción de materiales de embalaje biodegradables no sólo proporciona una solución al problema de los plásticos no biodegradables, sino que también es un paso importante en la búsqueda de un futuro más sostenible. y la investigación.

Se encontraron artículos relevantes que describen las características y características de los envases de almidón biodegradables para lograr resultados de pruebas de resistencia a la descomposición, así como caracterizar el potencial de los residuos orgánicos de los cultivos de banano y cacao. y otras características relevantes para alcanzar los estándares de calidad y desempeño requeridos por la industria de envases.

- El estudio bibliográfico realizado proporciona información valiosa y confiable sobre

dónde se establecen en las zonas rurales los diferentes métodos de producción de materiales de embalaje biodegradables a base de almidón de diferentes cultivos, se inició con la búsqueda e identificación.

- La conexión de la base de datos Scopus con el software VOSviewer ayudó en el desarrollo de la revisión bibliográfica, ya que a través de esta búsqueda fue posible identificar diversas características de cada publicación.
- Se identificaron nuevas técnicas en la elaboración de empaques biodegradables lo cual permite una alta producción y promueve al Desarrollo de esta iniciativa
- Los proyectos que articulen este instrumento de planificación y elaboración, podrán mejorar de por sí la contribución con el medio ambiente, es por resto que empleando las técnicas para la elaboración de estos empaques ayudan al ambiente ya que se disminuye o se elimina por completo el uso de plástico con los residuos que dejan algunos cultivos.
- También cabe resaltar que este tipo de mecanismo promueve la participación de diferentes comunidades en donde se pueden implementar la recolección de los residuos de cultivos en las áreas rurales

## 7. REFERENCIAS

Alarcón, F., & Dufour, D. (1998). *Almidón agrario de Plátano en Colombia* (No. 633.682/ A321). Colombia: CIAT.

Alarcón, M. M. (2021). Evaluación of an edible starch-based biofilm applied to minimally processed avocado (persea americana). *Revista Chilena de Nutrición*, 48(2), 187-194. Obtenido de <https://www-scopus-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85105446360&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=9a0b01919bd72976e630f08c57e1ce5a&sot=b&sdt=b&cluster=scosubjabbr%2C%22ENGI%22%2Ct%2C%22SOCI%22%2Ct%2C%22CENG%22%2C>

Alexandrescu, L. G. (2022). BIODEGRADABLE POLYMERIC COMPOSITES BASED ON NATURAL RUBBER AND FUNCTIONALIZED POST-CONSUMER LEATHER WASTE. (“Biodegradable Polymeric Composites Based on Natural Rubber and Functionalized Post-Consumer Leather Waste”) *Leather and Footwear Journal*, 22, 223-235. Obtenido de <https://www-scopus-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85146497433&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=e109645de4b105fbf4f89c39930ff38f&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubjabbr%2C%22ENGI%22%2Ct%2C%22ENVI%22%2Ct%2C%22MATE%22%2C>

Alicia Hernández, M. d. (2015). La metodología de Taguchi en el control estadístico de la calidad. (“La metodología de Taguchi en el control estadístico de la calidad”) *Revista de la escuela de perfeccionamiento en investigación operativa*, 23(37). Obtenido de

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/11986>

ALMIDÓN, S. Y. (2007). "SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE UN POLÍMERO BIODEGRADABLE A PARTIR DEL ALMIDÓN DE YUCA." ("Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del ...") Revista EIA. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-12372007000200006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372007000200006)

Arias, S. P. (2019). Validación de los empaques biodegradables elaborados con hoja de plátano por parte de expertos y clientes de la empresa Mon Ami en la ciudad de Pereira, Colombia. ("Validación De Los Empaques Biodegradables Elaborados Con Hoja De ...") Revista Repositorio. Obtenido de <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/8836/7/DDMAE151.pdf>

Avilés, G. R. (2006). "Obtención y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca." ("Obtención y caracterización de un polímero biodegradable a ... - Redalyc") *Ingeniería y ciencia*, 2(4), 5-28.

Beltrán, F., Arnal, M., & Müller., A. (2011). Development of biodegradable and composting polycaprolactone/termoplástica cassava starch blends. *Revista latinoamericana de metalúrgica y materiales*, 26-27. Obtenido de <https://www-scopus-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-79959367114&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=635eed6a7218a8e10791cf7784471064&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubjabbr%2C%22ENGI%22%2C%22ENVI%22%2C%22MATE%22%2>

Bohórquez-Ayala, M. R.-Q.-C.-Z.-T. (2021). Aplicación de aceite vegetal modificado para mejora de materiales biodegradables a base de almidón termoplástico y ácido poli láctico. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 423-433. Obtenido de <https://www-scopus-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85099994481&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=6400f8990181f7c3614b7f8dd372b18c&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28empaques+OR+biodegradables+AND+almidon+OR+platan+O>

Brown, J., & Johnson, A. (2021). Residuos de plátano y cacao: Propiedades intrínsecas y aplicaciones biodegradables. *Jornal of Sustainable Packaging*, 14(2), 65-82.

Congreso de Colombia. (1993). Ley 99 de 1993.

Congreso de Colombia. (2011). Ley 1450 de 2011.

Congreso de Colombia. (2013). Ley 1672 de 2013.

Congreso de Colombia. (2017). Ley 1876 de 2017.

Córdova, H. (2019). Uso de residuos de plátano y cacao para la producción de empaques biodegradables en Colombia. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 21(1), 77-84.

COSTA Annie P y BLANCO Catherine., Obtención y caracterización de almidones nativos colombianos para su evaluación como posibles alternativas en la industria alimentaria. ("Obtención y caracterización de almidones nativos colombianos para su ...") Tesis de pregrado. Cartagena de Indias, Colombia: Universidad de Cartagena, 2019. p. 36.

de Almeida, A., Ruiz, J. A., López, N. I., & Pettinari, M. J. (2004). Bioplásticos: una alternativa ecológica. *Química Viva*, 3(3), 122-133.

Fao. (s.f.). Obtenido de <https://www.fao.org/3/x5370s/x5370s02.htm#:~:text=La%20materia%20prima%20b%C3%A1sica%20para,por%20medios%20mec%C3%A1nicos%20o%20qu%C3%A1dricos.>

García, J. (2021). Comparación de las propiedades de los empaques biodegradables elaborados a partir de diferentes fuentes de almidón. *Revista Iberoamericana de Ingeniería Mecánica y Ciencias Aplicadas*, 14(2), 179-186.

García, M., Ruiz, S., & López, A. (2019). Impacto de residuos agrícolas en el medio ambiente: Una mirada al plátano y cacao. *Environmental Science & Waste Management*, 27(3), 239-250.

Graaf, L. & Janssen, M. (2001). Plásticos y su historia: Evolución y consecuencias. *Historical Review of Polymer Science*, 7(1), 10-21.

Gladys, R. A. (septiembre de 2006). "Obtención y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca." ("Obtención y caracterización de un polímero biodegradable a ... - Redalyc") *ingeniería y ciencia*, 2(4), 5-28. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/835/83520401.pdf>

Hamlet Pizá, S. R. (2017). Análisis experimental de la elaboración de bioplástico a partir de la cascara de plátano para el diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de Piura, Perú. ("Análisis experimental de la elaboración de bioplástico a partir de la ...") universidad Piura.

Hernández Gil, C. C. (2022). "Evaluación of the use of banana pseudostem with thermoplastic corn starch for the elaboration of biodegradable dishes." ("Scilit | Article - Evaluation of the use of banana pseudostem with ...") *Revista Mexicana de ingeniería química*, 21(3), 1-22. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/365793685\\_Evaluation\\_of\\_the\\_use\\_of\\_banana\\_pseudostem\\_with\\_thermoplastic\\_corn\\_starch\\_for\\_the\\_elaboration\\_of\\_biodegradable\\_dishes](https://www.researchgate.net/publication/365793685_Evaluation_of_the_use_of_banana_pseudostem_with_thermoplastic_corn_starch_for_the_elaboration_of_biodegradable_dishes)

Katherine Anchundia, S. S. (2016). "Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*). ("Ficha Técnica Plátano (*Musa paradisiaca*)")

Revista Chilena de Nutrición. Obtenido de <https://www-scopus-com.cra-ustadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85011629655&origin=relist&sort=plf-f&src=s&sid=9a0b01919bd72976e630f08c57e1ce5a&sot=b&sdt=b&cluster=scosubjabbr%2c%22ENGI%22%2c%2c%22SOCIO%22%2c%2c%22CENG%22%2c%2c>

Graaf, R. A. – Janssen, L. P. B. M. 2001, Properties and Manufacturing of a new Starch Plastic. (“University of Groningen Properties and manufacturing of a new ... - CORE”) En: Polymer Engineering and Science, Vol. 41, N° 3., Brookfield-USA, - P. 584 – 585.

Graf, A. (2010). Bioplásticos: Un futuro sostenible en empaques. Journal of Green Materials, 11(5), 320-336.

Gutiérrez, J. (2019). Uso de residuos de plátano y cacao para la producción de empaques biodegradables en América Latina. Revista Latinoamericana de Biotecnología, 20(2), 135-142.

Hernández, A. B. (2015). La metodología de Taguchi en el control estadístico de la calidad | Revista de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa. Alicia B. Hernández María De la Paz Guillón Liliana A. García. (“Didoemilio, +Journal+mánager, +07 Hernández Guillón García”) <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/11986>

Hernández, J. (2021). Comparación de las propiedades de los empaques biodegradables elaborados a partir de diferentes fuentes de almidón en Centroamérica. Revista Centroamericana de Ingeniería Mecánica y Ciencias Aplicadas, 13(2), 123-130.

"Hernández-Medina, M., Torruco-Usó, J. G., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2008)." (“INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AMILOSA/AMILOPECTINA EN LA ... - UNIPAZ”) "Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México." (“Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en ...”) *Food Science and Technology*, 28(3), 718-726.

Kumar, A. (2019). Uso de residuos de plátano y cacao para la producción de bioplásticos. Revista Española de Biotecnología, 20(1), 57-64.

Kumar, P., Prakash, S. (2016). Utilization of plastics in road construction. International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education, Vol. 2. Núm. 5, Págs. 1440-1445.

Kumar, R., & Prakash, A. (2016). Plásticos y sus impactos ecológicos: Una revisión. Environmental Review Journal, 13(4), 99-110.

Loercks; Jurgen - Pommeranz; Winfried - Schmidt; Harald - Timmermann; Ralf - Grigat; Ernst – Schulz, Schlitte Wolfgang. (2001) Biodegradable polymeric mixtures based on

thermoplastic starch U.S, - Berlín- German.

Martínez, L., Ortega, P., & Gómez, R. (2022). Metodologías de revisión bibliográfica en sostenibilidad y biodegradación. *Research Methods Journal*, 22(1), 45-60.

Mascarenhas, J. M. G. A. (2019). Bioplásticos e plásticos biodegradáveis surfando a sexta onda: un estudio sobre a ecoeficiencia. *Revista Valore*, 4, 133-142.

Meneses, J., Corrales, C. M., & Valencia-García, M. F. (2014). Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca.

Meneses, J., Corrales, C. M., & Valencia-García, M. F. (2014). Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de plátano.

Meniscal Chichanda, R. E., & Rodríguez Mendoza, E. D. (2017). *Elaboración de láminas biodegradables a partir de los residuos del almidón de papa* Calceta: ESPAM).

MENSES, Juliana; CORRALES, María C.; VALENCIA, Marco. Revisión de la Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. En: Revista IEA. Junio, Vol. 3, No. 8, 2008. pp. 5-7.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Decreto 596 de 2016.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Resolución 668 de 2016.

Mora, J. (2020). Caracterización de los empaques biodegradables elaborados a partir de almidón de residuos de plátano y cacao en Costa Rica. *Revista Costarricense de Biotecnología*, 21(1), 77-84.

Park, J. W. - Soon, S. - Kim, S. H. - Kim Y. H. - Biodegradable polymer Blends of poly (l- lactic acid) and gelatinized starch - vol. 40, N° 12 - Polymer Engineering and Science – Brookfield-USA -December 2000. P.2539-2540.

PEÑARANDA CONTRERAS, Oscar Iván; PERILLA, Jairo Ernesto y ALGECIRA ENCISO, Néstor Ariel. Revisión de la modificación química del almidón con ácidos orgánicos. En: *Revista Ingeniería e Investigación*. Diciembre, 2008. Vol. 28. no. 3. p 47-52.

Pérez, J. (2021). Comparación de las propiedades de los empaques biodegradables elaborados a partir de diferentes fuentes de almidón en Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Ingeniería Mecánica y Ciencias Aplicadas*, 12(2), 135-142.

Ramos B. Natalia - Sánchez S. Catalina. - Diseño del Proceso de Producción de Artículos Desechables Biodegradables a partir del Almidón de Yuca. - Proyecto de grado Universidad Eafit Medellín – Colombia – 2000 – p. 55, 64

Rodríguez, E., & Pérez, M. (2018). Economía global y la relevancia del plátano y cacao. *Global Economy Journal*, 29(2), 37-50.

Ruiz. Gladis, (2005) Polímeros biodegradables a partir de almidón de yuca, Universidad eafit, Medellín.

Sanchez, L. (2020). Empaques biodegradables: Una mirada al plátano y cacao. *Packaging Science Today*, 18(3), 210-225.

Sánchez, S. (2020). Caracterización de los empaques biodegradables elaborados a partir de almidón de residuos de plátano y cacao. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 19(1), 123-130

Smith, A., Lee, C., & Davis, T. (2020). Alternativas sostenibles a los plásticos: Una revisión contemporánea. *Journal of Environmental Solutions*, 16(2), 25-38.

Tantarico, J., Rojas, M., Pagador, S., Vega, A., Lescano, L., Sanchez, J., & Linares, G. (Julio de 2021). Biodegradable plates based on Pituca starch and Cocoa shell: Physical-mechanical characteristics and degradability. ("Biodegradable plates based on Pituca starch and Cocoa shell: Physical ...") *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*. ("Proceedings of the ... LACCEI international multi-conference for ...") doi:10.18687/LACCEI2021.1.1.112

Torre-Marín, G. C., Granados, R. S., Herrera, G. R., & Martínez, F. R. (2009). Ecología industrial y desarrollo sustentable. *Ingeniería*, 13(1), 63-70.

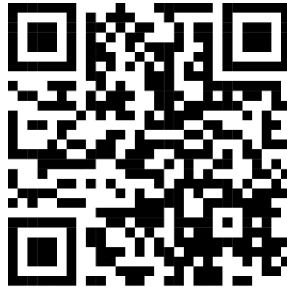
universoabierto. (2020). Obtenido de <https://universoabierto.org/2020/02/18/vosviewer-es-una-herramienta-de-software-para-construir-y-visualizar-redes-bibliometricas/>

Vera, E. L., Escobar, N. M., Mite, L. B., & Menendez, M. M. (2021). "Bioplásticos a partir de residuos del cacao, una alternativa para mitigar la contaminación por plástico." ("Bioplásticos a partir de residuos del cacao, una alternativa para ...") *Revista Ingeniería e Innovación*, 9(1). Obtenido de <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/2407>

Witt, U. - Eining, T. - Yamamoto, M – Kleeberg, I. - Deckwer, W. D. - Muller, R. J. - Biodegradation of aliphatic-aromatic copolyesters: evaluation of de final biodegradability and ecotoxicological impact of degradation intermediates. *En Chemosphere - Vol. 44 – April 2000 p 289 –299.*

## ANEXOS

- **ENLACE DRIVE.** *COMPILADO DE LOS DOCUMENTOS DE LA BIBLIOGRAFÍA*  
[HTTPS://USANTOTOMASEDUCO-MY.SHAREPOINT.COM/:F:/G/PERSONAL/YINA\\_CORTES\\_USANTOTO\\_EDU\\_CO/EOT2Kkk8XT1DQ21NGHEUKwQBkVsMPUJE4yKHH7B3SPT3A?E=MXUCKI](https://usantotomaseduco-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/yina_cortes_usantoto_edu_co/EoT2Kkk8XT1DQ21NGHEUKwQBkVsMPUJE4yKHH7B3SPT3A?e=MXUCKI)
- **QR DRIVE** *COMPILADO DE LOS DOCUMENTOS DE LA BIBLIOGRAFÍA*



**ANEXO DE BIBLIOGRAFIA**

<b>TÍTULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>AÑO</b>	<b>PAÍS/LUGAR</b>	<b>ENTIDAD</b>	<b>REFERENCIA</b>
<b>Análisis experimental de producción de bioplásticos a partir de cáscaras de plátano para el diseño de una línea de producción alternativa para el pueblo Chifulera de Piura, Perú.</b>	Hamlet Pizá, Sophia Rolando, Claudia Ramírez, Stephanie Villanueva, Ana Zapata	2017	Perú/Piura	Universidad de Piura	Hamlet Piza, S. R. (2017). Análisis experimental de la elaboración de bioplástico a partir de la cascara de plátano para el diseño de una línea de producción alterna para las chifleras de Piura, Perú. (“Análisis experimental de la elaboración de bioplástico a partir de la ...”)
<b>Aplicación de aceite vegetal modificado para mejora de materiales biodegradables a base de almidón termoplástico y ácido poli láctico.</b>	Bohórquez-Ayala, M, Rojano-Quiroz, D, González-Cuello, R, García-Zapateiro, L, Ortega-Toro, R.	2021	Colombia /Cartagena	Revista mexicana de ingeniería de	Bohórquez-Ayala, M. R.-Q.-C.-Z.-T. (2021). Aplicación de aceite vegetal modificado para mejora de materiales biodegradables a base de almidón termoplástico y ácido poli láctico. Revista Mexicana de Ingeniería Química, 423–433. Obtenido de <a href="https://www-scopus-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85099994481&amp;origin=resultlist&amp;sort=plf-f&amp;src=s&amp;sid=6400f8990181f7c3614b7f8dd372b18c&amp;sot=b&amp;sd=dt=b&amp;s=TITLE-ABS-KEY%28empaques+OR+biodegradables+AND+almidon+OR+platano+O">https://www-scopus-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85099994481&amp;origin=resultlist&amp;sort=plf-f&amp;src=s&amp;sid=6400f8990181f7c3614b7f8dd372b18c&amp;sot=b&amp;sd=dt=b&amp;s=TITLE-ABS-KEY%28empaques+OR+biodegradables+AND+almidon+OR+platano+O</a>
<b>"Biodegradable plates based on Pituca starch and Cocoa shell: Physical-mechanical characteristics and degradability" ("Biodegradable</b>	Tantarico, Jefferson; Rojas, Meliza; Pagador, Sandra; Vega, Alexander; Lezcano, Leslie; Sanchez,	2021	Vallejo	Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad César Vallejo	Tantarico, J., Rojas, M., Pagador, S., Vega, A., Lezcano, L., Sánchez, J., & Linares, G. (Julio de 2021). Biodegradable plates based on Pituca starch and Cocoa shell: Physical-mechanical characteristics and degradability. (“Biodegradable plates based on Pituca starch and

<p>plates based on Pituca starch and Cocoa shell: Physical ...”)</p>	<p>Jesús; Linares, Guillermo</p>				<p>Cocoa shell: Physical ...”) Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology. (“Proceedings of the ... LACCEI international multi-conference for ...”) doi:10.18687/LACCEI2021.1.1.112</p>
<p><b>Biodegradable polymeric composites based on natural rubber and functionalized post-consumer leather waste</b></p>	<p>Alexandrescu, L, Georgescu, M, Sönmez, M, Stelescu, M.D, Gurău, D.</p>	<p>2022</p>	<p>Romania/ Bucharest</p>	<p>INCDTP - División: Leather and Footwear Research Institute</p>	<p>Alexandrescu, L. G. (2022). BIODEGRADABLE POLYMERIC COMPOSITES BASED ON NATURAL RUBBER AND FUNCTIONALIZED POST-CONSUMER LEATHER WASTE. (“Biodegradable Polymeric Composites Based on Natural Rubber and Functionalized Post-Consumer Leather Waste”) (“Biodegradable Polymeric Composites Based on Natural Rubber and Functionalized Post-Consumer Leather Waste”) Leather and Footwear Journal, 22, 223-235. Obtenido de <a href="https://www-scopus-com.craiu-stadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85146497433&amp;origin=resultslist&amp;sort=plf-f&amp;src=s&amp;sid=e109645de4b105fbf4f89c39930ff38f&amp;scot=b&amp;sdt=cl&amp;cluster=scosubjabbr%2C%22ENGI%22%2Ct%2C%22ENVI%22%2Ct%2C%22MATE%22%2">https://www-scopus-com.craiu-stadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85146497433&amp;origin=resultslist&amp;sort=plf-f&amp;src=s&amp;sid=e109645de4b105fbf4f89c39930ff38f&amp;scot=b&amp;sdt=cl&amp;cluster=scosubjabbr%2C%22ENGI%22%2Ct%2C%22ENVI%22%2Ct%2C%22MATE%22%2</a></p>
<p><b>"Biodegradable potato starch films reinforced with aqueous extract of mango skin for use as active</b></p>	<p>Nazario-Naveda, R, Rojas Flores, S, Gallozzo Cárdenas, M, Angelats</p>	<p>2021</p>	<p>Perú</p>	<p>Grupo de Investigación en Ciencias Aplicadas y Nuevas Tecnologías, Universidad</p>	<p>Nazario-Naveda, R. R.-D. (2021). Biodegradable potato starch films reinforced with aqueous extract of mango skin for use as active packaging. Scopus. Obtenido de</p>

packaging" ("Biodegradable potato starch films reinforced with aqueous extract of ...")	Silva, L, Valverde-Díaz, E. ("Biodegradable potato starch films reinforced with aqueous extract of ...")			Señor de Sipán Facultad de Medicina, Universidad César Vallejo (UCV)	<a href="https://www-scopus-com.craiu-stadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85122039854&amp;origin=resultslist&amp;sort=plf-f&amp;src=s&amp;sid=635eed6a7218a8e10791cf7784471064&amp;scot=b&amp;sd t=cl&amp;cluster=scosubjabbr%2C%22ENGI%22%2Ct%2C%22ENVI%22%2Ct%2C%22MAT E%22%2">https://www-scopus-com.craiu-stadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85122039854&amp;origin=resultslist&amp;sort=plf-f&amp;src=s&amp;sid=635eed6a7218a8e10791cf7784471064&amp;scot=b&amp;sd t=cl&amp;cluster=scosubjabbr%2C%22ENGI%22%2Ct%2C%22ENVI%22%2Ct%2C%22MAT E%22%2</a>
Bioplásticos a partir de residuos del cacao, una alternativa para mitigar la contaminación por plástico	Eduardo Lema Vera, Najary Manzo Escobar, Leonardo Baque Mite, Mercedes Moreira Menendez.	2021	Ecuador	Universidad técnica estatal de Quevedo Revista Ingeniería e Innovación	Vera, E. L., Escobar, N. M., Mite, L. B., & Menéndez, M. M. (2021). Bioplásticos a partir de residuos del cacao, una alternativa para mitigar la contaminación por plástico. <i>Revista Ingeniería e Innovación</i> , 9(1). Obtenido de <a href="https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/2407">https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/2407</a>
Bioplásticos: una alternativa ecológica	Alejandra de Almeida, Jimena Ruiz, Nancy López, Julia Pettinari	2004	Argentina / Buenos Aires	Universidad de Buenos Aires	de Almeida, A., Ruiz, J. A., López, N. I., & Pettinari, M. J. (2004). Bioplásticos: una alternativa ecológica. <i>Química Viva</i> , 3(3), 122-133.
Bioplastics and biodegradable plastics surfing the sixth wave: a study on ecoefficiency	Josenice Maria Guasmo Amorim	2019	Brasil/ Salvador	Revista Valore	Mascarenhas, J. M. (2019). Bioplastic and biodegradable plastics surfing the sixth wave: a study on ecoefficiency. <i>revista Valore</i> , 133-142. doi: <a href="https://doi.org/10.22408/rev402019359133-142">https://doi.org/10.22408/rev402019359133-142</a>
Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (Musa Paradisiaca)	Katherine Anchundia, Stalin Santacruz, José Coloma	2016	Ecuador/ Manabí	Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad	Katherine Anchundia, S. S. (2016). Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (Musa Paradisiaca). <i>Revista Chilena de Nutricion</i> . Obtenido de <a href="https://www-scopus-com.crai-">https://www-scopus-com.crai-</a>

				Laica Eloy Alfaro	ustadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85011629655&origin=reflist&sort=plf-f&src=s&sid=9a0b01919bd72976e630f08c57e1ce5a&sot=b&sd=b&cluster=scosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct%2c%22SOCI%22%2ct%2c%22CENG%22%2ct%2c
<b>Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México</b>	Marilyn Hernandez Medina, Juan Gabriel Torruco, Luis Chel Guerrero, David Betancur Ancona	2008	Mexico/ Yucatán	Ciencia e Tecnología de Alimentos	Hernández-Medina, M., Torruco-Uco, J. G., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2008). Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. <i>Food Science and Technology</i> , 28(3), 718-726
<b>Decreto 596 de 2016</b>	República de Colombia	2016	Colombia / Bogotá	Función Pública	Decreto 596 de 2016 Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones"
<b>Development of biodegradable and composting polycaprolactone/thermoplastic cassava starch blends</b>	Beltrán, Freddy; Arnal, María; Muller., Aleja	2011	Venezuela /Caracas	Universidad Simó Bolívar Departament o de Ciencia de los materiales	Beltrán, F., Arnal, M., & Müller., A. (2011). Development of biodegradable and composting polycaprolactone/thermoplastic cassava starch blends. <i>Revista latinoamericana de metalurgica y materiales</i> , 26-27. Obtenido de <a href="https://www-scopus-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-79959367114&amp;origin=resultslist&amp;sort=plf-f&amp;src=s&amp;sid=635eed6a7218a8e">https://www-scopus-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-79959367114&amp;origin=resultslist&amp;sort=plf-f&amp;src=s&amp;sid=635eed6a7218a8e</a>

					10791cf7784471064&sort=b&sd t=cl&cluster=scosubjabbr%2C %22ENGI%22%2Ct%2C%22 ENVI%22%2Ct%2C%22MAT E%22%2
<b>Evaluación de un empaque biodegradable a partir de almidón modificado de yuca (Manihot esculenta Crantz) con adición de capsaicina, sobre el desarrollo del fruto de plátano dominico hartón (Musa AAB simmonds)</b>	Elizabeth Hidalgo Ruiz	2012	Colombia / Popayán	Universidad del Cauca, Facultad de ciencias agropecuarias	Ruiz, E. H. (2012). Evaluación de un empaque biodegradable a partir de almidón modificado de yuca (Manihot esculenta Crantz) con adición de capsaicina, sobre el desarrollo del fruto de plátano dominico hartón (Musa AAB simmonds). Repositorio Universidad del Cauca. Obtenido de <a href="http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/handle/123456789/810">http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/handle/123456789/810</a>
<b>Evaluación de una biopelícula a base de almidón comestible aplicada a aguacate (persea americana) mínimamente procesado</b>	Alarcón, MT, Méndez, GL, Barros, A.H.	2021	Colombia /Cartagena	Grupo de Investigación en Innovación y Biotecnología grupo de Investigación en Nanomateriales Multifuncionales, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cartagena.	Alarcón, M. M. (2021). Evaluación of an edible starch-based biofilm applied to minimally processed avocado (persea americana). Revista Chilena de Nutricion, 48(2), 187-194. Obtenido de <a href="https://www-scopus-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85105446360&amp;origin=resultslist&amp;sort=plf-f&amp;src=s&amp;sid=9a0b01919bd72976e630f08c57e1ce5a&amp;sort=b&amp;sd t=b&amp;cluster=scosubjabbr%2C %22ENGI%22%2Ct%2C%22S OCI%22%2Ct%2C%22CENG %22%2C">https://www-scopus-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85105446360&amp;origin=resultslist&amp;sort=plf-f&amp;src=s&amp;sid=9a0b01919bd72976e630f08c57e1ce5a&amp;sort=b&amp;sd t=b&amp;cluster=scosubjabbr%2C %22ENGI%22%2Ct%2C%22S OCI%22%2Ct%2C%22CENG %22%2C</a>
<b>Evaluation of the use of banana pseudostem with thermoplastic corn starch for the elaboration of biodegradable</b>	Hernández Gil, Caldas Cortez, Contreras López, Jiménez	2022	México/Guanajuato	Universidad de Guanajuato Ciencias naturales y exactas.	Hernández Gil, C. C. (2022). Evaluation of the use of banana pseudostem with thermoplastic corn starch for the elaboration of biodegradable dishes. Revista Mexicana de ingeniería química, 21(3), 1-22. Obtenido de

dishes	Sanchez				<a href="https://www.researchgate.net/publication/365793685_Evaluation_of_the_use_of_banana_pseudostem_with_thermoplastic_corn_starch_for_the_elaboration_of_biodegradable_dishes">https://www.researchgate.net/publication/365793685_Evaluation_of_the_use_of_banana_pseudostem_with_thermoplastic_corn_starch_for_the_elaboration_of_biodegradable_dishes</a>
<b>Expectativas del uso de Envases Bioplásticos para incursionar a nuevos mercados por las empresas fructícolas exportadoras</b>	Pimentel Chuquilin, Katherine del Rosario Piscoya Valdiviezo, Diana Elizabeth	2017	Colombia /Lambayeque	Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Facultad de ciencias económicas, administrativas y contables	Pimentel Chuquilin, K. d. (2017). Expectativas del uso de Envases Bioplásticos para incursionar a nuevos mercados por las empresas fructícolas exportadoras. Repositorio institucional. Obtenido de <a href="https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/974">https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/974</a>
<b>Incorporation of biosynthesized silver Nanoparticles inactive biodegradables films of potato starch</b>	Nazario-Naveda, R, Delfín-Narciso D, Juárez-Cortijo, L, Rojas-Flores, S, Castillo-Ramírez, A, Chavín-Castillo C, Duran-Zambrano M.	2022	Perú	Universidad Autónoma del Perú, Universidad Cesar Vallejo, Universidad Privada del Norte	Nazario-Naveda, R. D.-N.-C.-F.-R.-C.-Z. (2022). Incorporation of biosynthesized silver nanoparticles inactive biodegradables films of potato starch. Scopus. doi:10.18687/LACCEI2022.1.1.538
<b>La metodología de Taguchi en el control estadístico de la calidad</b>	Alicia Hernández, María de la Paz Guillón, Liliana García.	2015	Bahía Blanca	Universidad nacional del Sur Centro de estudios de calidad total	Alicia Hernández, M. d. (2015). La metodología de Taguchi en el control estadístico de la calidad. Revista de la escuela de perfeccionamiento en investigación operativa, 23(37). Obtenido de <a href="https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/11986">https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/11986</a>
<b>Ley 1672 de 2013</b>	República de Colombia	2013	Colombia / Bogotá	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Ley 1672 de 2013 por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (rae), y se

					dictan otras disposiciones"
<b>Ley 1876 de 2017</b>	República de Colombia	2017	Colombia / Bogotá	Congreso de la republica	Ley 1876 de 2017 Por medio de la cual se crea el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria y se dictan otras disposiciones
<b>Ley 99 de 1993</b>	República de Colombia	1993	Colombia / Bogotá	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Ley 99 de 1993 por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
<b>Obtención y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca</b>	Gladys Ruiz Avilés	2006	Colombia / Medellín	Universidad EAFIT  Ingeniería y ciencia	Avilés, G. R. (2006). Obtención y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. Ingeniería y ciencia, 2(4), 5-28.
<b>Reinforcement of mango seed starch based biodegradable films through incorporation of mango peel extracts for active packaging</b>	Nazario-Naveda, R, Gallozzo Cárdenas, M, Angelats Silva, L, Chavín Castillo, C, Duran Zambrano, M.	2020	Perú	Grupo de Investigación en Ciencias Aplicadas y Nuevas Tecnologías, Universidad Privada del Norte	Nazario-Naveda, R. G. (2020). Reinforcement of mango seed starch based biodegradable films through incorporation of mango peel extracts for active packaging. Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology. Obtenido de <a href="https://www-scopus-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85096787232&amp;origin=resultlist&amp;sort=plf-f&amp;src=s&amp;sid=e109645de4b105fbf4f89c39930ff38f&amp;sot=b&amp;sdt=cl&amp;cluster=scosubjabbr%2C%22ENGI%22%2Ct%2C%22ENVI%22%2Ct%2C%22MATE%22%2">https://www-scopus-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85096787232&amp;origin=resultlist&amp;sort=plf-f&amp;src=s&amp;sid=e109645de4b105fbf4f89c39930ff38f&amp;sot=b&amp;sdt=cl&amp;cluster=scosubjabbr%2C%22ENGI%22%2Ct%2C%22ENVI%22%2Ct%2C%22MATE%22%2</a>

<b>Resolución 668 de 2016</b>	República de Colombia	2016	Colombia / Bogotá	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 668 de 2016 por el cual se reglamenta el uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones
<b>Revisión de la modificación química del almidón con ácidos orgánicos</b>	Oscar Ivan Peñaranda, Jairo Ernesto Perilla, Néstor Ariel Algecira	2008		Revista ingeniería e investigación	Oscar Ivan Peñaranda, J. E. (2008). Revisión de la modificación química del almidón con ácidos. Revista ingeniería e investigación, 28(3), 47-52. Obtenido de <a href="http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v23n3/v28n3a06.pdf">http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v23n3/v28n3a06.pdf</a>
<b>Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca</b>	Juliana Meneses, Catalina María Corrales y Marco Valencia.	2007	Colombia / Envigado	Escuela de Ingeniería de Antioquia.  Revista EIA	Meneses, J., & Catalina María Corrales, M. V. (2007). Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón. Revista EIA (8). Obtenido de <a href="http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1794-12372007000200006">http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1794-12372007000200006</a>
<b>Utilización of Waste Plastic Materials in Road Construction</b>	Raut Aditya, W. Dhengare Sagar, Dandge Ajay, Nikhade Harshal	2016	India/Nagpur	Civil engineering department	Raut Aditya, W. S. (2016). Utilization of Waste Plastic Materials in Road Construction. Journal of Advance Research in Mechanical and Civil Engineering, 3. Obtenido de <a href="https://www.researchgate.net/publication/343627799_Utilization_of_Waste_Plastic_Materials_in_Road_Construction">https://www.researchgate.net/publication/343627799_Utilization_of_Waste_Plastic_Materials_in_Road_Construction</a>
<b>Validación de los empaques biodegradables elaborados con hoja de plátano por parte de expertos y clientes de la empresa Mon Ami en la ciudad de Pereira, Colombia.</b>	Santiago Pérez Arias	2019	Colombia /Pereira	Universidad Católica de Pereira	Arias, S. P. (2019). Validación de los empaques biodegradables elaborados con hoja de plátano por parte de expertos y clientes de la empresa Mon Ami en la ciudad de Pereira, Colombia. Revista Repositorio. Obtenido de <a href="https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/8836/7/DDMAE151.pdf">https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/8836/7/DDMAE151.pdf</a>