

Desarrollo de Bioplástico a Base de Almidón de Maíz para la Producción Sostenible

Carlos Andres Sierra Flores 12011259

Productos Industriales Honduras & Productos Químicos Honduras

- **Sobre el Rubro de las Empresas**

Se especializan en la fabricación y distribución de productos industriales, abarcando áreas como maquinaria, herramientas, y soluciones tecnológicas para sectores productivos.

- **Definición del Problema**

Honduras actualmente se enfrenta a una problemática significativa debido al uso indiscriminado de plásticos derivados del petróleo, cuyos efectos negativos sobre el medio ambiente; al no ser biodegradables contribuyen a la acumulación de residuos en los océanos, suelos, alcantarillas, desagües y ecosistemas.



Productos
Industriales
Honduras



Productos
Químicos
Honduras

Objetivos

- **General**

Desarrollar bioplástico a base de almidón de maíz con características óptimas de resistencia, como alternativa sostenible en Tegucigalpa, Francisco Morazán, mediante Diseño de Experimentos.

- **Específicos**

1. Identificar el tipo de maquinaria adecuada para la producción de bioplásticos a base de almidón de maíz, para las variables de temperatura, presión y velocidad en la calidad final del producto, utilizando la herramienta de diseño factorial.
2. Seleccionar el proceso de producción de bioplásticos a base de almidón de maíz para los factores que afectaran el tiempo de curado, temperatura de secado y proporción de plastificantes mediante un diseño factorial.
3. Evaluar los efectos de diferentes aditivos en las propiedades mecánicas del bioplástico a base de almidón, cómo los refuerzos y plastificantes adicionales para la resistencia del material, aplicando análisis de varianza (ANOVA).
4. Realizar la validación de las propiedades mecánicas del bioplástico a base de almidón de maíz mediante triangulación por expertos, analizando aspectos de resistencia.

Metodología

- **Enfoque/Alcance:** Se utilizo un enfoque cuantitativo para recopilar y analizar datos numéricos relacionados con las propiedades mecánicas de los bioplásticos a base de almidón de maíz. Y un alcance experimental para evaluar de manera precisa el impacto de cada variable en las propiedades mecánicas.

- **Población:** La población está constituida por todos los materiales posibles que se obtienen para la fabricación de bioplásticos en base de almidón de maíz.

Población 1: 1.8 Kg de almidón de maíz

Población 2: 5 aditivos diferentes

Población 3: 5 tipos de plastificantes

- **Muestreo:** Se realizo un muestreo estratificado con el fin de que todas las variedades de material (almidón, plastificante y aditivos) estén especificadas en experimental, así como temperatura, presión, velocidad estén representadas con proporción.

$$n_i = n \cdot \frac{N_i}{N}$$

Donde:

n_i : Tamaño de la muestra

N_i : Tamaño de la población

N : Tamaño total de la población

n : Tamaño total de la muestra requerida para toda la población

Metodología

- **Muestra:** La muestra esta compuesta por un conjunto representativo de materiales y sus combinaciones clave, seleccionados estratégicamente para evaluar su influencia en el desarrollo y optimización del proceso de producción de bioplásticos. Esta selección permitió un análisis integral de cuáles serían las cantidades ideales para el tamaño de la muestra asegurando una evaluación precisa de las propiedades y resistencia del bioplástico final.

- **Muestra 1:** 1.8 Kg de almidón de maíz

$$n_1 = \frac{1.8}{11.8} \times 8 \approx 1.22$$

- **Muestra 2:** 5 tipos de aditivos

$$n_2 = \frac{5}{11.8} \times 8 \approx 3.39$$

- **Muestra 3:** 5 plastificantes

$$n_3 = \frac{5}{11.8} \times 8 \approx 3.39$$

Instrumentos, Técnicas de Ingeniería Aplicadas y validación

Instrumentos:

- Microscopio
- Calorímetro
- Maquinaria de extrusión y moldeo

Técnicas:

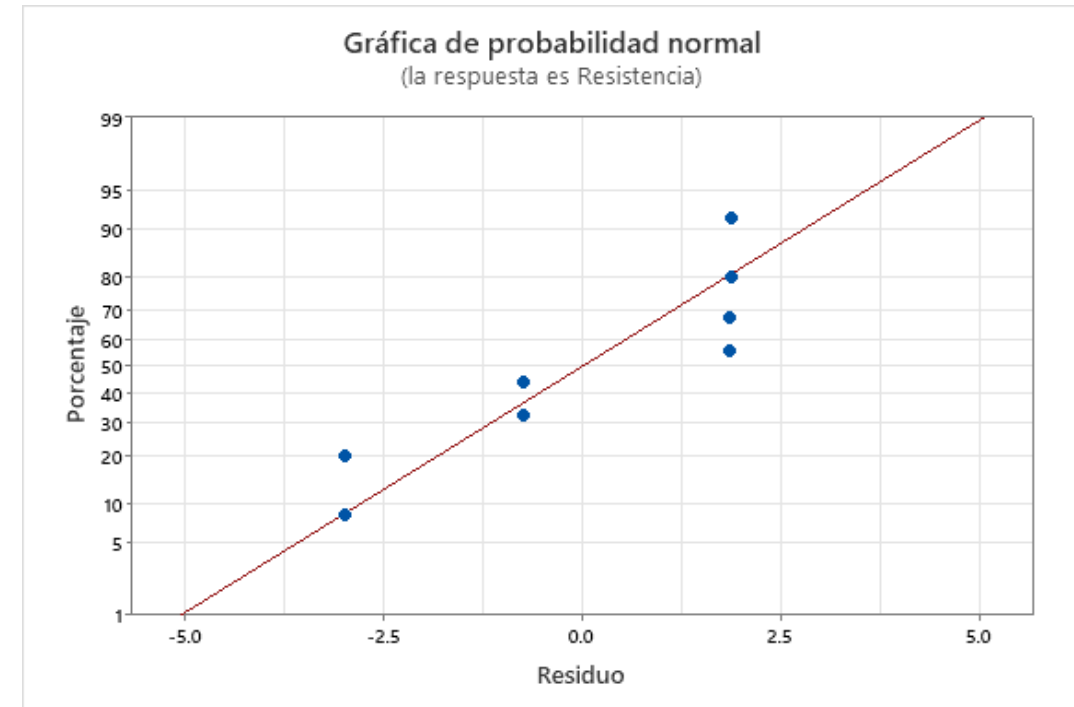
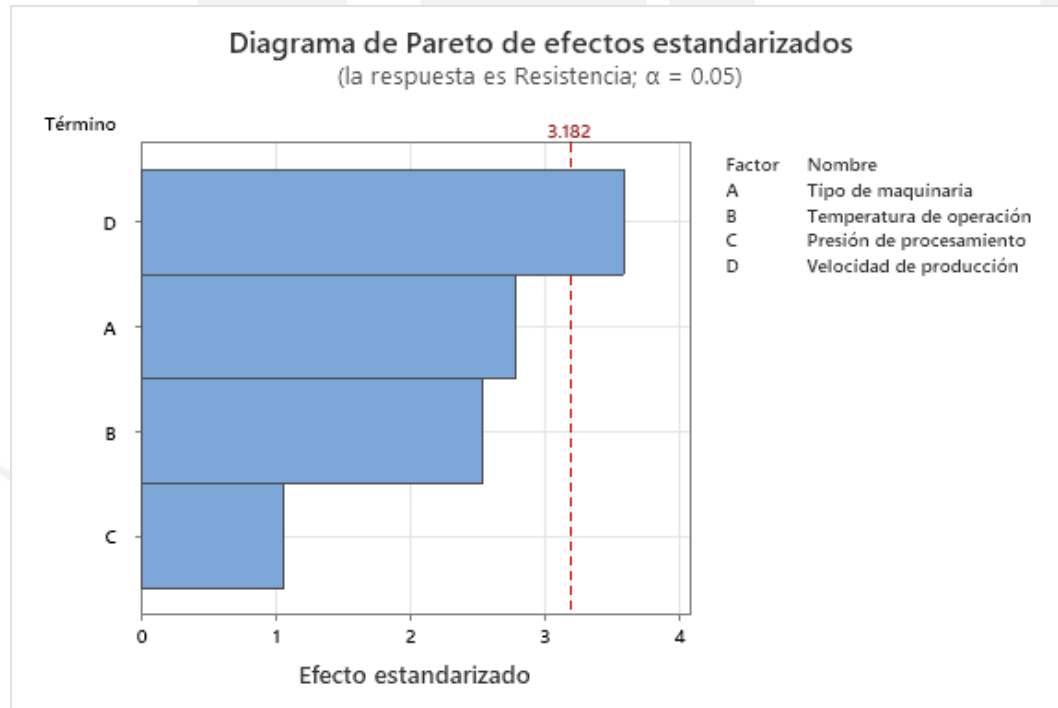
- Diseño de experimentos
- Análisis de varianza (ANOVA)
- Minitab

Validación de instrumentos: Se llevaron a cabo corridas de prueba en diferentes condiciones controladas, utilizando tanto la prensa de compresión como la extrusora, con variaciones en la temperatura de operación, presión de procesamiento y velocidad de producción.

Identificación de factores y niveles		
Factor	Nivel	Valor
Tipo de maquinaria	Nivel 1	Extrusora
	Nivel 2	Prensa de Compresión
Temperatura de operación	Nivel 1	120°C
	Nivel 2	150°C
Presión de procesamiento	Nivel 1	50 Mpa
	Nivel 2	70 Mpa
Velocidad de producción	Nivel 1	10 RPM
	Nivel 2	20 RPM

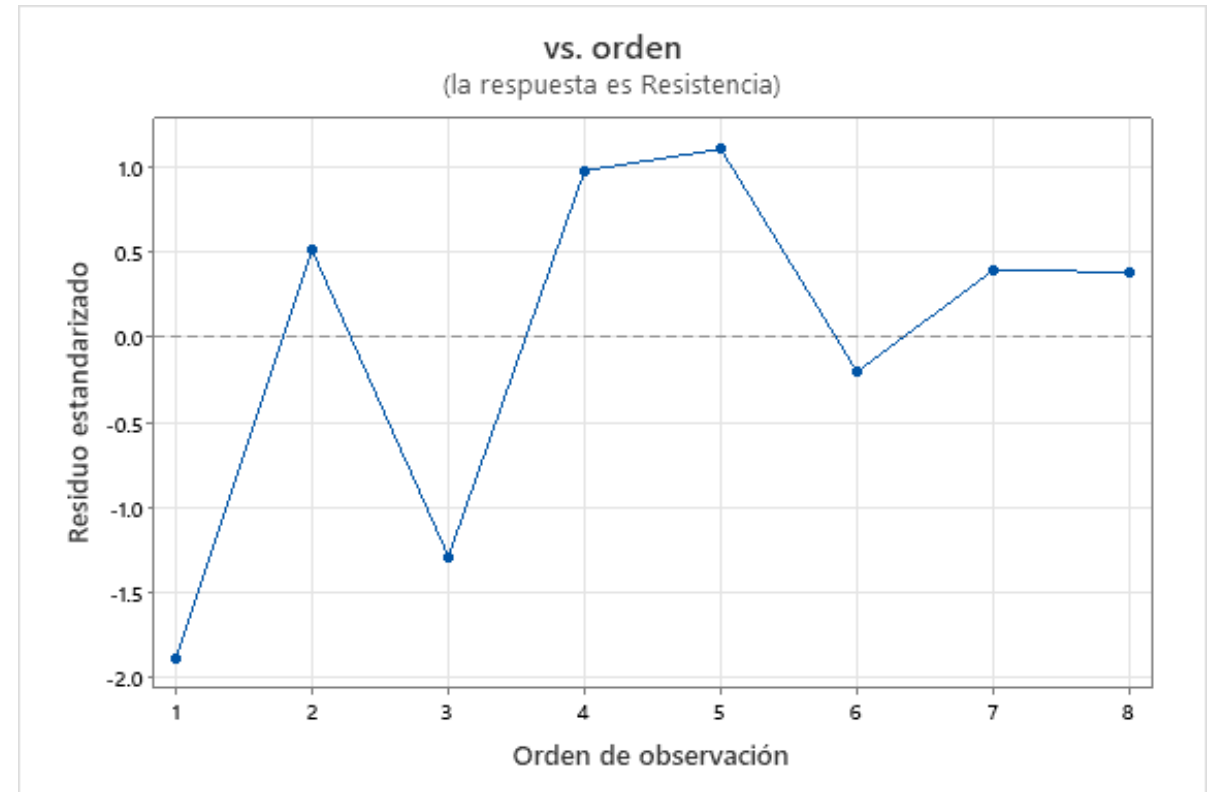
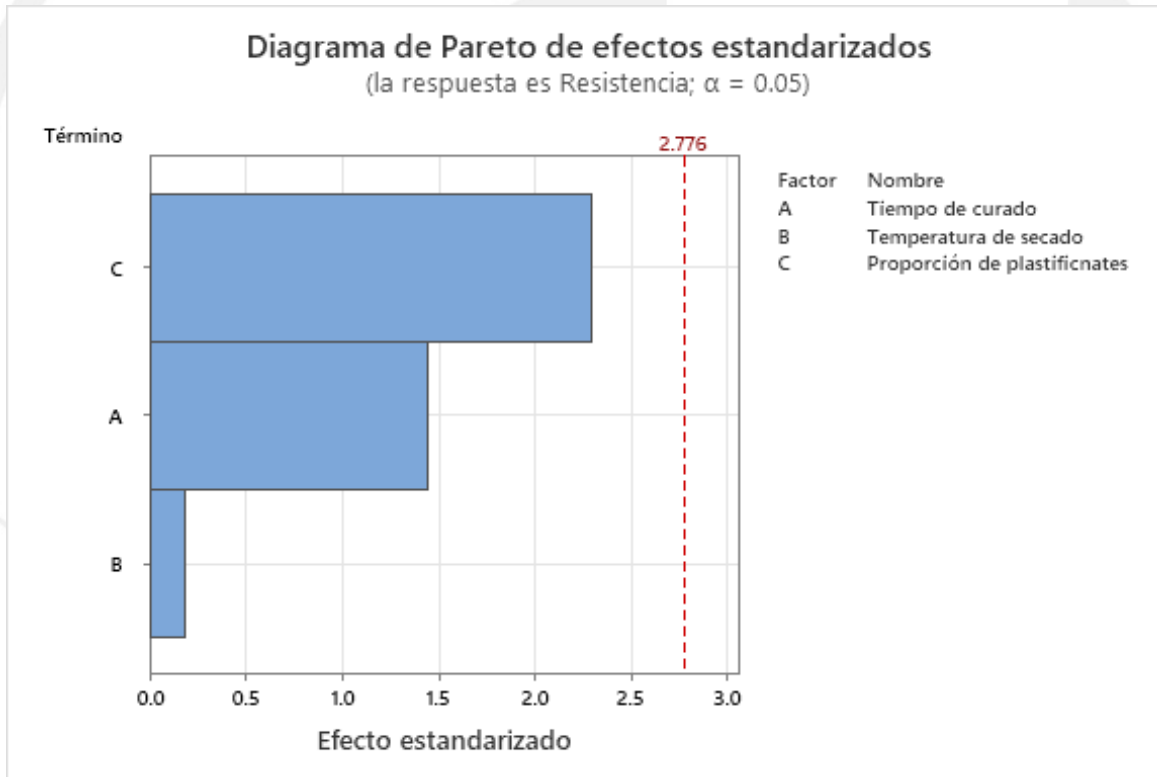
Resultados

Objetivo 1- Identificación del tipo de maquinaria



Resultados

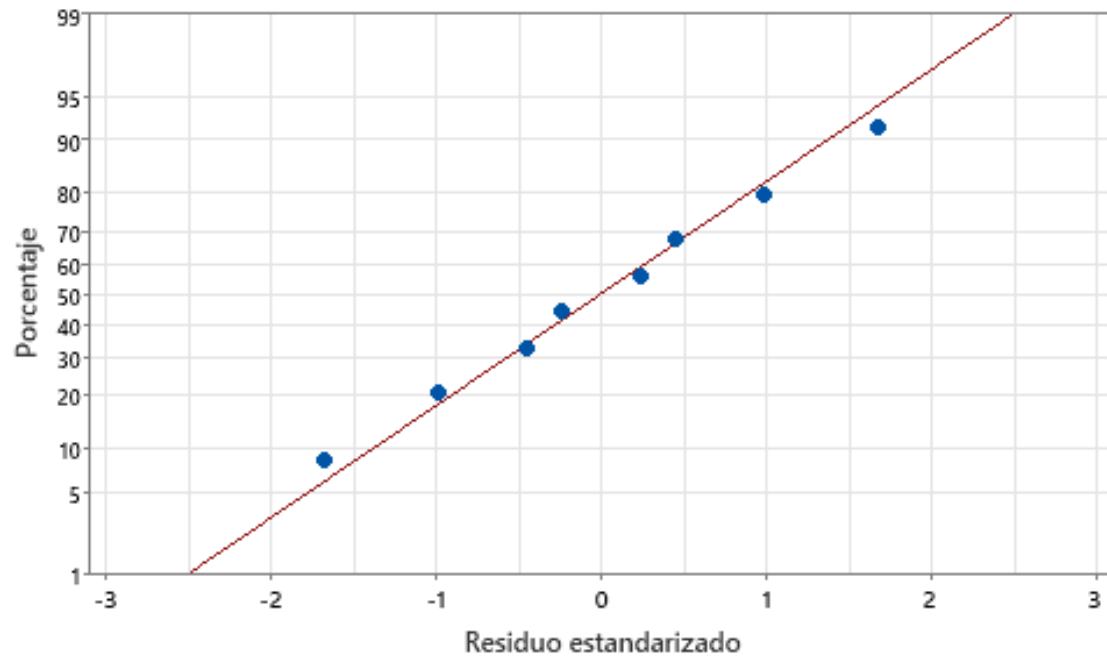
Objetivo 2- Selección del proceso de producción



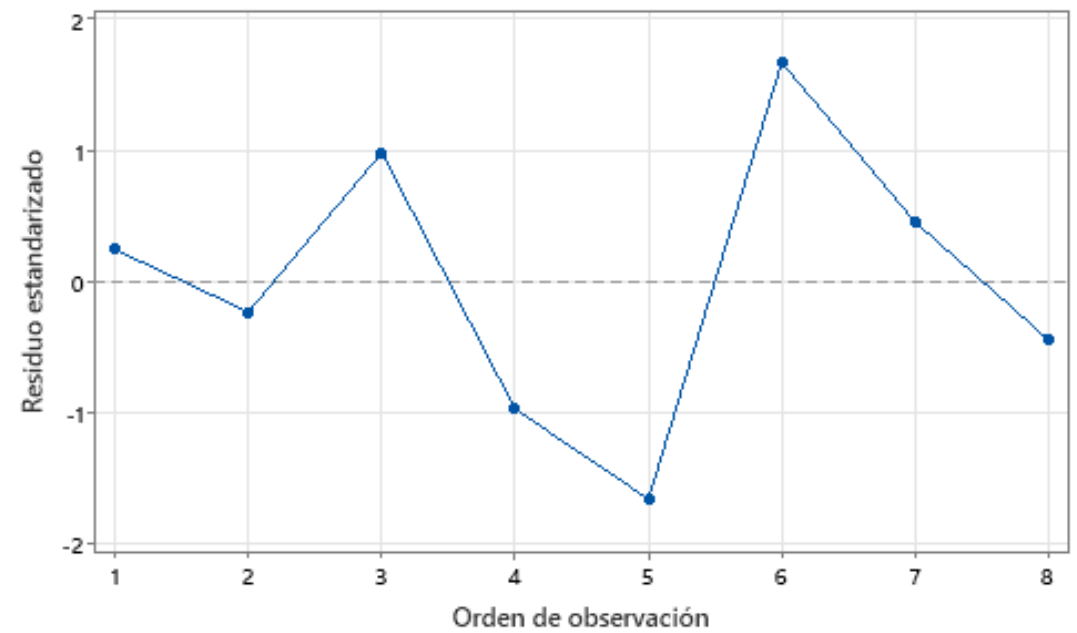
Resultados

Objetivo 3- Evaluación de los refuerzos

Gráfica de probabilidad normal
(la respuesta es Resistencia)



vs. orden
(la respuesta es Resistencia)



Resultados

Objetivo 4- Validación de la investigación

- Se realizó una triangulación por expertos en donde se llevó a cabo a través de la colaboración entre tres especialistas. La ingeniera agrónoma aportó su conocimiento sobre las propiedades y el comportamiento de los bioplásticos a base de almidón. El ingeniero industrial experto en diseño de experimentos aportó con su experiencia para estructurar el diseño experimental adecuado.
- El ingeniero industrial especializado en procesamiento de alimentos brindó su perspectiva sobre las condiciones de procesamiento y cómo estas afectaban las propiedades mecánicas del bioplástico, teniendo en cuenta las prácticas de manufactura en la industria alimentaria.

Conclusiones

1. Al realizar la identificación se mostró que la prensa de compresión fue la máquina que tuvo un mayor efecto positivo en la resistencia del bioplástico a base de almidón de maíz en comparación con la extrusora. Los datos obtenidos indican que el bioplástico procesado con la prensa de compresión alcanzó una resistencia promedio de 63.76 MPa bajo condiciones óptimas de temperatura y presión, en contraste con los 42.97 MPa obtenidos con la extrusora.
2. El proceso para la selección de producción implicó una temperatura de secado de 70°C, un tiempo de curado de 2 horas y una proporción de plastificantes al 10% resultó ser el más adecuado para mejorar las propiedades mecánicas del bioplástico a base de almidón de maíz. Porque los datos obtenidos indicaron que estas condiciones de producción permitieron alcanzar una resistencia promedio de 58.52 MPa, superando significativamente los valores obtenidos con temperaturas de secado de 50°C y tiempos de curado menores.

Conclusiones

3. Con la evaluación de los diferentes aditivos en las propiedades mecánicas de bioplástico, se ha determinado que los aditivos que se han utilizado, el glicerol, el sorbitol, el ácido cítrico y el aceite de ricino han resultado en un efecto significativo en las propiedades mecánicas del bioplástico evaluado. En todo caso, el glicerol y el aceite de ricino presentan un efecto favorable en las propiedades de resistencia, siendo un ejemplo el aceite de ricino en el que se alcanza hasta el 52.1 MPa considerando un 10% de plastificante.
4. El proceso de triangulación por expertos se ha llevado a cabo para la validación de las propiedades mecánicas del material bioplástico desde el 85% de concordancia en la información obtenida de los evaluadores siendo en este caso una ingeniera agrónoma, un ingeniero industrial especialista en el diseño de experimentos y un ingeniero industrial especializado en el procesado de alimentos.

Recomendaciones

- Se sugiere explorar el uso de la prensa de compresión bajo diferentes niveles de presión y tiempos de procesamiento para mejorar aún más la resistencia del bioplástico a base de almidón de maíz. Además, debe investigarse la incorporación de otros tipos de aditivos o mezclas de plastificantes que puedan mejorar las propiedades mecánicas del material cuando se usa esta maquinaria específica.
- Para la comunidad científica e industrial sería importante considerar la prensa de compresión como una opción viable para la producción de bioplásticos a base de almidón de maíz, dado su impacto positivo en la resistencia del material. Al adoptar esta tecnología, se sugiere llevar a cabo ensayos específicos que verifiquen la compatibilidad del bioplástico con diferentes aplicaciones, como embalajes y recubrimientos.

Aplicabilidad y Trabajo Futuro

- El bioplástico hecho con almidón de maíz puede ser empleado en la creación de objetos desechables como bolsas, cubiertos, recipientes y envolturas para alimentos, en los cuales es crucial considerar la ecología y la resistencia mecánica apropiadas.
- Una nueva pregunta de investigación que podría surgir en la segunda etapa es si es posible reducir aún más el impacto ambiental del proceso de producción del bioplástico, evaluando el uso de fuentes de energía renovable o biocombustibles en la maquinaria utilizada.

Referencias

- CARDONA, J. S. (2019). OBTENCIÓN DE UN BIOPLÁSTICO A PARTIR DE ALMIDÓN DE PAPA. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7388/1/6132181-2019-1-IQ.pdf>
- Cesar, A. (2018). Desarrollo, caracterización y validación de un bioplástico reforzado con oregano. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/e73589ce-beb6-476a-b104-7def3d68076b/content>
- ceupe. (30 de julio de 2023). www.ceupe.com. Obtenido de <https://www.ceupe.com/blog/aditivos-alimentarios.html>
- Chamorro, K. V. (2024). Creación de bioplástico a partir del almidón de la cáscara de plátano a escala laboratorio. Obtenido de https://repositorio.umariana.edu.co/bitstream/handle/20.500.14112/28269/Informe_final_Creacion_de_Bioplastico_a_partir_del_almidon_de_la_casca_de_platano%5B1%5D.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- Chanatasig, J. A. (2015). Caracterización de bioplástico de almidón. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/06a5dc04-9bc7-4253-a0ad-30c4c6c160be/content>
- Encalada, M. C. (2024). Análisis bibliométrico sobre la producción de bioplásticos a partir de. Obtenido de <https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/7427>
- Engineering Proceedings. (5 de febrero de 2024). www.mdpi.com. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2673-4591/61/1/30>
- Henández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. Obtenido de https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- HUACA, J. D. (2021). ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DE LOS BIOPLÁSTICOS A BASE DE ALMIDÓN EN. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/8761>
- Journal of Physics: Conference Series . (2019). SpringerLink. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1341/8/082022/meta>
- Ledesma-Ugsiña, A. A. (2021). Bioplásticos de almidón de maíz y quinua para uso como envolturas alimenticias. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8229776>
- León, D. E. (2024). Bioplásticos - Una alternativa para reducir la contaminación: RS. Obtenido de <https://revistas.unat.edu.pe/index.php/RevTaya/article/view/220/207>
- Muguira, A. (2024). QuestionPro. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-estratificado/>
- NETZSCH. (6 de AGOSTO de 2022). <https://analyzing-testing.netzsch.com>. Obtenido de <https://analyzing-testing.netzsch.com/es/know-how/glosario/curado-reacciones-de-reticulacion>