

DOI: <https://doi.org/10.61616/rvdc.v5i3.306>

Influencia de la Fibra de Celulosa a partir del Bagazo de Caña de Azúcar (*Saccharum Officinarum*) y Cascarilla de Arroz (*Oryza Sativa*) sobre Envases Biodegradables ,2024

Nelida Valeria Copari Totoráncoparit@unjbg.edu.pe<https://orcid.org/0000-0001-8485-3366>

Investigador Independiente

RESUMEN

El aumento del consumo humano ha llevado a la creación de diversos utensilios (platos) fabricados con derivados del petróleo, los cuales tienen un impacto negativo en el medio ambiente. Por lo tanto, es necesario crear platos biodegradables fabricados con fibras naturales. Por lo cual la investigación tiene como objetivo obtener platos que se biodegradan a partir de cascarilla de arroz y bagazo de caña. Donde se mezclan diferentes proporciones y se obtuvo el mejor resultado, obteniendo un plato resistente. Estos resultados ofrecen una alternativa para la disminución en la producción de platos sintéticos y así disminuir en parte la contaminación ambiental.

Palabras clave: ambiente, almidón, cascarilla de arroz, bagazo de caña de azúcar, biodegradabilidad

Influence of Cellulose fiber from Sugarcane Bagasse (*Saccharum Officinarum*) and Rice Husks (*Oryza Sativa*) on Biodegradable Packaging, 2024

ABSTRACT

The increase in human consumption has led to the creation of various utensils (dishes) made with petroleum derivatives, which have a negative impact on the environment. Therefore, it is necessary to create biodegradable dishes made from natural fibers. Therefore, the research aims to obtain avocados that biodegrade from rice husks and sugarcane bagasse. Where different proportions are mixed and the best result is obtained, obtaining a resistant avocado. These results offer an alternative to reduce the production of synthetic dishes and thus partially reduce environmental pollution.

Keywords: environment, starch, rice husk, sugarcane bagasse, biodegradability

INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos han ayudado a la humanidad a avanzar, también han causado daños irreversibles a la naturaleza, afectando a la flora y la fauna, así como al mismo hombre. Dependiendo del tipo y enfoque de investigación se requerirá exponer en mayor o menor detalle el contexto en el cual se realiza el estudio. Hay muchas noticias que muestran los efectos negativos de diversas actividades económicas, se pueden exponer estos problemas para concientizar a la gente y buscar soluciones a través de las nuevas metodologías . El incremento de los problemas ambientales que ocurren a nivel mundial es crítico lo que ha hecho que se vayan tomando medidas preventivas, correctivas, mitigación y/o corrección en las actividades que se realizan donde se afectan directa o indirectamente al agua, aire, suelo, flora y fauna y a nosotros.

Una de las grandes preocupaciones es la acumulación de desechos sólidos, que se desecha en muchos ecosistemas. Estos desechos se componen principalmente de plásticos, materiales que tienen una vida útil prolongada y se descomponen lentamente, afectando también a animales como aves y mamíferos de tierra y agua.

La apertura de mercados nacionales e internacionales se debe a la importancia de los cultivos agrícolas para el desarrollo socioeconómico de una sociedad. El procesamiento de productos agrícolas es fundamental en la estructura de un país ya que están considerados entre los recursos renovables más importantes, muchos de estos residuos provienen de la naranja, mango, piña, caña de azúcar, otros (Chávez, 2020). El gran avance de la industria de plásticos, aumenta la demanda en el mercado , a comparación de años anteriores (Xia et al, 2019). La celulosa es el principal constituyente de envases, por lo que es un recurso natural renovable de fácil acceso que se ha utilizado durante los últimos 150 años en la elaboración de materiales de uso cotidiano (Sethi, Oksman, Illikainen & Sirvió, 2018). Existen otras fuentes

importantes de celulosa como en las fibras vegetales, presente en la hoja, fruto y en la estructura rígida de las plantas (algodón, cáñamo, lino, etc.), en los animales marinos (tunicados) o las algas, los hongos, los invertebrados y en las bacterias (Lavoine, Desloges, Dufresne & Bras, 2012).

El cultivo de arroz y caña de azúcar es una alternativa adicional para el desarrollo del sector agropecuario y tendrá un efecto en las diferentes regiones productoras de estos cultivos, que se encuentran principalmente en bosques y zonas costeras. En la nación, hay numerosas materias primas que necesitan ser industrializadas a través de la creación de proyectos, con el fin de mejorar la calidad de vida involucrados en la extracción de materias primas en bruto. La creación de nuevos artículos biodegradables como herramientas ofrecerá una alternativa. Los subproductos de la cascarilla de arroz y caña de azúcar generados por el consumo humano, la actividad comercial, industrial o agrícola son una gran fuente de contaminación ya que no se reutilizan (Ghinea, 2020). Estas fuentes naturales son abundantes y renovables, y su reutilización puede resolver problemas ambientales adversos (Maraveas, 2020). Sin embargo, estos residuos tienen fibras naturales, que son reutilizables como materias primas para la obtención de celulosa (Mahardika, 2018). La cascarilla de arroz es un tejido vegetal lignocelulósico constituido por un 85 % de material orgánico, representado por celulosa, lignina, D-xilosa y pequeñas cantidades de D- galactosa (Krishnarao, Subrahmanyam y Kumar, 2001).

El gran porcentaje en estos subproductos ricos en fibra a base de celulosa está aumentando debido a su viabilidad como fuente de fibra natural en países con escasos recursos, por sus beneficios medioambientales debido a su naturaleza renovable y su bajo consumo de energía para su producción (Abrantes, Amaral, Costa & Duarte, 2007; Adel, El-Gendy, Diab, Abou-Zeid & El-Zawawy, 2016).

Los residuos de cultivos agrícolas son una fuente abundante y barata de celulosa que se han adecuado para la elaboración de textiles, pulpa y papel. El uso de fibras de residuos para la producción de envases es importante para reducir su consumo con la opción de llevar a cabo nuevas aplicaciones a partir de los residuos mencionados utilizándolos como materia prima. La paja de canola (Yousefi et al, 2013), los tallos de maíz (Fan & Zhang, 2018), la cáscara de arroz y el bagazo de caña (Bras et al, 2010), entre otros, son subproductos agrícolas renovables anualmente y están disponibles en abundancia en todo el mundo. La producción mundial de arroz en el año 2015 ha sido aproximadamente 491 millones de toneladas, de las cuales la cascarilla representa entre 20 y 25 % de la producción total de arroz; se estima su cantidad en aproximadamente 123 millones de toneladas (FAO, 2016).

Al revisar parte de los antecedentes, se propuso la creación de envases biodegradables hechos de cascarilla de arroz y caña de azúcar utilizando almidón modificado como pegamento. Este proyecto tiene el propósito de análisis en la influencia de fibra de celulosa del bagazo de caña de azúcar y cascarilla de arroz, por ende es importante analizar los parámetros y proporciones más óptimas para identificar el análisis de los envases biodegradables.

METODOLOGÍA

El estudio tiene un enfoque cuantitativo, experimental, teniendo como población de estudio al distrito de Arequipa, donde se realizaron la recolección de muestras correspondientes de los centros de abastos mayoristas de productos de primera necesidad.

El presente proyecto tuvo como pretensión demostrar de los 5 tratamientos con 3 repeticiones donde la investigación se desarrolló mediante la mezcla de diferentes proporciones de cascarilla de arroz con fibra de caña (T1= 50 % Cascarilla de Arroz + 10 %

Bagazo de Caña + 40 % Almidón, T2= 40 % Cascarilla de Arroz + 20 % Bagazo de Caña + 40 % Almidón, T3= 30 % Cascarilla de Arroz + 30 % Bagazo de Caña + 40 % Almidón, T4= 20 % Cascarilla de Arroz + 40 % Bagazo de Caña + 40 % Almidón), utilizando como Maizena. De los diferentes tratamientos, el (T3= 30 % Cascarilla de Arroz + 30 % Bagazo de Caña + 40 % Almidón %) y sus parámetros fisicoquímicos, el mejor porcentaje para la producción de envases biodegradables en el Distrito de Arequipa. Para ello, el estudio centró su interés dentro de los centros de abastos.

En la presente investigación se tuvo como población a los residuos de caña de azúcar y cascarilla de arroz. Para la muestra se seleccionó el Mercado denominado Mi Mercado por ser un mercado de grandes llegadas de productos agrícolas, donde se recogió 5 kg de residuos de caña de azúcar luego de extraer su jugo y 5 kg de cascarilla de arroz.

El diseño completamente al azar es una herramienta estadística que va a tener como claro objetivo probar o no la existencia de efectos de un único factor en la aplicación de diversos tratamientos con sus respectivas repeticiones por ellos un DCA es el diseño en el que los tratamientos se asignan completamente al azar a las unidades experimentales o también podemos decir que las unidades experimentales se asignan completamente al azar a las unidades experimentales gusto experimental sin ninguna otra restricción; Por lo tanto, se considera un diseño eficiente cuando las unidades de prueba disponibles son muy homogéneas. Se va a utilizar el Diseño Completamente al Azar DCA para lo siguiente:

Tabla 1 Tratamiento de Investigación

Tratamiento	Repetición
T1	50 % de Cascarilla + 10% Bagazo + 40% Almidón.
T2	40 % de Cascarilla + 20% Bagazo + 40% Almidón.
T3	30 % de Cascarilla + 30% Bagazo + 40% Almidón.
T4	20 % de Cascarilla + 40% Bagazo + 40% Almidón
T5	10 % de Cascarilla + 50% Bagazo + 40% Almidón.

Tabla 2 Tratamiento y repeticiones para el desarrollo de la investigación

Tratamiento	Repetición		
	R1	R2	R3
T1			
T2			
T3			
T4			
T5			

Fuente propia

En el desarrollo de los datos recopilados se sometieron a un proceso de etapas de desarrollo de la experimentación. Esta información será contrastada con los datos recolectados.

Tabla 3 Etapas del desarrollo de la experimentación

Etapas	Desarrollo
- Residuo Orgánico	- Cascarilla de arroz y Bagazo caña
- Trozado	- Pedazos cortos de caña y bagazo
- Pesado	- 5 kl de cada materia prima
- Selección	- Escoger la buena materia prima
- Lavado	- Lavado de la materia prima
- Secado	- Secado de materia prima
- Molino	- De materia prima
- Tamizado	- Tamizado de materia prima
- Mezclado	- Mezclado de tratamientos

Fuente propia

RESULTADOS

De acuerdo con el objetivo principal de la investigación, determinar la influencia del bagazo de caña de azúcar y cascarilla de arroz sobre los envases biodegradables, se presentan los resultados obtenidos con el respectivo tratamiento estadístico:

Tabla 4 Pruebas de normalidad de la humedad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Humedad_T1	0,227	3	.	0,983	3	0,747
Humedad_T2	0,253	3	.	0,964	3	0,637
Humedad_T3	0,292	3	.	0,923	3	0,463
Humedad_T4	0,175	3	.	1	3	1
Humedad_T5	0,253	3	.	0,964	3	0,637

a. Corrección de significación de Lilliefors

Cuadro se evidencia en la tabla que los datos de humedad correspondientes a los tratamientos y repeticiones considerados siguen una distribución normal, se pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

Tabla 5 Prueba de homogeneidad de varianzas de humedad

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Humedad	Se basa en la media	2,699	4	10	,092
	Se basa en la mediana	1,340	4	10	,321
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,340	4	3,982	,392
	Se basa en la media recortada	2,597	4	10	,101

En la tabla 5 se evidencia que los datos de humedad correspondientes a los tratamientos considerados son homocedásticos, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

Tabla 6 Prueba de rachas de humedad

	Humedad_ T1	Humedad_ T2	Humedad_ T3	Humedad_ T4	Humedad_ T5
Valor de prueba	17,00	15,40	12,80	14,80	14,40
Casos < Valor de prueba	1	1	1	1	1
Casos >= Valor de prueba	2	2	2	2	2
Casos totales	3	3	3	3	3
Número de rachas	2	2	3	2	3
Z	,000	,000	,354	,000	,354
Sig. asintótica(bilateral)	1,000	1,000	,724	1,000	,724

a. Mediana

En la tabla 6 se evidencia que los datos de humedad correspondientes a los tratamientos considerados son aleatorios, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

Tabla 7 ANOVA para Humedad

	Suma de cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	29,844	4	7,461	62,175	,000
Dentro de grupos	1,200	10	,120		
Total	31,044	14			

En la tabla 7 se observa la existencia de diferencias significativas por lo menos entre dos de los tratamientos utilizados sobre la humedad, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

Tabla 8 HSD Tukeya de Humedad

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
30 % de cascarilla + 30 % bagaza + 3		12,7333		
40 % almidón				
10 % de cascarilla + 50 % bagaza + 3			14,4333	
40 % almidón				
20 % de cascarilla + 40 % bagaza + 3			14,8000	
40 % almidón				
40 % de cascarilla + 20 % bagaza + 3			15,3333	
40 % almidón				
50 % de cascarilla + 10 % bagaza + 3				17,1000
40 % almidón				
Sig.		1,000	,059	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se puede observar en la tabla 8 que el tratamiento que obtuvo un mayor porcentaje de humedad fue el de 50 % de cascarilla + 10 % bagaza + 40 % almidón, en tanto el que obtuvo una menor concentración de humedad fue el de 30 % de cascarilla + 30 % bagaza + 40 % almidón.

Tabla 9 Pruebas de Normalidad de cenizas

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Cenizas_T1	0,219	3	.	0,987	3	0,78
Cenizas_T2	0,191	3	.	0,997	3	0,9
Cenizas_T3	0,175	3	.	1	3	1
Cenizas_T4	0,292	3	.	0,923	3	0,463
Cenizas_T5	0,385	3	.	0,75	3	0

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla 9 se evidencia que los datos de cenizas correspondientes a los tratamientos considerados siguen una distribución normal, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

Tabla 10 Prueba de homogeneidad de varianzas de cenizas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Cenizas	Se basa en la media	1,211	4	10	,365
	Se basa en la mediana	,974	4	10	,463
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,974	4	5,820	,488
	Se basa en la media recortada	1,200	4	10	,369

En la tabla 10 se evidencia que los datos de cenizas correspondientes a los tratamientos considerados son homocedásticos, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

Tabla 11 Prueba de rachas de cenizas

	Cenizas_T1	Cenizas_T2	Cenizas_T3	Cenizas_T4	Cenizas_T5
Valor de prueba ^a	83,40	84,90	87,10	86,00	85,20 ^b
Casos < Valor de prueba	1	1	1	1	0
Casos >= Valor de prueba	2	2	2	2	3
Casos totales	3	3	3	3	3
Número de rachas	2	2	2	3	1 ^c
Z	,000	,000	,000	,354	
Sig. asintótica(bilateral)	1,000	1,000	1,000	,724	

a. Mediana

b. Todos los valores son mayores o menores que el corte. No se puede realiza la prueba de rachas.

c. Sólo se produce una racha. No se puede realiza la prueba de rachas.

En la tabla 11 se evidencia que los datos de cenizas correspondientes a los tratamientos considerados son aleatorios, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

Tabla 12 ANOVA para Cenizas

	Suma cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	22,703	4	5,676	55,282	,000
Dentro de grupos	1,027	10	,103		
Total	23,729	14			

En la tabla 12 se observa la existencia de diferencias significativas por lo menos entre dos de los tratamientos utilizados sobre las cenizas, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

Tabla 13 HSD Tukeya para Cenizas

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
50 % de cascarilla + 10 % bagazo + 40 % almidón	3	83,3667			
40 % de cascarilla + 20 % bagazo + 40 % almidón	3		84,8667		
10 % de cascarilla + 50 % bagazo + 40 % almidón	3		85,2667	85,2667	
20 % de cascarilla + 40 % bagazo + 40 % almidón	3			85,9333	
30 % de cascarilla + 30 % bagazo + 40 % almidón	3				87,1000
Sig.		1,000	,568	,155	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Se puede observar en la tabla 13 que el tratamiento que obtuvo una menor concentración de cenizas fue el de 50 % de cascarilla + 10 % bagaza + 40 % almidón, en tanto el que obtuvo una mayor concentración de ceniza fue el de 30 % de cascarilla + 30 % bagaza + 40 % almidón.

Tabla 14 Pruebas de normalidad de absorción de agua

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Abs_T1	0,175	3	.	1	3	1
Abs_T2	0,292	3	.	0,923	3	0,463
Abs_T3	0,175	3	.	1	3	1
Abs_T4	0,253	3	.	0,964	3	0,637
Abs_T5	0,219	3	.	0,987	3	0,78

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla 14 se evidencia que los datos de absorción de agua correspondientes a los tratamientos considerados siguen una distribución normal, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

Tabla 15 Prueba de homogeneidad de varianzas de absorción de agua

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Absorción de agua	Se basa en la media	,573	4	10	,689
	Se basa en la mediana	,500	4	10	,737
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,500	4	7,224	,738
	Se basa en la media recortada	,569	4	10	,691

En la tabla 15 se evidencia que los datos de absorción de agua correspondientes a los tratamientos considerados son homocedásticos, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

Tabla 16 Prueba de rachas de absorción de agua

	Abs_T1	Abs_T2	Abs_T3	Abs_T4	Abs_T5
Valor de prueba ^a	23,30	24,20	26,10	22,90	21,40
Casos < Valor de prueba	1	1	1	1	1
Casos >= Valor de prueba	2	2	2	2	2
Casos totales	3	3	3	3	3
Número de rachas	3	3	3	3	3
Z	,354	,354	,354	,354	,354
Sig. asintótica(bilateral)	,724	,724	,724	,724	,724

a. Mediana

En la tabla 16 se evidencia que los datos de absorción de agua correspondientes a los tratamientos considerados son aleatorios, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

Tabla 17 ANOVA de Absorción de agua

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	36,924	4	9,231	139,864	,000
Dentro de grupos	,660	10	,066		
Total	37,584	14			

En la tabla 17 se observa la existencia de diferencias significativas por lo menos entre dos de los tratamientos utilizados sobre la absorción de agua, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza .

Tabla 18 HSD Tukeya para Absorción de agua

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
10 % de cascarilla + 50 % bagaza + 40 % almidón	3	21,3667			
20 % de cascarilla + 40 % bagaza + 40 % almidón	3		22,8667		
50 % de cascarilla + 10 % bagaza + 40 % almidón	3		23,3000		
40 % de cascarilla + 20 % bagaza + 40 % almidón	3			24,2667	
30 % de cascarilla + 30 % bagaza + 40 % almidón	3				26,1000
Sig.		1,000	,305	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Se puede observar en la tabla 18 que el tratamiento que obtuvo una mayor absorción de agua fue el de 30 % de cascarilla + 30 % bagazo + 40 % almidón, en tanto el que obtuvo una menor absorción de agua fue el de 10 % de cascarilla + 50 % bagazo + 40 % almidón.

DISCUSIONES

El trabajo realizado muestra la gran importancia de un producto biodegradable que sea eco amigable con el ambiente y adecuada en el uso diario. Esta visión destaca la relevancia de tratar de potenciar el uso de residuos orgánicos para la producción de envases biodegradables de forma justa y respetuosa, valorando la importancia de la naturaleza. Por ende, las acciones para la implementación en el son un tema de gran importancia y debate en la actualidad.

Los jóvenes son cada vez más conscientes de las acciones que se van desarrollando por la evolución y la gran contaminación que esta ocasiona siendo agresivos para la flora y fauna según (Ghinea , 2020). Existen otros residuos para la elaboración de envases, Por ejemplo, la corona de piña , almidón de papa, almidón de yuca .

CONCLUSIONES

La fibra del bagazo de caña de azúcar y cascarilla de arroz afecta significativamente a las características fisicoquímicas. En particular, se encontró que un porcentaje equilibrado de concentraciones y la combinación más efectiva fue el uso del T3 donde presento contenidos menores en humedad, cenizas y mayor absorción de agua con un 95 % de confianza.

La investigación tiene como objetivo aumentar la conciencia sobre la contaminación ambiental. Durante el proyecto, se descubrió que las empresas se están enfocando en producir productos biodegradables. Existe aun poca información disponible sobre el proceso de fabricación. Los productos biodegradables utilizan materias primas de bajo costo, lo que reduce los costos de producción y permite precios competitivos.

Respeto al objetivo específicos para determinar el mejor porcentaje, se tiene la formulación adecuada para poder elaborar el plato biodegradable a partir de cascarilla de arroz y bagazo de caña con 30 % de cascarilla + 30 % bagazo + 40 % almidón.

Aunque los envases son cruciales para la conservación de los productos agrícolas, las materias primas utilizadas (derivados del petróleo) tienen una influencia negativa sobre el medio ambiente y la salud humana. Preocupaciones planteadas por este grave impacto siendo las preocupaciones medioambientales, económicas y sociales las que han llevado a la búsqueda de materiales respetuosos con el medio ambiente. La investigación ahora se centra en el desarrollo de envases a partir de subproductos agrícolas y su impacto en la calidad del producto durante el almacenamiento. Por otro lado, la integración al modelo económico a la economía peruana siendo de vital importancia.

Se puede mencionar que este trabajo puede tener mejoras sobre: mediante un proceso que cuente con los equipos adecuados para examinar procesos químicos autorizados para los envases.

Los envases biodegradables desarrollado demostró su potencial para producir biomateriales. Como Perú es un importante productor de frutas y vegetales, esperamos que este estudio inspire más investigaciones sobre la utilización de este recurso, que se considera un derecho agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias-Cedeño, Q., López-Sánchez, R., Sainz-Rosales, L. R., Verdecia-Casanova, M. V., & Eichler-Löbermann, B. (2021). Potencial fertilizante de cenizas de bagazo de caña de azúcar de industrias azucareras. *Revista cubana de química*, 33(3), 452–466.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212021000300452

- Arroyo Arboleda, M. A., Rendón Benjumea, A. E., Martínez Giron, M. I., & Serna Cock, L. (2022). Capacidad emulsificante y estabilidad de emulsiones de harinas de cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) bajo diferentes condiciones de pH y fuerza iónica. *Acta agronomica*, 70(4), 415–420. <https://doi.org/10.15446/acag.v70n4.78743>
- Gutiérrez, J., Cadena, C., & Bula, A. (2014). Aislamiento térmico producido a partir de cascarilla de arroz aglomerada utilizando almidón producido con *saccharomyces cerevisiae*. *Dyna*, 81(184), 138–143. <https://doi.org/10.15446/DYNA.V81N184.37679>
- Arya, Y., & Pudjihastuti, I. (2020). Characterization of physical and mechanical properties of biodegradable foam from maizena flour and paper waste for sustainable packaging material. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 5(8), 1–8. <https://doi.org/10.33564/IJEAST.2020.V05I08.001>
- Cheng, H., Chen, L., McClements, D. J., Yang, T., Zhang, Z., Ren, F., Miao, M., Tian, Y., & Jin, Z. (2021). Starch-based biodegradable packaging materials: A review of their preparation, characterization and diverse applications in the food industry. *Trends in Food Science and Technology*, 114(February), 70–82. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.017>
- Andrade-Tacca, C. A., Velizi, N. E., & Medina- Caceres, C. F. (2019). Análisis de dureza y resistencia a la tracción de un compuesto de matriz metálica AL-SIO₂, utilizando latas de aluminio y cáscara de arroz como materia prima. *Revista Boliviana de Química*, 2(36.2), 60–72. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.36.2.1>
- Cieza, Y. Y. (2020). Utilización de la corona de piña (*Ananas comosus*) para la elaboración de papel ecológico artesanal, Chiclayo [Universidad Cesar Vallejo]. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48463/Cieza_TYY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fitriani, Aprilia, S., & Arahman, N. (2020). Properties of nanocrystalline cellulose from pineapple crown leaf waste. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 796(01), 2007. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/796/1/012007>

Barrios, A. J., García, S., Manríquez-González, R., Rivera, J. D. J., & Lomelí, M. G. (2015). Compósitos biodegradables elaborados a partir de almidón termoplástico y partículas de madera de fresno. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(28), 26–41.

<https://doi.org/10.29298/rmcf.v6i28.258>

Gutiérrez M. D., J., Cadena, C., & Bula, A. (2014). Aislamiento térmico producido a partir de cascarilla de arroz aglomerada utilizando almidón producido con *saccharomyces cerevisiae*. *Dyna*, 81(184), 138–143.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630405019>

Gregory, M. R., & Ryan, P. G. (1997). Pelagic Plastics and Other Seaborne Persistent Synthetic Debris: A Review of Southern Hemisphere Perspectives. En J. M. Coe & D. B. Rogers (Eds.), *Marine Debris: Sources, Impacts, and Solutions* (pp. 49-66). Springer.

https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8486-1_6

Irimia, A., Grigoraș, V. C., & Popescu, C.-M. (2024). Active cellulose-based food packaging and its use on foodstuff. *Polymers*, 16(3), 389. <https://doi.org/10.3390/polym16030389>

Jaya, J., Elma, M., Sunardi, S., & Nugroho, A. (2022). Physical and mechanical properties of biodegradable pot derived from oil palm empty fruit bunch and sodium alginate. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 65, e22210789.

<https://doi.org/10.1590/1678-4324-2022210789>

- Landi, F., Fabiani, C., Castellani, B., Cotana, F., & Pisello, A. (2022). Environmental assessment of four waste cooking oil valorization pathways. *Waste Management*, 138(1), 219–233. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2021.11.037>
- López-Fernández, M. del M., & Franco-Mariscal, A. J. (2021). Indagación sobre la degradación de plásticos con estudiantes de secundaria. *Educación Química*, 32(2), 21. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.2.76553>
- Mamani, D. C., Nole, K. S. O., Montoya, E. E. C., Huiza, D. A. M., Alta, R. Y. P., & Vitorino, H. A. (2020). Minimizing organic waste generated by pineapple crown: A simple process to obtain cellulose for the preparation of recyclable containers. *Recycling*, 5(4), 1–12. <https://doi.org/10.3390/recycling5040024>
- Mujica, S. (2018). Sustentos para que los aceites comestibles residuales (ACR) sean considerados dentro del régimen especial de gestión de residuos de bienes priorizados del Perú. *Espacio y Desarrollo*, 136(32), 125–136. <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201802.006>
- Mejía, L. F., Albán, D. C., Múrcia, N., Cuervo, R., & Durán, J. (2009). *Revista Científica Guillermo de Ockham*. 7, 51–64. <https://www.redalyc.org/pdf/1053/105316854007.pdf>
- Orrabalís, C., Cossio, L., & Martínez García, R. (2020). Aglomerado de cascarilla de arroz con adhesivo comercial poliuretánico. *Quebracho*, 28(2), 123–133. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48170468011>
- SciELO - scientific electronic library online. (s/f). Org.mx. Recuperado el 20 de noviembre de 2024, de <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?>
- (S/f-a). Org.co. Recuperado el 20 de noviembre de 2024, de <http://www.scielo.org.co/scielo.php?>

(S/f-b). Org.co. Recuperado el 20 de noviembre de 2024, de

<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v21n2/0123-4226-rudca-21-02-00457.pdf>

(S/f-c). Sld.cu. Recuperado el 20 de noviembre de 2024, de

<http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v33n3/2224-5421-ind-33-03-250.pdf>

Riera, M. A. (2020). Obtención de bioplástico a partir de almidón de maíz (*Zea mays* L.).

Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios, 7(1), 1-11.

<https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v7n1a1>

Quesquén, K. (2020). *Estudio de mercado para la producción de envases biodegradables a base de cascarilla de arroz en la región de Lambayeque.*

https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2937/KevinQuesquen_Trabajo_de_Investigacion_Bachiller_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Thompson, R. C., Swan, S. H., Moore, C. J., & vom Saal, F. S. (2009). Our plastic age.

Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364(1526), 1973-1976. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0054>