

ARTÍCULO ORIGINAL

# ENVASES BIODEGRADABLES A BASE DE RESIDUOS DE ARROZ COMO ALTERNATIVA PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR PLÁSTICOS

BIODEGRADABLE PACKAGING BASED ON RICE WASTE AS AN ALTERNATIVE TO REDUCE PLASTIC POLLUTION

 **Escólin D. Zambrano-Mas<sup>1</sup>**

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

<https://orcid.org/0000-0002-8744-6616>

 **Ronald Jhonson Mamani-Quispe<sup>2</sup>**

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

<https://orcid.org/0000-0002-7033-0094>

Recibido: 16/11/2024

Aceptado: 15/12/2024

Publicado On-line: 28/12/2024

---

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación es evaluar la viabilidad de envases biodegradables fabricados a partir de residuos de arroz (*Oryza sativa* L.), con el fin de reducir la contaminación por plásticos. La metodología empleada incluyó un diseño experimental cuantitativo en el cual se probaron tres tratamientos, variando las proporciones de almidón, residuos de arroz y glicerina (T1: 20%, 60%, 20%; T2: 30%, 50%, 20%; y T3: 40%, 40%, 20%). Se llevaron a cabo tres repeticiones de cada tratamiento, evaluando la efectividad en la retención de humedad y otras propiedades de los envases producidos en condiciones de laboratorio. Los resultados indican que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ), lo que sugiere que la variación en las proporciones de los ingredientes no afecta considerablemente las propiedades de los envases. Sin embargo, se observó que el tratamiento T3-R2 alcanzó la menor humedad final (8.50%), destacándose en eficiencia de reducción de humedad. Esto

---

<sup>1</sup> Egresada 2024 de la carrera de Ingeniera Ambiental

<sup>2</sup> Egresada 2024 de la carrera de Ingeniera Ambiental

sugiere una mayor estabilidad del material, aspecto crucial para la durabilidad de los envases biodegradables.

**Palabras Clave:** Envases biodegradables, humedad, dureza, prototipo

## ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the viability of biodegradable packaging made from rice residues (*Oryza sativa* L.), in order to reduce plastic pollution. The methodology used included a quantitative experimental design in which three treatments were tested, varying the proportions of starch, rice residues and glycerin (T1: 20%, 60%, 20%; T2: 30%, 50%, 20%; and T3: 40%, 40%, 20%). Three repetitions of each treatment were carried out, evaluating the effectiveness in moisture retention and other properties of the packaging produced under laboratory conditions. The results indicate that there were no statistically significant differences between the treatments ( $p > 0.05$ ), suggesting that the variation in the proportions of the ingredients does not significantly affect the properties of the packaging. However, it was observed that the T3-R2 treatment achieved the lowest final humidity (8.50%), standing out in humidity reduction efficiency. This suggests greater material stability, a crucial aspect for the durability of biodegradable packaging.

**Keywords:** Biodegradable packaging, humidity, hardness, prototype.

## INTRODUCCIÓN

La quema de residuos de arroz representa un gran desafío para los agricultores, quienes suelen recurrir a esta práctica como método de eliminación (Reydi, et al., 2024). El arroz, un cereal de gran relevancia a nivel mundial, se produce en cantidades significativas; en 2024, la producción alcanzó las 13 toneladas por hectárea. Sin embargo, por cada tonelada de arroz cosechada, genera también una tonelada de paja, lo que plantea un problema adicional en términos de manejo y sostenibilidad agrícola. (Guamán, 2024). Esta práctica, común en febrero y marzo, contribuye significativamente a la contaminación del aire, afecta la calidad del suelo, reduce la biodiversidad y contribuye a la degradación ambiental (España, 2020).

Por otro lado, a nivel mundial, se desechan aproximadamente 52 kg de plástico por persona, incluyendo botellas, envases y bolsas. (Da Silva et al., 2022) En el país, la producción de plásticos alcanzó 368 millones de toneladas en 2019, cifra que se redujo a 1.2 millones de toneladas en 2023. (Moscoso et al., 2024). Una cañita de plástico puede tardar hasta 200 años en descomponerse, mientras que las bolsas de plástico y los envases de Tecnopor persisten durante 400 y 500 años, respectivamente (Abdullayeva & Alizadeh ,2023). Este último, difícil de reciclar, suele terminar en vertederos informales y en los océanos, donde representa un grave peligro para la fauna marina, que puede confundir estos desechos con alimento, lo cual no solo afecta a los animales, sino que también pone en riesgo nuestra salud al ingerir micro plásticos a través del consumo de pescado (Arévalo et al.,2021).

La investigación actual se centra en examinar la literatura científica que investiga en el desarrollo de materiales biodegradables a partir de residuos de arroz, explorando una alternativa sostenible a los plásticos convencionales. La fabricación de estos materiales tiene como objetivo no solo reducir el impacto ambiental al disminuir la dependencia de plásticos de un solo uso, sino también aprovechar los subproductos agrícolas que de otra forma serían descartados.

## METODOLOGÍA

### Diseño de investigación

La investigación aplicada es de enfoque cuantitativo, ya que se llevó a cabo un proceso experimental. Para el diseño de investigación experimental, se realizará un diseño aleatorio de (DCA) con 3 tratamientos y 3 repeticiones. Aplicando la prueba de Kruskal-Wallis el cual actúa como una herramienta para realizar comparación de grupos independientes en cuanto no se cumple el supuesto de normalidad.

### Diseño de investigación

En la presente etapa se dio la recolección de la paja y gavilla de arroz en una molinera y hacienda respectivamente tal como se aprecia en la figura 1, Después de obtener los residuos de arroz se pasa a lavar por 5 minutos, en este proceso se realiza un doble lavado después pasamos a realizar el proceso de molienda esto se observa en la figura 2.

**Figura 1**

*Recolección de paja de arroz en la Hacienda Morenita ciudad de Camaná*



**Figura 2**

*Molienda de paja y gavilla de arroz en una molinera manual*



### **Etapa de laboratorio**

En esta etapa de laboratorio se llevará a cabo la obtención de almidón de arroz y la fabricación de los envases de biodegradables

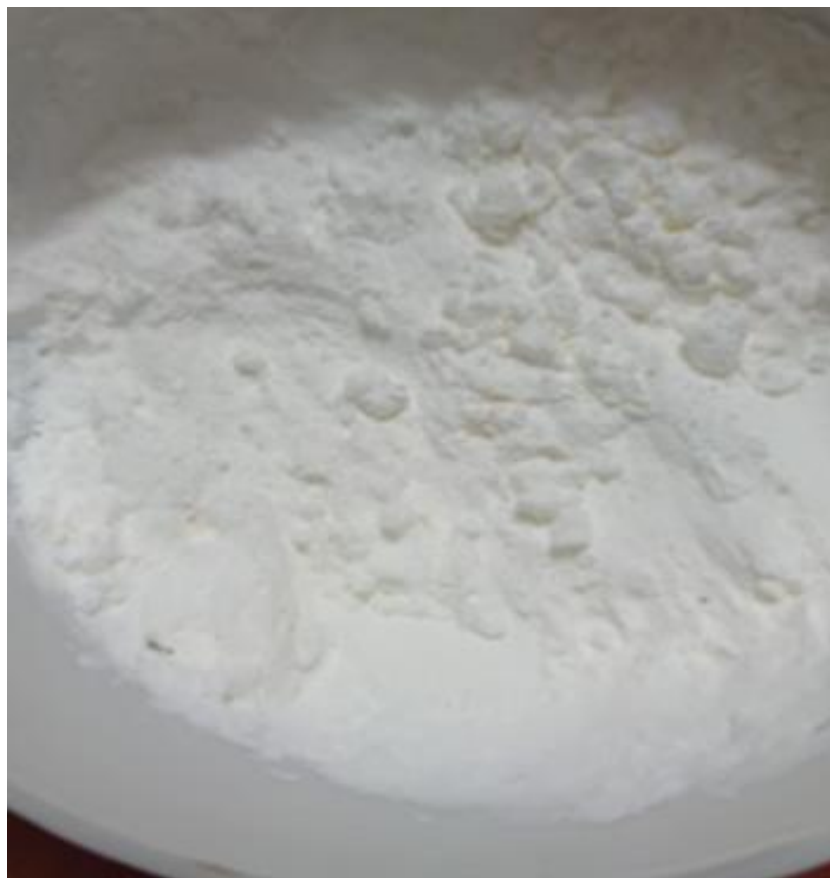
#### **Obtención de almidón de arroz**

Para obtener el almidón de arroz se debe licuar con agua potable y granos de arroz cuarteado o más conocido como arroz descartado por 2 minutos tamizarlo y reservar por 24 horas, Pasado las 24 horas se lleva la muestra a laboratorio para realizar la separación de agua del almidón obtenido, se vierte la muestra obtenida en los tubos correspondientes para la colocación al centrifugador por 15 minutos a 5000 RPM, tal como se ve en la figura 3 , pasado los 15 minutos se retira la muestra y se extrae el agua obteniendo ya el almidón de arroz, se procede a realizar el secado por 3 días a nivel ambiente, ver la figura 4.

**Figura 3**  
Centrifuga



**Figura 4**  
Almidón de arroz



### Realización de los 3 tratamiento y 3 repeticiones de los envases biodegradables

Para la realización se procedió a trabajar con las cantidades necesarias ya estudiadas, revisar en la tabla 3. Y posterior a ello se hizo la realización de moldes con papel de aluminio de cocina para los tratamientos y con sus respectivos pesajes, una vez teniendo los pesos de la grava de arroz y demás materiales, procedemos a mezclar añadiendo glicerina y agua destilada, lo incorporamos a los moldes de aluminio y procedemos a secarlo con la ayuda de un horno eléctrico. Revisar figura 5

**Tabla 1**

*Tratamientos y repeticiones empleadas en la investigación en porcentaje (%)*

Tratamientos	Peso total 100%		
	Almidón	Residuos de arroz	Glicerina
T1	20%	60%	20%
T2	30%	50%	20%
T3	40%	40%	20%

Figura 5

*Envases biodegradables en el horno eléctrico*



## RESULTADOS

### Evaluar el parámetro de medición de humedad para determinar la eficacia de los envases biodegradables

Evaluación de eficiencia de humedad de los tratamientos y repeticiones

**Tabla 2**

*Datos de humedad obtenido de los tratamientos y repeticiones*

Tratamientos	Humedad		
	R1	R2	R3
T1	8,80 %	8,90 %	9,0 %
T2	8,60 %	8,70 %	9,10 %
T3	8,60 %	8,50 %	8,80 %

Se aplica la fórmula de eficiencia de humedad utilizando los datos correspondientes. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 2, donde se detallan los porcentajes de humedad de varios tratamientos y repeticiones. Específicamente, la humedad del tratamiento T3 en su segunda repetición (T3-R2) es de 8.50%, siendo el valor más bajo registrado. Por otro lado, el tratamiento T2 en su tercera repetición (T2-R3) presenta una humedad de 9.10%, el valor más alto observado.

### Evaluación de estadística de evaluación de humedad de los tratamientos y repeticiones

**Tabla 3**

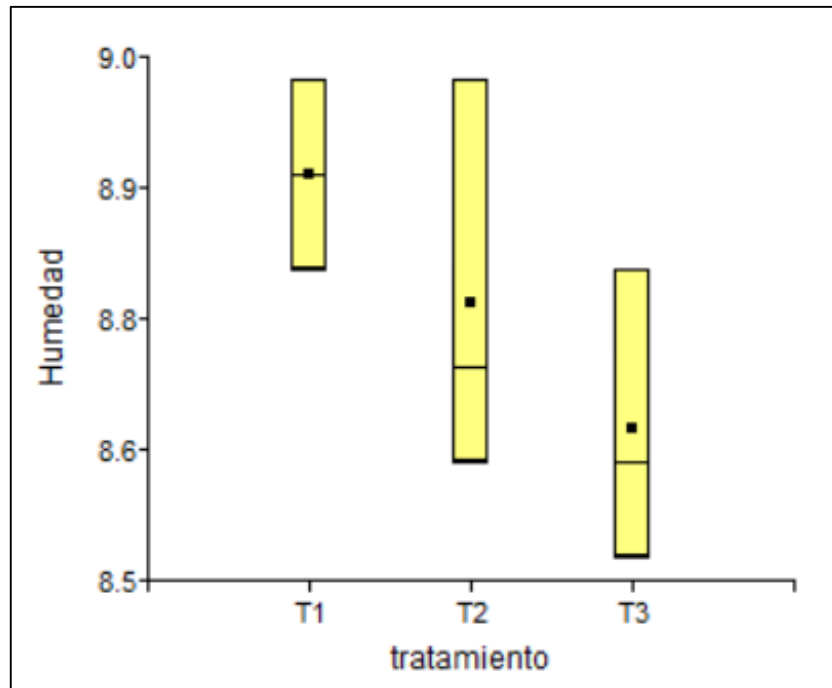
*Prueba de kruskal wallis*

Variable	Tratamiento		Medias	D.E.	Medianas	H	p
Humedad	T1	3	8,90	0,1	8,90	3,20	0,24
	T2	3	8,77	0,2	8,70		
	T3	3	8,63	0,2	8,60		

Se obtiene el dato que el valor p (0.2393) el cual es mayor que 0.05, lo que nos indica que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, esto indica que no hay diferencias significativas en la humedad entre los tratamientos T1, T2 y T3.

**Figura 6**

Gráficos de caja y bigotes



El gráfico muestra la distribución de los tratamientos y los valores de humedad, que oscilan entre 8.5% y 9%. Se observa una ligera disminución en los valores de humedad en los tratamientos T1 y T3. Los puntos dentro de las cajas representan las medias de cada tratamiento, y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

## DISCUSIÓN

La investigación de Llerena, J & Monzon, L (2019) acerca de la fabricación de recipientes biodegradables utilizando desechos agrícolas (arroz quebrado), avícolas (plumas de pollo) y comerciales (cáscaras de mango) brinda una visión innovadora y sustentable en la creación de bioplásticos. La obtención de almidón y queratina con rendimientos del 35.24% y 8.29%, respalda la factibilidad de estos desechos como recursos valiosos para la fabricación de bioplásticos.

Las cantidades ideales establecidas para el bioplástico comprenden 40g de almidón, 4ml de queratina y 10g de cáscaras de mango, junto con glicerina, ácido acético al 5% y agua destilada. Esta formulación no solo incrementa el uso de materiales residuales, sino que también mejora las características mecánicas y funcionales del bioplástico que se deriva.

En el estudio actual, se evaluó el desempeño de la utilización de desechos de arroz y glicerina, logrando resultados positivos donde se empleó diferentes proporciones de residuos de arroz, pero con una finalidad de 50 gramos entre la paja, cabilla y almidón, 10 ml de glicerina reemplazando la queratina y agua destilada. A lo largo del test de resistencia, el tratamiento T3 aguantó hasta 10 kilogramos, en cambio, el tratamiento T1 no aguantó más que 7 kilogramos. Los hallazgos indican que los bioplásticos cuentan con resistencia mecánica y biodegradabilidad, lo que los hace una opción sustentable en contraposición al plástico convencional.

La investigación de Guamán, J (2022) exploró la fabricación de bioplásticos utilizando almidón de triticale y cascarilla de arroz, iniciando con la extracción del almidón a través de un procedimiento húmedo, logrando rendimientos del 50,73% y 5,22% respectivamente. Enseguida, se describió el almidón y se creó un bioplástico empleando un diseño factorial 2k, modificando los niveles de almidón y glicerina, mientras que el agua y el ácido acético permanecieron inalterables. Se evaluó la



biodegradabilidad tanto en medio acuático como bajo tierra, consiguiendo una descomposición total en 33 días.

En esta investigación presente, se valoró la aplicación para la fabricación de bioplásticos, como recipientes biodegradables. Los indicadores de humedad resultaron especialmente ventajosos, se describen los porcentajes de humedad de diversos tratamientos y repeticiones. Concretamente, en su segunda repetición (T3-R2), el tratamiento T3 registró la humedad más baja registrada (8.50%), mientras que el tratamiento T2 en su tercera repetición (T2-R3) evidenció la humedad más elevada (9.10%) y se utilizó el diseño estadístico prueba de kruskal wallis donde se indica que no hay diferencias significativas en la humedad entre los tratamientos T1, T2 y T3.

A diferencia del estudio de Guamán (2022), el segundo estudio no utilizó ácidos en la fabricación, pero ambos destacan la viabilidad de los bioplásticos como solución ecológica.

## CONCLUSIONES

La realización de un prototipo inicial demostró ser una estrategia altamente efectiva, ya que permite un enfoque para obtener mediciones precisas y necesarias para la aplicación de los tratamientos y repeticiones, lo que resultó en resultados favorables. El prototipo no sólo proporcionó una base sólida para el desarrollo de los envases biodegradables, sino que también permitió identificar ajustes y modificaciones esenciales para optimizar el proceso y mejorar la calidad del producto final.

Investigaciones complementarias sobre el parámetro de humedad indican que un control preciso de este factor es crucial para asegurar la calidad del material biodegradable. El tratamiento T3-R2, que mostró el nivel de humedad más bajo (8.50%), se destacó como el más eficiente en cuanto a la reducción de humedad, lo cual es fundamental para garantizar la estabilidad y durabilidad del material.

## REFERENCIAS

- Acosptupa, Y., Zamalloa, V., Claveli, A., Monterola, I., & Zapata, J. (2022). Determinación de la concentración letal media de recubrimientos biodegradables de quitosano y compuestos bioactivos en nauplios de *Artemia salina* Leach. *Cantua*, 18, 36-40. <https://doi.org/10.51343/cantu.v18i1.901>
- Asamblea Nacional República del Ecuador. (2020). Informe para Segundo Debate del "Proyecto de Ley Orgánica para la Racionalización, Reutilización y Reducción de Plásticos de un Solo Uso en el Comercio". Obtenido de [https://www.fielweb.com/App\\_Themes/InformacionInteres/Informe\\_de\\_Segundo\\_Debate\\_plasticos\\_un\\_solo\\_uso.pdf](https://www.fielweb.com/App_Themes/InformacionInteres/Informe_de_Segundo_Debate_plasticos_un_solo_uso.pdf)
- Barauna, D., Canal, A., Renck, G., & Tomé, V., (2021, December 10). Experimentación y el cultivo de guaraná: una aprendizaje sobre biomateriais. <https://revistas.udd.cl/index.php/BDI/article/view/799/655>
- Cubilla, K., González, Y., Montezuma, G., Samudio, M., & Gómez, E. (2020). Fibra de coco y cáscara de plátano como alternativa para la elaboración de material biodegradable. *Revista De Iniciación Científica*, 5(2), 15-20. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v5.2.2496>
- García, M., & Ribotta, P., (2018). Envases biodegradables: una solución para la reducción de residuos plásticos. *Revista de Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 12(2), 45-58. Obtenido de <https://blogs.usil.edu.pe/facultad-ingenieria/ingenieria-industrial-y-comercial/envases-biodegradables-una-alternativa-para-la-industria-alimentaria>
- Gavilanes, L. (2021). Elaboración de bioplásticos a partir del almidón de arroz (*Oryza sativa*) y arroz integral para uso como envolturas biodegradables de alimentos. Obtenido de <http://dSPACE.espace.edu.ec/bitstream/123456789/14971/1/96T00627.pdf>

- Gómez, P., & Ramírez, A. (2019). Gestión de residuos en la industria del arroz. *Agroindustria y Medio Ambiente*, 10(3), 123-132. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/3442/344271354013/html/>
- Guamán, J. (2022). Obtención de bioplásticos a partir del almidón de triticale y de cascarilla de arroz para su aplicación como empaque de alimentos. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/17385>
- Haro, G. (2022). Obtención de bioplástico a partir del almidón del rizoma de achira verde (*Canna edulis*) para producción de envases alimentarios biodegradables.
- Hernández, J. (2020). *Introducción a la resistencia de materiales* (3.ª ed.). Editorial Omega. Obtenido de [https://www.academia.edu/4949522/RESISTENCIA\\_DE\\_MATERIALES\\_B%C3%81SICA?auto=download](https://www.academia.edu/4949522/RESISTENCIA_DE_MATERIALES_B%C3%81SICA?auto=download)
- Hernández, M. (2020). Sustentabilidad y aprovechamiento de residuos agrícolas. *Innovación y Desarrollo Agrícola*, 18(2), 56-64. Obtenido de <file:///C:/Users/DELL/Downloads/Dialnet-AprovechamientoDeResiduosOrganicosAgricolasYForest-5633579.pdf>
- Ledesma, A. (2021). Obtención de bioplástico a partir del maíz (*Zea mays* L) y quinua (*Chenopodium quinoa*) para envolturas alimenticias biodegradables.
- León, G., et al. (2020). Modificación química de almidones mediante reacciones de esterificación y su potencial uso en la industria cosmética. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 39, 621-622. Obtenido de [https://www.revistaavft.com/images/revistas/2020/avft\\_5\\_2020/17\\_modificacion.pdf](https://www.revistaavft.com/images/revistas/2020/avft_5_2020/17_modificacion.pdf)
- Lima da Silva, J., & Araújo Silva, G. (2022). Experimentación de material biodegradable con residuos del cactus mandacaru. *Base Diseño E Innovación*, 7(7), 42–56. <https://doi.org/10.52611/bdi.num7.2022.799>
- Llerena, J., & Monzón, L. (2019). Elaboración de un envase biodegradable a partir de almidón obtenido de arroz quebrado (*Oryza sativa*), queratina obtenida de residuos avícolas (plumas) fortificado con residuos de cáscaras de mango (*Mangifera indica*). Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1b14a6cc-cb0a-46e7-9cca-8c9db688c2a2/content>
- López, J., & Serrano, C. (2019). Sustentabilidad y biodegradación en la industria del empaque. *Tecnología y Medio Ambiente*, 8(4), 67-75.
- Martínez, J. (2018). Aprovechamiento de residuos agrícolas en la industria alimentaria. *Revista de Agricultura Sostenible*, 14(1), 45-53. Obtenido de [file:///C:/Users/DELL/Downloads/faccienbasic,+Revista+FCB+Vol+14+\(1\)+2018-59-72%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/DELL/Downloads/faccienbasic,+Revista+FCB+Vol+14+(1)+2018-59-72%20(1).pdf)
- Montoya, M., Espinal, M., Bello, I., López, C., Mendoza, E., Bravo, C., López, P. (2022) Elaboración de bioplásticos a base de cáscara de plátano (*musa paradisiaca*) y almidón de maíz (*zea mays*). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4) 2385-2401. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i4.2763](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2763)
- Morán, S. (2020). Nada frena los plásticos de un solo uso: más de 260.000 toneladas al año en Ecuador. *Revista Plan V*. Obtenido de <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/nada-frena-plasticos-unsolo-uso-mas-260000-toneladas-al-ano>
- Navia, A. (2019). Residuos orgánicos como alternativa al plástico: mango, naranja y café. *Revista Animal Gourmet*. Obtenido de <https://www.animalgourmet.com/2019/08/16/alternativas-al-plastico-residuos-mango-cafe-naranja>
- Paredes, R. (2020). Propuesta de elaboración de bioplástico en base a almidón de yuca para vasos descartables. Obtenido de

- [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12438/2/IV\\_FIN\\_108\\_TI\\_Paredes\\_Vega\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12438/2/IV_FIN_108_TI_Paredes_Vega_2020.pdf)
- Pereyra, F., et al. (2018). Obtención y caracterización de almidón químicamente modificado de arroz. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 58, 2-11. Obtenido de [https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/13332/27-agroalimentos-pereyra-florencauner.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/13332/27-agroalimentos-pereyra-florencauner.pdf)
- Pérez, H. (2022). Comparación de los bioplásticos obtenidos a partir de banana baby (*Musa sp.*) y banana roja (*Musa acuminata* "Red Dacca") en el uso para embalaje de alimentos. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21824>
- Picho, G., Gutiérrez, D., Alvarado, D., & Larrea, C. (2024). Bioplásticos - Una alternativa para reducir la contaminación: RSL. *Tayacaja*, 7(1), 20. <https://doi.org/10.46908/tayacaja.v7i1.220>
- Rodríguez, F. (2021). Residuos de arroz y su potencial en biotecnología. *Journal of Agricultural Science*, 22(1), 102-110. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/4576/457662072001/457662072001.pdf>
- Smith, W. (2019). *Ciencia e ingeniería de materiales* (8.ª ed., pp. 255-260). McGraw-Hill. Obtenido de <https://acortar.link/XDJ9lw>
- Vega, J. (2022). Obtención de platos biodegradables a partir de cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) y bagazo de caña (*Saccharum officinarum*). Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/8375/TAI00211V39.pdf?sequence=1&isAllowed=y>