

Adherencia de arroz (*Oriza sativa*) en fibra de coco (*Cocos nucifera*) evaluado en un aglomerado biodegradable

Adhesion of rice (Oriza sativa) in coconut fiber (Cocos nucifera) evaluated in a biodegradable agglomerate

Ronald Humberto Trabanino Gómez

ronald.trabanino82@profesor.usac.edu.gt

 <https://orcid.org/0009-0009-8038-4019>

Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, USAC.
Escuintla, Guatemala

RESUMEN

La relevancia del presente estudio radica en el aprovechamiento de cáscara de coco como sustituto de materiales no renovables como la madera; considerada como un desecho; así mismo, el arroz de segunda, los cuales causan un impacto medioambiental en ríos o vertederos clandestinos; su importancia fue analizar la adherencia de arroz (*Oriza sativa*) al mezclarse con fibra de estopa de coco (*Cocos nucifera*) en distintas proporciones, evaluado en una probeta de aglomerado biodegradable. Para comprobarlo, se analizó el índice de compactación, el módulo de ruptura y la capacidad de retención de humedad, por tres formulaciones de mezclas de estopa de coco y harina de arroz. Se concluyó que la resistencia del aglomerado al ser compactado disminuye al aumentar la fibra, la cual va de 2.467 a 1.77 Newton; al incrementar el contenido de fibra la resistencia a la ruptura se incrementa de 0.075 a 0.125 Newton y se comporta linealmente; además retiene mayor humedad, incrementándose de 49.88 a 59.81%.

Palabras clave: adherencia, aglomerado, almidón, fibra, resistencia.

ABSTRACT

The relevance lies in the use of coconut shell as a substitute for non-renewable materials such as wood; considered as a waste; likewise, second-rate rice, which cause an environmental impact in rivers or clandestine dumps; Its importance was to analyze the adherence of rice (*Oriza sativa*) when mixed with coconut tow fiber (*Cocos nucifera*) in different proportions, evaluated in a biodegradable chipboard test tube. To verify this, the compaction index, the modulus of rupture and the moisture retention capacity were analyzed by three formulations of mixtures of coconut tow and rice flour. It was concluded that the resistance of the agglomerate when compacted decreases as the fiber increases, which goes from 2.467 to 1.77 Newton; by increasing the fiber content, the resistance to rupture increases from 0.075 to 0.125 Newton and behaves linearly; it also retains more moisture, increasing from 49.88 to 59.81%.

Keywords: adhesion, agglomerate, starch, fiber, resistance.

El autor declara que no tiene ningún conflicto de interés. El estudio fue financiado con recursos del Instituto Tecnológico Guatemala Sur.

Recibido: febrero 10 de 2023 | Aceptado: julio 15 de 2023 | Publicado: octubre 30 de 2023

INTRODUCCIÓN

El estudio radicó en analizar la adherencia de harina de arroz mezclada con fibra de estopa de coco para el desarrollo de un aglomerado biodegradable, con el propósito de evaluar la resistencia a la compresión de dicho aglomerado, ocasionada por la aglutinación del almidón del arroz activado con calor. Específicamente se analizó la fuera de resistencia a la ruptura y a la compactación, medidas en Newton en 7 centímetros cuadrados; asimismo se analizó el índice de saturación de agua al incrementar el contenido de fibra respecto a harina de arroz en tres probetas de aglomerado biodegradable.

El problema consistió en determinar si la harina de arroz incidía como adherente en fibra de estopa de coco, y si al disminuir el contenido de harina de arroz; es decir, al aumentar la fibra de estopa en el aglomerado biodegradable, las propiedades de compresión cambiarían estadísticamente. Se logró obtener un aglomerado con ciertas propiedades de resistencia a la compresión, con ello presentar una propuesta viable para aprovechar los desechos de la comercialización informal y formal de agua de coco en región sur de Escuintla y darle un valor agregado.

Durante varios años parte de la economía informal de Escuintla ha consistido en la comercialización de agua de cocos frescos. El valor aproximado, de acuerdo a cifras de Tridge (2023), empresa dedicada a comercio internacional; indica que, las exportaciones de coco de Guatemala llegó en el año 2022 a una cifra de 15,270 dólares representado por 268.9 toneladas métricas y de esta producción su destino principal de exportación fue El Salvador, con un 92.7% y el resto al mercado de Panamá, esta cifra disminuyó respecto a los años 2020 y 2021 en la cual las exportaciones al primer país ascendieron a 55,867 dólares en promedio por cada año.

Orrabalís, Cossio, & Martínez García (2020) indican que no es factible utilizar las cascarillas de arroz para compostado, debido a su alto contenido de lignina y sílice. Esto hace necesario la búsqueda de métodos alternativos para dar valor agregado a estos desechos agroindustriales.

A través de un estudio piloto se pudo evidenciar que, la comercialización de agua de coco ha crecido de una forma acelerada en el casco urbano de Escuintla, además no se tiene un debido manejo por parte de autoridades municipales o locales para su recolección o uso. Esto influye en un acelerado crecimiento de contaminación provocada por este residuo que, de forma teórica

se sabe que puede aprovecharse para elaborar productos para el hogar, como objetos decorativos o hasta para diseñar platos de vajilla. De acuerdo con Ramos (2023), el coco es un cultivo producido por un grupo pequeño de agricultores de la zona sur, así como parte del atlántico de Guatemala, quienes mejoran su calidad de vida por la venta de dicho producto. Al respecto se menciona que el 80% de su comercialización se realiza de forma orgánica y el resto como agua de coco y carnaza envasadas.

La investigación es una alternativa científica para evidenciar la importancia de aprovechar el coco como un subproducto en la elaboración de forma experimental de un aglomerado biodegradable, además del hecho que, para su diseño se utilizó como agente adherente, harina de arroz; esto con el objeto de contribuir con el uso de agentes biodegradables tanto en su materia prima base (coco) como en su agente de adherencia (harina de coco) y evitar el uso de productos como el látex. Es por ello que se buscó una alternativa viable para que los comerciantes informales de agua de coco, tengan dentro de su cartera de negocio una oportunidad viable y con ello contribuir como propuesta el reducir la contaminación ocasionada por la estopa de coco, así mismo diversificar agroindustrialmente el arroz como agente aglutinante para la fabricación de aglomerados.

El almidón no es por sí solo soluble en agua fría. Sapiña (2007) menciona que, a medida que el agua se calienta, los gránulos de almidón comienzan a absorber el agua. Este proceso inicia a unos 60 °C, aunque la temperatura puede ser distinta dependiendo de la naturaleza de la harina. Los gránulos van absorbiendo cada vez más agua y se hincha a medida que la temperatura se incrementa. Cuando un gránulo ya no puede absorber más agua se dice que está gelatinizado. Al seguir calentándose, llega un momento en que las moléculas de amilosa pasan a la disolución, las cuales interaccionan con otras moléculas del mismo tipo o con los gránulos, y este proceso es el causante de formar espesor en disoluciones con harina de arroz.

Con lo anterior, es evidente que la calidad de espesor del aglutinante cumple una función importante principalmente en la industria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Extracción de fibra: 15 kg de desperdicio de coco (cáscara), 5 costales de polipropileno de 1 qq., 1 gal. solución de cloro, 1 tijera de metal, 1 machete de

metal tipo colima, 1 martillo de metal de cabeza tipo bola, 1 nylon polietileno negro calibre 12 (5x5 m), 10 bolsas nylon de 5 kilos.

Obtención de harina de arroz: 10 kg de arroz de segunda, 10 kg de agua, 1 licuadora semi-industrial de 5 kilos de capacidad, 2 recipientes de plástico de 10 litros, 1 paleta de plástico, 1 colador de cocina de plástico, 1 olla de 5 litros, 1 nylon polietileno negro calibre 12 (1x2 m), 5 bolsas nylon de 5 kilos.

Solubilización de almidón de arroz: Harina de arroz del paso anterior, fibra fina y gruesa, 12 vasos de plástico para formulación, 1 estufa eléctrica 110 voltios, 1 olla de 5 kilos, 1 paleta de madera, 1 servidora de metal.

Diseño de la probeta de aglomerado biodegradable: 1 balanza semi-analítica de 5 kilogramos de capacidad, 1 horno deshidratador experimental de ± 1.5 °C de variación, 2 bandejas de horno tostador convencionales de 900 centímetros cuadrados, 1 regla graduada de 30 centímetros, 1 cinta métrica de metal, 1 paleta de madera.

Pruebas físicas: Balanza de control de peso corporal de 150 kilogramos de capacidad, 3 esferas de hierro para módulos de apoyo, 10 objetos de hierro de distinto peso, calculadora científica, cronómetro manual, baldes de 19 litros de capacidad.

Método

El enfoque fue cuantitativo de tipo experimental, con un alcance descriptivo, como lo indican Hernández, Fernández, & Baptista (2014), en estos estudios se describen fenómenos, contextos y sucesos, además pretenden medir o recoger información sobre las variables a estudiar; en este caso; resistencia a la compactación, módulo de ruptura máxima hasta su punto de deformación y la capacidad de humedad retenida; estas evaluadas estadísticamente con un diseño experimental de efectos fijos, por medio de un análisis de varianza de un factor a una significancia de 0.05; es decir a una confianza de 0.95. Además, se analizó el comportamiento lineal de cada variable y se graficó por medio de puntos de dispersión.

Extracción de fibra: La cáscara se remojó por 12 horas, se separó de ella las fibras del endocarpio y se ablandó con un martillo; luego se secó la parte leñosa y se deshebró manualmente; por último, la fibra se cortó y trituró en trozos de dos tamaños regulares, uno de 1 a 2 milímetros y otro de 5 milímetros.

Obtención de harina de arroz: En el segundo paso se hidrató y ablandó el arroz por 5 días a 4 °C en una relación de 1:1.5 de arroz y agua, luego se filtró y molió hasta obtener una harina húmeda, esta se secó a 55 °C y se trituró hasta obtener una harina fina de color blanco hueso.

Solubilización de almidón de arroz: Se mezcló la fibra, harina y agua en tres formulaciones al variar el contenido de fibra. El agua se usó para hidratar el grano al someter la mezcla a 60 °C por 3 minutos, hasta obtener un aglutinado homogéneo, como se muestra la formulación en la siguiente tabla.

Tabla 1

Formulación de mezcla de aglomerado para fibra fina y gruesa

Formulación	Fibra (F)		Harina		Agua		Fórmula final	
	g	%	G	%	g	%	G	%
AF1	4	2.6	50	32.5	100	64.9	154	100
AF2	5	2.3	50	27.9	125	69.8	179	100
AF3	6	2.0	50	24.5	150	73.5	204	100

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Composición de probeta de aglomerado: Se formuló tres mezclas de aglomerado de acuerdo a la tabla anterior, cada una con dos capas una con fibra gruesa y otra con fibra fina, como se muestra a continuación:

Tabla 2

Composición de aglomerado

Capa	Descripción
Capa fina	Fibra de tamaño regular de 1 mm. (capa superior del aglomerado de 1.2 cm. de altura)
Capa granulada	Fibra de tamaño regular de 5 mm. (capa inferior del aglomerado de 1.2 cm. de altura).

Fuente: Elaboración propia, 2023

Se moldeó las dos capas de forma manual con la ayuda de una paleta, una capa fina super puesta en una gruesa; se usó un molde rectangular para el efecto, de una medida aproximada de 900 centímetros cuadrados y 2.5 centímetros de alto. Las dos mezclas, fueron obtenidas del aglutinado de solución de harina de arroz, fibra y agua, obtenido en el proceso de solubilización de almidón del arroz. Luego se secó a calor constante a 70 °C por 8 horas, con un horno deshidratador experimental de variación ± 1.5 °C.

Pruebas físicas en aglomerado

Resistencia a la compactación del preformado aglomerado: Es la resistencia del material a su deformación máxima (recorrido máximo de 4 milímetros) a través de una fuerza progresiva, con incremento constante de peso. El material se predispuso a compactación con pesos constantes durante un minuto, este mismo se incrementó gradualmente hasta su límite de deformación; para realizar esta fuerza constante, el material se colocó en una superficie plana. El material se le sometió a una fuerza constante con una variación de pesos en un área de 25 centímetros cuadrados. El dato final de fuerza fue convertido a Newton; estos fueron analizados estadísticamente, de acuerdo al modelo de efectos fijos.

Módulo de ruptura del preformado aglomerado: El material aglomerado se sometió a fuerza constante y progresiva de distintos pesos, hasta su punto máximo de resistencia al quiebre. El material se sobrepuso en tres módulos diferentes como puntos de apoyo y la fuerza aportada fue en un área de 25 centímetros cuadrados debido a las características del material utilizado como pesos constantes. El dato final fue convertido a Newton; estos datos fueron analizados estadísticamente, de acuerdo al modelo de efectos fijos.

Capacidad de humedad retenida del preformado aglomerado

La capacidad de humedad retenida se puede asociar o comparar con la capacidad de absorción de agua o índice de saturación de agua (ISA) de las tres distintas formulaciones, su fin fue el determinar la cantidad máxima de agua retenida hasta antes de su punto de escurrimiento o saturación, para ello cada pieza de preformado se sumergió en agua hasta su límite, durante un tiempo de 15 minutos, este tiempo fue definido experimentalmente a partir de una prueba piloto. En este estudio se define como aquella cantidad de agua máxima retenida por el aglomerado hasta antes de su punto de saturación.

Se utilizó la siguiente fórmula:

Fórmula 1 *Contenido de humedad en preformado*

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

RESULTADOS

Resistencia del aglomerado a la compactación

Tabla 3

Resistencia a la compactación de aglomerado

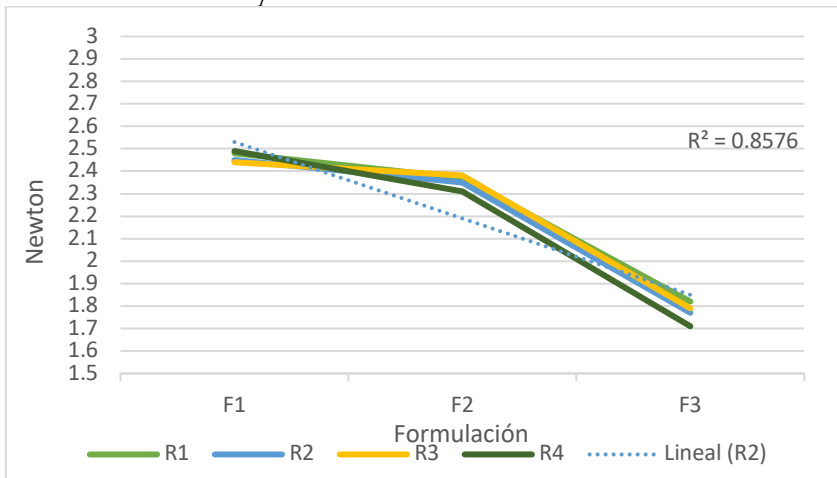
Formulación	Resistencia (Newton) a la compactación máxima				Promedio
	R1	R2	R3	R4	
AF1	2.481	2.452	2.442	2.491	2.467
AF2	2.373	2.354	2.383	2.314	2.356
AF3	1.824	1.765	1.795	1.706	1.773

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la siguiente figura se observa el comportamiento lineal de la resistencia a la compactación. Se observa que, al incrementar el contenido de fibra en la formulación, se reduce su resistencia al ser compactado; es decir que, cuanto mayor sea el contenido de almidón de arroz, mayor fue su resistencia a la compactación.

Figura 1

Resistencia máxima a la compactación



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En el gráfico anterior se observa una R aceptable, por lo que puede indicarse que el modelo se ajusta a la variable estudiada. Se observa un decrecimiento en la resistencia a ser compactado, al incrementarse el contenido de fibra. Se evidencia que, al incrementar el contenido de fibra, su resistencia a ser compactado disminuye, ya que la cantidad de poros en la estructura es mayor que en la fórmula con mayor contenido de almidón de arroz. La resistencia mecánica a la compactación de productos elaborados con fibra de coco, disminuye significativamente al 0.05 de error, al incrementar su contenido en la formulación. Esto se evidencia a partir de la siguiente tabla.

Tabla 4

Análisis de varianza para la resistencia a la compactación

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F Calculada	F Tabulada
Formulación	2	1.112	0.556	415.635	4.260
Error	9	0.012	0.001		
Total	11	1.124			

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Resistencia del aglomerado a la ruptura

En la siguiente tabla se reporta la resistencia máxima a la ruptura, descrita en Newton, para las tres formulaciones de aglomerado, además se reporta como referencia, la resistencia de un aglomerado comercial de madera de 2.5 centímetros. En el análisis estadístico se consideró únicamente las 4 repeticiones de las formulaciones experimentales.

Tabla 5

Resistencia del aglomerado a la ruptura

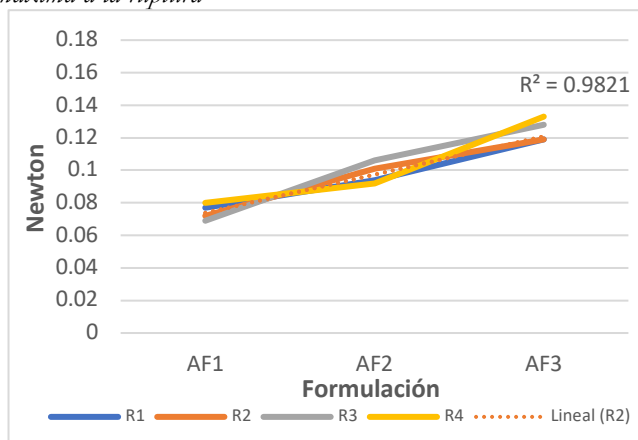
Formulación	Resistencia (Newton) a la ruptura				Promedio
	R1	R2	R3	R4	
AF1	0.077	0.072	0.069	0.080	0.075
AF2	0.094	0.101	0.106	0.092	0.098
AF3	0.119	0.119	0.128	0.133	0.125
Testigo	0.917	0.932	0.894	0.945	0.922

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la siguiente gráfica se observa el comportamiento lineal de la resistencia a la ruptura. Se observa que, al aumentar el contenido de fibra en la formulación, se incrementa su resistencia máxima a la ruptura; es decir que, cuanto mayor sea la cantidad de almidón de arroz en la formulación, menor será su resistencia a la ruptura.

Figura 2

Resistencia máxima a la ruptura



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En el gráfico se observa una R aceptable, por lo que puede indicarse que el modelo se ajusta linealmente a la variable estudiada. Se evidencia que, al incrementar el contenido de fibra, su resistencia máxima a la ruptura aumenta. Es evidente a partir de la gráfica, que la capacidad de resiliencia del almidón de arroz es inferior al compararla con la resiliencia de la fibra de coco.

La variabilidad estadística de la resistencia a la ruptura de las tres formulaciones de preformado se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6

Análisis de varianza para la resistencia a la ruptura

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F Calculada	F Tabulada
Formulación	2	52.42	26.21	60.06	4.26
Error	9	3.93	0.44		
Total	11	56.35			

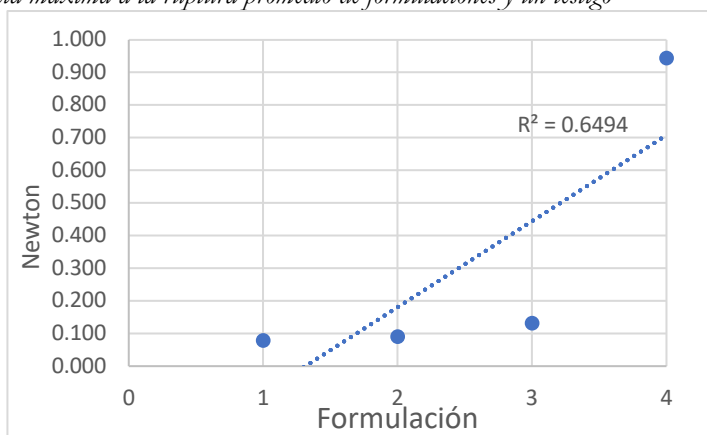
Fuente: Elaboración propia, 2023.

A partir de la tabla anterior, se evidencia que la resistencia a la ruptura de las diferentes formulaciones de aglomerado, es distinta significativamente al 0.05 de error.

Como referente comparativo, en la siguiente gráfica se muestra el promedio de la resistencia a la ruptura (en Newton) de las tres formulaciones evaluadas y la de un aglomerado testigo comercial ligeramente de mayor tamaño (en un 10% aproximadamente), elaborado con partículas de madera. El valor de 1 representa AF1; el valor de 2 AF2; el valor de 3, AF3 y el valor de 4 al testigo.

Figura 3

Resistencia máxima a la ruptura promedio de formulaciones y un testigo



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la figura anterior, se muestra que es evidente que no existe relación entre la resistencia a la ruptura de las formulaciones experimentales y la del testigo. Esta fue la razón por la cual no se consideró dentro del modelo estadístico. La resistencia a la ruptura de un aglomerado comercial es evidentemente superior a la elaborada experimentalmente. Para el caso del aglomerado diseñado, no se llevó a cabo el proceso de compactación.

Capacidad de retención de humedad

Esta fue evaluada como la cantidad de humedad máxima retenida medido como porcentaje en peso por un tiempo determinado de 25 minutos; después de este punto, se llegó al escurrimiento. En el análisis estadístico se consideró únicamente las 4 repeticiones de las formulaciones experimentales. Se calculó como punto de referencia para la gráfica el índice de retención de humedad de un aglomerado comercial de 2.5 centímetros de espesor, este no fue modelado en el diseño estadístico.

Tabla 7

Capacidad de retención de humedad

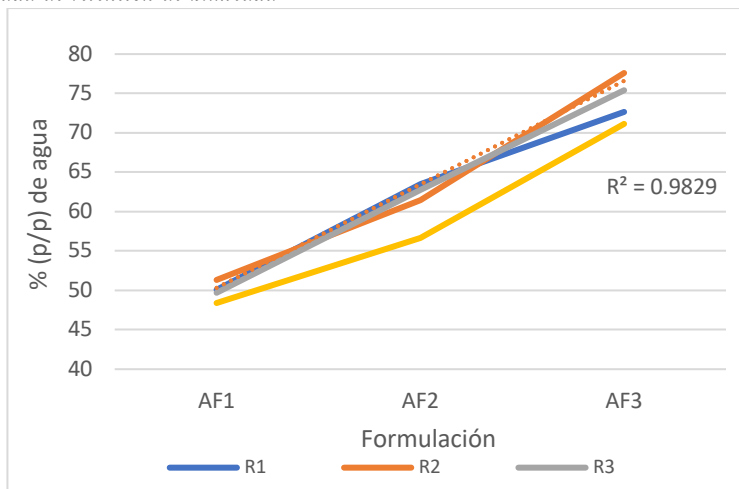
Formulación	Saturación de agua (% p/p)				Promedio
	R1	R2	R3	R4	
AF1	50.08	51.33	49.70	48.40	49.88
AF2	63.50	61.46	62.80	56.70	61.12
AF3	72.66	77.60	75.41	71.14	74.20
Testigo	58.50	60.09	62.70	57.95	59.81

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la siguiente figura se observa el comportamiento lineal de la retención de humedad hasta antes de su escurrimiento, al ser incrementado el contenido de fibra en la fórmula.

Figura 4

Capacidad de retención de humedad



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Se observa que, al aumentar el contenido de fibra en la formulación, se incrementa la retención de humedad; es decir que, cuanto mayor sea la cantidad de almidón de arroz en la formulación, menor fue retención de humedad en el aglomerado. De forma comparativa se incluye en la tabla anterior el contenido de absorción de humedad de la muestra testigo, la cual presentó un promedio de retención del 59.81 %, mismo que se compara con la formulación AF2 (2.3% fibra, 27.9% harina, 69.8% agua) con una capacidad de saturación de agua del 61.12%.

En la fase experimental se logró que la fibra estuviera totalmente seca; sin embargo, el almidón obtenido en forma de pasta, contenía un alto porcentaje de humedad, a pesar que se sometió a un proceso de secado, ya que el punto máximo de saturación de agua ya se había logrado con su gelificación; esto provocó que, al estar presente en menor proporción en la fórmula y por ende la fibra estuviera en mayor proporción, retuviera mayor contenido de humedad.

La variabilidad estadística de la capacidad de retención de humedad de las tres formulaciones de preformado se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 8

Análisis de varianza para la capacidad de retención de humedad

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F Calculada	F Tabulada
Formulación	2	1185.69	592.85	93.18	4.26
Error	9	57.26	6.36		
Total	11	1242.96			

Fuente: Elaboración propia, 2023.

A partir de la tabla anterior, se observa que la variación en la capacidad de retención de humedad en las tres formulaciones de preformado de fibra de coco y harina de arroz, es significativa al 0.05 de error, debido al incremento del contenido de fibra en el aglomerado.

DISCUSIÓN

Resistencia del aglomerado a la compactación

La resistencia a la compactación de las tres formulaciones es diferente. De acuerdo con Gómez, Zuluaga, Salazar, Felipe, & Fernández Morales (2020), los materiales elaborados a partir de fibras de coco presentan un mayor módulo elástico al incrementar el contenido de fibra, esto en relación a su resistencia a la deformación es inversamente proporcional; por lo tanto, al incrementar con contenido de fibra, disminuye su resistencia a la compactación, pero aumenta su módulo de elasticidad.

Resistencia del aglomerado a la ruptura

Contraproducente al efecto mostrado en los resultados, Gómez, et. al, (2020) mencionan que, uno de los factores que dan lugar a que los no tejidos elaborados por adhesión química (*proceso por medio del cual se unen fibras a través de un agente aglutinante*) tengan una resistencia a la ruptura mucho mayor que los obtenidos por punzonado (*método en la producción de no tejidos, el cual consiste en hacer pasar una capa de fibras por un tablero de agujas para fieltro, el cual penetra múltiples veces la capa de fibras entrelazándolas al salir de la red de fibras*), es el hecho de que el agente empleado para adhesión química es el látex, el cual es un elastómero que presenta un bajo módulo de elasticidad y una baja rigidez, pero una alta

resiliencia (capacidad de un material de absorber energía elástica cuando es deformado y de cederla cuando se deja de aplicar la carga).

Bajo la misma línea, Gómez, et. al (2020), indican que los materiales elaborados a partir de fibras de coco presentan un mayor módulo elástico al incrementar el contenido de fibra, esto en relación a su resistencia a la deformación es inversamente proporcional; por lo tanto, al incrementar con contenido de fibra, disminuye su resistencia a la compactación, pero aumenta su módulo de elasticidad.

Un aglomerado comercial utiliza resinas sintéticas de mayor aglutinación como el látex, además utilizan métodos de secado directo y prensado constante con calor para su compactación. Es evidente que las harinas en comparación con las resinas sintéticas almacenan humedad, esto influye en su resistencia a la ruptura.

Capacidad de retención de humedad

Gutierrez, et. al (2011) mencionan que, el patrón de distribución de las partículas de las mezclas provoca una diferencia en la porosidad, así mismo influye la relación del tamaño, forma, naturaleza y acomodo de estas partículas; menciona también que, el conocimiento entre el espacio poroso y el empaquetamiento de las partículas debe investigarse aún más.

La densidad del entrelazamiento de las partículas de fibra de coco, provocó en este sentido, la mayor retención de humedad del material preformado.

CONCLUSIONES

La resistencia a la compactación del aglomerado disminuye al aumentar el contenido de fibra; es decir, al disminuir el contenido de almidón de arroz en la formulación; con 4 gramos de fibra es de 2.467 N, con 5 gramos 2.356 N y con 6 gramos es de 1.77 N. Esto es debido a que la cantidad de poros es mayor cuanto más contenido de fibra contenga el aglomerado, lo que se relaciona a un incremento en su módulo de elasticidad al aumentar el contenido de fibra de coco.

La resistencia a la ruptura del aglomerado de fibra de coco y harina de arroz tiene un comportamiento lineal (R^2 de 0.98); al incrementar el contenido de fibra de coco y disminuir el contenido de almidón de arroz en el aglomerado, aumenta su resistencia máxima a la ruptura; con 4 gramos de fibra de coco es de 0.075 N, con 5 gramos es de 0.098 N y con 6 gramos de fibra es de 0.125 N; por lo que su módulo de elasticidad aumenta. Se evidenció que las harinas naturales en comparación con resinas sintéticas almacenan humedad, y por ende disminuye su resistencia a la ruptura con mayor contenido de este tipo de almidones.

La capacidad de retención de humedad del aglomerado hasta antes de su escurrimiento aumenta al incrementar el contenido de fibra de coco; en la fórmula AF1 su índice de retención de humedad fue de 49.88%; para la AF2 fue de 61.12% y para la fórmula AF3 fue de 74.4%; la capacidad de retención de humedad de la muestra testigo fue de 59.81%, con una R^2 de correlación lineal alta. La disminución de retención de humedad a mayor contenido de harina de arroz es ocasionada al índice de saturación propiamente dicho del almidón, lo que disminuye su capacidad de retención de agua.

REFERENCIAS

- Aristizábal, J., & Sánchez, T. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. Recuperado el 02 de Agosto de 2023, de <https://www.fao.org/3/a1028s/a1028s.pdf>
- Axioma Group S.A.S. (18 de Abril de 2023). *Almidón: ¿cuál es la función de este ingrediente estrella en la industria de alimentos?* Recuperado el 09 de Agosto de 2023, de <https://www.revistaalimentos.com/es/informacion-comercial/en-el-horno-la-funcion-y-el-comportamiento-de-los-almidones-en-productos-de>
- Gómez Méndez, T., Zuluaga Palacio, S., Salazar Marín, M., Felipe Peñuela, A., & Fernández Morales, P. (Marzo de 2020). *Comportamiento mecánico de fibras y no tejidos de coco. Comparación entre parámetros de punzonado y adhesión química*. doi:10.18041/1794-4953/avances.1.5255
- Gutierrez Castorena, M., Hernández Escobar, J., Ortiz Solorio, C., Sánchez, R., & Hernández Lara, M. (Septiembre de 2011). *Relación porosidad-retención*

de humedad en mezclas de sustratos y su efecto sobre variables respuesta en plántulas de lechuga. Recuperado el 23 de Agosto de 2023, de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v17n3/v17n3a10.pdf>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México: McGraw Hill.

Mann, K., Kzich, M., Grüll, D., & Wastyn, M. (18 de Agosto de 2019). *Composición de adhesivo a base de almidón.* Recuperado el 07 de Agosto de 2023, de <https://patentimages.storage.googleapis.com/01/f8/f6/985017f3cd32eb/ES2700662T3.pdf>

Márquez Gómez, M., Galicia García, T., Máquez Meléndez, R., Quintero Ramos, A., & Ruiz Gutierrez, M. (2014). *Caracterización fisicoquímica y térmica de almidón de arroz en el desarrollo de un material de pared para su uso en microencapsulación.* Recuperado el 04 de Agosto de 2023, de <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/1351/1/2015%20Memoria%20Art%C3%ADculo%20%20CARACTERIZACION%20FISICOQUIMICA%20Y%20T%C3%89RMICA%20DE%20ALMIDON%20DE%20ARROZ.pdf>

Martínez, J., Hernández, J., & Arias, A. (Agosto de 2018). *Propiedades fisicoquímicas y funcionales del almidón de arroz (Oryza sativa L.) blando e integral.* Recuperado el 07 de Agosto de 2023, de <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/viewFile/446/364>

Meaño Correa, N., Ciarfella Pérez, A., & Dorta Villegas, A. (Junio de 2014). *Evaluación de las propiedades químicas y funcionales del almidón nativo de ñame congo (Dioscorea bulbifera L.) para predecir sus posibles usos tecnológicos.* Recuperado el 09 de Agosto de 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427739467011.pdf>

Orrabalís, C., Cossio, L., & Martínez García, R. (Diciembre de 2020). *Aglomerado de cascarrilla de arroz con adhesivo comercial poliuretánico.* Recuperado el 07 de Marzo de 2023, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48170468011>

Cómo citar este artículo:

Trabanino Gómez, R. H. (2023). Adherencia de arroz (*Oryza sativa*) en fibra de coco (*Cocos nucifera*) evaluado en un aglomerado biodegradable. *Revista de Investigación Proyección Científica*, 5(1), 17-33. <https://doi.org/10.56785/ripic.v5i1.120>



Copyright © 2023 Ronald Humberto Trabanino Gómez. Todos los derechos son de los autores de los manuscritos. Este texto está protegido por una licencia Creative Commons 4.0. Usted es libre para compartir y adaptar el documento para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

Resumen de licencia - Texto completo de la licencia