

USO DEL ALMIDÓN DE YUCA COMO MATERIAL PRINCIPAL EN LA ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO PARA ESTUCAR

Use of cassava starch as the main material in the development of a product for plastering

Miguel Ángel Portilla Contreras¹
mportilla3@udi.edu.co

Jorge Mauricio Lasso¹
jlasso1@udi.edu.co

Fernando Díaz Gómez¹
fdiaz10@udi.edu.co

¹Universidad de Investigación y Desarrollo Bucaramanga, Colombia-UDI

Recibido: abril 3 de 2025 – Aceptado: junio 9 de 2025

Resumen

Este artículo explora la viabilidad de utilizar almidón de yuca como material principal en productos de estuco para reducir el impacto ambiental de la construcción mediante el uso de recursos renovables. A través de un enfoque exploratorio y experimental, se creó un biocompuesto de estuco con una composición del 70% de almidón de yuca y un 30% de cal, cemento y yeso. Se realizó un análisis comparativo del tiempo de secado utilizando ANOVA de un solo factor para identificar diferencias significativas en los tiempos de secado. Si bien algunos resultados fueron desfavorables, otros indicaron que el almidón de yuca podría ser un componente principal viable en los estucos, promoviendo mezclas más sostenibles. El estudio demuestra que el almidón de yuca tiene el potencial de mejorar la durabilidad y resistencia de los estucos, similar a su aplicación en morteros de cemento y otros sectores de la construcción, como en operaciones en campos petroleros y adhesivos para madera.

Palabras clave: Almidón de yuca, Estuco, Biocompuesto, Sostenibilidad, Durabilidad.

Abstract

This article explores the feasibility of using cassava starch as the main material in stucco products to reduce the environmental impact of construction by utilizing renewable resources. Through an exploratory and experimental approach, a biocomposite stucco was created with a composition of 70% cassava starch and 30% lime, cement, and gypsum. A comparative analysis of drying time was conducted using one-way ANOVA to identify significant differences in drying times. While some results were unfavorable, others indicated that cassava starch could be a viable main component in stuccos, promoting more sustainable mixtures. The study demonstrates that cassava starch has the potential to enhance the durability and strength of stuccos, similar to its application in cement mortars and other construction sectors, such as in oilfield operations and wood adhesives.

Keywords: Cassava starch, Stucco, Biocomposite, Sustainability, Durability.

I. INTRODUCCIÓN

La construcción sostenible es una prioridad global en el siglo XXI, impulsada por la necesidad de reducir el impacto ambiental de las actividades humanas y fomentar un desarrollo que equilibre las necesidades sociales, económicas y ambientales [1]. Los materiales de construcción sostenibles, son económicamente viables y respetuosos con el medio ambiente, se han convertido en un objetivo fundamental para la industria [2]. En este contexto, la yuca (*Manihot esculenta*), una planta ampliamente cultivada por la importancia alimenticia, presenta un gran potencial en la industria de la construcción debido a sus propiedades físicas y químicas [3]. El subproducto de su proceso, la sedimentación de yuca, es particularmente interesante por sus características, ya que estas pueden aprovecharse en el desarrollo de biocompuestos para aplicaciones en revestimientos de muros [4].

La industria de la construcción enfrenta retos importantes en cuanto a sostenibilidad y eficiencia basado en los objetivos de desarrollo sostenible y en el uso de recursos, ya que los materiales tradicionales, como el cemento y el yeso, son responsables de altos niveles de consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero [5]. Además, la sobreexplotación de recursos como la madera y la piedra contribuye a la pérdida de biodiversidad y la degradación ambiental [6]. Ante estos problemas, se hace urgente explorar alternativas innovadoras que reduzcan el impacto ambiental, como los biocompuestos derivados de fuentes renovables y biodegradables [7]. Sin embargo, aunque ofrecen una posible solución, aún existen desafíos relacionados con el rendimiento y viabilidad económica [8].

En investigaciones recientes, el almidón de yuca ha sido evaluado como aditivo en hormigones, mostrando mejoras significativas en durabilidad y resistencia a la penetración de cloruros [9], lo cual sugiere su potencial en otras aplicaciones de la construcción. Estos estudios inspiran a explorar la viabilidad del almidón de yuca como componente principal en productos de estuco, con la intención de desarrollar una alternativa más ecológica y funcional [10]. La pregunta que surge es: ¿Es factible el uso del almidón de yuca como material base en estucos, con una mayor proporción de participación en la mezcla?

El objetivo de este estudio es diseñar y analizar un biocompuesto de estuco con un 70% de almidón de yuca y un 30% de cal, cemento y yeso. A través de un enfoque experimental y exploratorio, se realiza un análisis de tiempos de secado utilizando ANOVA de un factor para identificar diferencias significativas en los tiempos de secado de la mezcla [11].

Los resultados sugieren que, aunque algunos ensayos fueron desfavorables, el almidón de yuca puede considerarse un material principal viable para el estuco, con beneficios de durabilidad y resistencia similares a los observados en morteros de cemento [12]. Estos hallazgos abren la puerta a futuras investigaciones y a la posibilidad de desarrollar mezclas aún más sostenibles para la construcción, alineadas con los objetivos de construcción ecológica y eficiente en el uso de recursos [13].

II. METODOLOGÍA

Materia Prima y Preparación del Biocompuesto

La materia prima principal fue almidón de yuca (*Manihot esculenta*), recolectado localmente para fomentar la economía agrícola y reducir el desperdicio de recursos [14]. Se utilizaron dos fuentes de yuca: Yuca en buen estado (apta para consumo humano).

Yuca descartada (pérdida de valor comercial), promoviendo así un modelo de economía circular [15].

El procesamiento del almidón incluyó las siguientes etapas:

Licuada de la yuca para extraer la pulpa.

Sedimentación para separar el almidón de las fibras.

Secado en horno de laboratorio a 60°C hasta obtener un polvo fino [16].

El almidón refinado se tamizó con mallas de 150 μm para garantizar homogeneidad [17].

Selección de Muestras y Diseño Experimental

Se eligieron bloques de prueba estandarizados (20 \times 20 \times 5 cm) como sustratos para aplicar las mezclas de estuco, simulando condiciones reales de construcción [18]. Los criterios de selección incluyeron:

Uniformidad en la superficie de aplicación.

Resistencia base comparable a revoques tradicionales.

Disponibilidad para réplicas experimentales (n = 4 por mezcla).

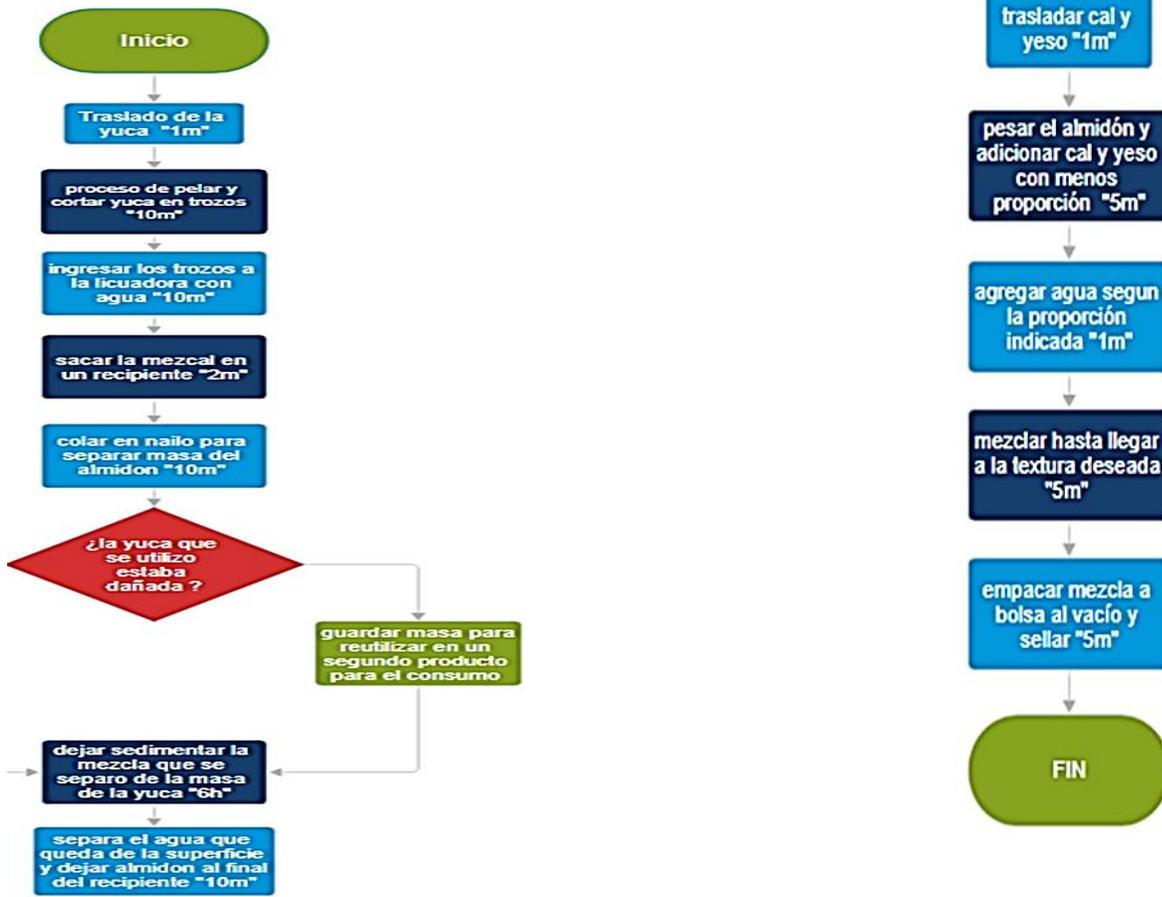
Formulación de Mezclas y Aplicación

Se evaluaron cinco combinaciones de estuco con variaciones en la proporción de almidón (70% base) y aditivos (30%: cal, cemento, yeso). Las mezclas se aplicaron con espátulas metálicas bajo condiciones controladas (25°C, 60% HR) [19].

Análisis de Tiempos de Secado

El tiempo de secado se midió desde la aplicación hasta alcanzar un 95% de evaporación de humedad (peso constante). Los datos se analizaron mediante ANOVA de un factor ($\alpha = 0.05$) para identificar diferencias significativas entre mezclas [20]. El análisis se realizó en Python (Google Colab) con las bibliotecas pandas y scipy.stats.

Fig1. Proceso de elaboración de estuco bicompuesto de 1 kg



IV. RESULTADOS

Como se indicó anteriormente se realizó la primera mezcla que era el almidón al 100% el cual se aplicó sobre el bloque, este no tenía la propiedad de poder esparcir sobre el bloque con una espátula ya que tenía propiedades newtoniana, su secado era bueno y su superficie una de las mejores, pero al pasar el tiempo este se establecía muy tiesa y se agrietaba completamente, aparte no tenía la propiedad de resistencia en frizado con la lija ya que se desmorona toda la superficie.

La mezcla de almidón-cemento se preparó con una consistencia pastosa, una textura adecuada para su aplicación sobre el revoco, permitiendo un esparcido fácil y un acabado liso al pasar la espátula. El tiempo de secado fue de aproximadamente 10 minutos, lo que demuestra un secado rápido.

Una vez seco, se retiró el bloque y se dejó reposar durante 2 horas para evaluar su resistencia y dureza. Tras este periodo, se observó que el material presentaba pequeñas grietas, lo que sugiere que la proporción de agua utilizada podría ser excesiva y debería reducirse en futuras preparaciones.

A pesar de las grietas, la mezcla mostró una buena resistencia al lijado, lo que indica que, con ajustes en la cantidad de agua, podría lograrse un mejor comportamiento estructural sin perder sus propiedades de adherencia y acabado.

Evaluación de las mezclas basadas en almidón

Mezcla de almidón-cemento

Esta mezcla presentó una consistencia pastosa adecuada para su aplicación sobre el revoco, permitiendo un esparcido uniforme y un acabado liso al utilizar la espátula. El tiempo de secado fue de aproximadamente 10 minutos, demostrando un secado rápido. Sin embargo, tras un periodo de reposo de 2 horas, se observaron pequeñas grietas, lo que sugiere que la proporción de agua podría requerir ajustes. A pesar de esto, la mezcla mostró buena resistencia al lijado, indicando potencial con modificaciones en la formulación. Ver figura 2



Fig2. Mezcla almidón-cemento

Mezcla de almidón-cal

Esta combinación tuvo una textura más similar al plástiestuco, siendo fácil de aplicar sobre el bloque. Presentó un comportamiento similar al almidón-cemento en cuanto a secado y adherencia, pero con menor formación de grietas y un acabado más liso. Por estas características, se consideró una de las opciones más factibles. Ver figura 3



Fig3. Mezcla almidón-cal

Mezcla de almidón-arena

Este intento resultó inviable, ya que la arena no aportó las propiedades deseadas en términos de resistencia, textura o adherencia. Se determinó que la arena no es un componente necesario para las mezclas basadas en almidón.

Mezcla de almidón-cal-yeso

Una de las formulaciones más favorables, ya que cumplió con los requisitos de textura, resistencia y facilidad de lijado. Presentó mínimas grietas y permitió un acabado liso con buena durabilidad, consolidándose

como una opción óptima.

Otras mezclas evaluadas

Almidón-cemento-arena: Fue descartada debido a su excesiva dureza y textura rugosa, atribuible a la arena.

Almidón-cal y almidón-cal-yeso: Estas dos mezclas demostraron los mejores resultados, cumpliendo con los objetivos de adherencia, resistencia y acabado.

Se realiza un cuadro de tiempos de secado ver tabla 1. Para las diferentes mezclas mencionadas.

Con estos tiempos se realiza un análisis ANOVA de un solo factor. En este caso solo se tuvo en cuenta el tiempo de secado. El cálculo se realizó por medio de Python en google colab. Donde arrojó los siguientes resultados.

Tabla1. Tiempo de secado de acuerdo al tipo de mezcla

Mezcla	Tiem po 1	Tiem po 2	Tiem po 3	Tiem po 4
Tradicional	16	14	11	12
Almidón-Cal	5	7	5	6
Almidón-yeso	7	8	8	8
Almido n-cal-yeso	9	7	8	7

```
import pandas as pd
from scipy import stats
# Crear el DataFrame con los datos
data = {
'Tradicional': [16, 14, 11, 12],
'Almidon-Cal': [5, 7, 5, 6],
'Almidon-Yeso': [7, 8, 8, 8],
'Almidon-Cal-Yeso': [9, 7, 8, 7]
}
df = pd.DataFrame(data)
# Realizar el ANOVA de un solo factor
f_val, p_val = stats.f_oneway(df['Tradicional'],
```

```
df['Almidon-Cal'], df['Almidon-Yeso'], df['Almidon-Cal-Yeso'])
```

```
print("Valor F:", f_val)
```

```
print("Valor p:", p_val)
```

```
if p_val < 0.05:
```

```
    print("Existen diferencias significativas entre las medias de las mezclas.")
```

```
else:
```

```
    print("No existen diferencias significativas entre las medias de las mezclas.")
```

```
Valor F: 23.761904761904763
```

```
Valor p: 2.4562567570344394e-05
```

Existen diferencias significativas entre las medias de las mezclas. ANOVA

V.CONCLUSIONES

El valor de p (2.46×10^{-5}) es mucho menor que el nivel de significancia estándar ($\alpha = 0.05$), esto significa que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tiempos de al menos dos de las medias de las mezclas evaluadas.

Al observar los datos, el grupo de tratamiento de estucado Tradicional tiene valores notablemente más altos (media ≈ 13.25) en comparación con los otros tres métodos (medias entre 5.75 y 7.75). Esto indica que el método tradicional podría ser significativamente diferente (y posiblemente superior en el contexto estudiado) frente a las alternativas con almidón.

Las mezclas que usan almidón (Almidón-Cal, Almidón-Yeso, Almidón-Cal-Yeso) muestran medias relativamente cercanas (entre 5.75 y 7.75), por lo que sus diferencias podrían no ser significativas entre ellas. En futuros estudios se podría comprobar utilizando análisis de pruebas post-hoc como Tukey o LSD para comprobar que grupos son los similares o significativamente diferentes. Si el objetivo es maximizar el valor de la variable analizada (por ejemplo, resistencia), el método Tradicional sería la mejor opción. Si se busca optimizar costos o usar alternativas (como almidón), se debería analizar cuál de

las tres opciones con almidón es viable, aunque ninguna alcanza los valores del método tradicional.

El estuco es uno de los materiales de construcción y también los demás productos proviene de explotación mineral, donde se daña miles de ecosistemas afectando tanto tierra, agua y aire, para lograr dichos productos.

Los almidones es uno de los productos que tiene diversidad de uso y proviene de forma natural o de plantación y cultivos, aunque el almidón en la idea de transformar un estuco y volverlo 100% biocompuesto no fue factible se logró hacer que el producto se utilizara como material principal de gran proporción el almidón y de menos proporción los demás minerales.

Este será el inicio de hacer próximas investigaciones para buscar la forma de que el almidón junto con otro tipos

de materiales no nocivos ante el ecosistema para ayudar a que cumpla con el 100% de ser eco amigable.

REFERENCIAS

[1] F. O. Okafor, "The performance of cassava flour as a water-reducing admixture for concrete," *Niger. J. Technol.*, vol. 29, no. 2, pp. 106–112, 2010.

[2] B. Ghanbarradeh and H. Almasi, *Biodegradable Polymers*. Croatia: IntechOpen, 2016, pp. 141–186.

[3] M. Tsko et al., "The principles of starch gelatinization and retrogradation," *Food Nutr. Sci.*, vol. 5, no. 3, pp. 280–291, 2014.

[4] ASTM C136/C136M-19, *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2019.

[5] BS EN 1015-3, *Methods of Test for Mortar for Masonry: Determination of Consistence of Fresh Mortar*. London, UK: BSI, 1999.

[6] S. K. Joseph and A. Sonia-Xavier, "Effect of starch admixtures on fresh and hardened properties of concrete," *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 4, no. 3, pp. 27–30, 2013.

[7] J. Pittoda and P. S. Umrigar, "Evaluation of sorptivity and water absorption of concrete with partial replacement of cement by thermal industry waste (fly ash)," *Int. J. Eng. Innov. Technol.*, vol. 2, no. 7, pp. 245–249, 2013.

[8] F.O. Okafor, The performance of cassava flour as a water-reducing admixture for concrete, *Niger. J. Technol.*, vol. 29, no. 2, pp. 106–112, 2010.

[9] A.A. Akhdanhuni and W. Schmidt, Effect of cassava starch on shrinkage characteristics of concrete, *Afr. J. Sci. Technol. Innov. Dev.*, vol. 61, no. 1, 2019.

[10] ASTM C53, *Standard Specification for Concrete Aggregates*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020.

[11] BS EN 197-1, *Cement Part 1: Composition, Specifications and Conformity Criteria for Common Cements*, British Standards Institution, London, UK, 2011.

[12] A.A. Akhdanhuni and H.C. Uzoepo, Strength and durability properties of concrete with starch admixture, *Int. J. Concr. Struct. Mater.*, vol. 12, no. 1, 2018.

[13] BS EN 8500-2, *Concrete Complementary British Standards to BS EN 206: Constituents Materials and Concrete*, British Standards Institution, London, UK, 2013.

[14] D. O. Oni, J. Mverso, and C. Kabubo, "Experimental investigation of the physical and mechanical properties of cassava starch modified concrete," *Open Constr. Build. Technol. J.*, vol. 13, no. 1, pp. 351–345, 2019.

[15] A. E. Abalska, *Comparative Effects of Cassava Starch and Simple Sugar in Cement Mortar and Concrete*, 2020. [Online]. Available: <http://www.ajol.info/index.php/atbu/article/view/85748>

[16] M. Tsko et al., "The principles of starch gelatinization and retrogradation," *Food Nutr. Sci.*, vol. 5, no. 3, pp. 280–291, 2014.

[17] ASTM C136/C136M-19, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2019.

[18] BS EN 1015-3, Methods of Test for Mortar for Masonry: Determination of Consistence of Fresh Mortar. London, UK: BSI, 1999.

[19] H. Tan et al., "A study on the effects of starches on the properties of alkali-activated cement," *Energies*, vol. 10, no. 7, p. 1048, 2017.

[20] S. K. Joseph and A. Sonia-Xavier, "Effect of starch admixtures on fresh and hardened properties of concrete," *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 4, no. 3, pp. 27–30, 2013.