





## Artículo Corto

### EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE BIOMASA COMO SUBPRODUCTO DEL GRANO DE CACAO (*Theobroma cacao* L) FERMENTADO MEDIANTE SECADO POR ASPERSIÓN

### EVALUATION OF BIOMASS YIELD AS A BYPRODUCT OF FERMENTED COCOA (*Theobroma cacao* L) BEANS BY SPRAY DRYING

García-Rincón Paola Andrea<sup>1\*</sup>, Rodríguez-Pérez Wilson<sup>1\*\*</sup>, Hermosa-Otero Andrea<sup>1\*\*\*</sup>,  
Núñez-Ramírez José Manuel<sup>1\*\*\*\*</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación de Biotecnología & Control de Calidad de Alimentos. Universidad de la amazonia. Florencia, (Caquetá), Colombia.  <https://orcid.org/0000-0001-6028-7929>, ✉ Correo electrónico: [pgarcia@uniamazonia.edu.co](mailto:pgarcia@uniamazonia.edu.co); [gbiotecnologiaccm@gmail.com](mailto:gbiotecnologiaccm@gmail.com);  
 <https://orcid.org/0000-0001-6218-8596>, ✉ Correo electrónico: [w.rodriguez@udla.edu.co](mailto:w.rodriguez@udla.edu.co),  
 <https://orcid.org/0000-0002-3173-1805>, ✉ Correo electrónico: [a.hermosa@udla.edu.co](mailto:a.hermosa@udla.edu.co) ;  
 <https://orcid.org/0000-0002-7250-8845> ✉ Correo electrónico: [jo.nunez@udla.edu.co](mailto:jo.nunez@udla.edu.co).

---

Recibido: septiembre 09 de 2024; Aceptado: diciembre 20 de 2024

#### RESUMEN

---

En la industria agrícola y alimentaria se han generado diferentes técnicas de conservación para materias primas y producto terminado, como el secado por aspersion; las cuales permiten mantener las características organolépticas y propiedades fitoquímicas del alimento deseado; por su parte, el cacao es uno de los cultivos más importantes para la exportación en Colombia, cifras que en 2023 se aproximaron a 5600 toneladas de grano de cacao comercializado, de allí la necesidad de garantizar la calidad

del producto y la competitividad de las regiones cacaoteras del País. La investigación tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de la producción de polvo (microcápsulas) de granos de cacao fermentado y cacao en grano fermentado e inoculado con probiótico mediante diferentes condiciones. Las condiciones de operación del proceso de secado por aspersión se plantearon de acuerdo a ensayos previos que resultaron en: temperatura del aire de entrada 100 – 110 - 120°C, temperatura de salida del aire 90-95°C, los sólidos en la dispersión de (5,825 - 6,607%), con una alimentación constante del 15%, utilizando 2% de maltodextrina en un Mini spray dryer Buchi B-290. Los tratamientos evaluados fueron: cacao fermentado natural (T0), cacao fermentado e inoculado con probiótico en tiempo inicial (T1) y cacao fermentado e inoculado con probiótico en tiempo de 48 horas (T2); los cuales fueron desengrasados previo a su uso. Los resultados mostraron que el polvo de cacao en grano sin grasa para los T0 y T1, presentaron un mayor rendimiento a una temperatura de 100°C respectivamente. El rendimiento esta principalmente influenciado por las temperaturas de entrada del aire, el cacao fermentado con inserción de probiótico de 48 horas no fue afectado por la variación de las temperaturas, los tratamientos evaluados no presentaron efecto significativamente sobre el rendimiento.

Autor correspondencia: García-Rincón  
Paola Andrea, Correo electrónico:  
[pgarcia@uniamazonia.edu.co](mailto:pgarcia@uniamazonia.edu.co)

**Palabras Clave:** Cacao, Formulación, Secado por Aspersión, Probiótico.

#### **ABSTRACT**

---

In the agricultural and food industry, different preservation techniques have been generated for raw materials and finished products, such as spray drying, which allow

maintaining the organoleptic characteristics and phytochemical properties of the desired food; for its part, cocoa is one of the most important crops for export in Colombia, figures that in 2023 were close to 5600 tons of cocoa beans marketed, hence the need to ensure product quality and competitiveness of the cocoa regions of the country. The objective of the research was to evaluate the yield of the production of powder (microcapsules) of fermented cocoa beans and cocoa beans fermented and inoculated with probiotics under different conditions. The operating conditions of the spray drying process were proposed according to previous trials which resulted in: inlet air temperature 100 - 110 - 120°C, outlet air temperature 90-95°C, solids in the dispersion of (5.825 - 6.607%), with a constant feed of 15%, using 2% maltodextrin in a Buchi B-290 Mini spray dryer. The treatments evaluated were: natural fermented cocoa (T0), cocoa fermented and inoculated with probiotic at initial time (T1) and cocoa fermented and inoculated with probiotic at 48 hours (T2); which were defatted prior to use. The results showed that the fat-free cocoa bean powder for T0 and T1 presented a higher yield at a temperature of 100°C, respectively. The yield is mainly influenced by the air inlet temperatures, the cocoa fermented with probiotic insertion for 48 hours was not affected by the variation of temperatures, the treatments evaluated had no significant effect on the yield.

**Keywords:** Cocoa, Formulation, Spray Drying, Probiotic

## INTRODUCCIÓN

En América Latina y el Caribe se ve reflejada una larga trayectoria en la producción de cacao, claves para la seguridad alimentaria (Sánchez *et al.*, 2019). En Colombia el cacao es uno de los principales productos agrícolas de mayor relevancia y constituye una alternativa económica para la canasta básica familiar (Díaz *et al.*, 2023). El *Theobroma cacao* L, es considerado una materia prima importante para la alimentación y el sustento de la unidad familiar, debido a su versatilidad para generar y desarrollar alimentos y bebidas (Alcalá *et al.*, 2022; Cruz, 2020; Bueno-Pérez *et al.*, 2023); además el chocolate de mesa es el producto derivado del cacao con mayor consumo (0,9 kg/año por persona), de igual forma, el procesamiento del cacao en grano se posiciona como uno de los principales eslabones de la economía del país (DNP (2021).

Para el año 2023, el país produjo 62.000 toneladas, de las cuales las importaciones fueron menos de 280 toneladas, pero las exportaciones tuvieron un gran momento: mientras que el cacao en grano representó cerca de 5.600 toneladas, los

productos semielaborados y elaborados alcanzaron 18.000 toneladas (UGRA, 2020).

La conservación de alimentos ha buscado técnicas de secado que preserven los componentes principales como el secado por el spray dryer o secado por atomización; el cual permite obtener un producto seco sólido a partir de un extracto, emulsión o solución (Pineda *et al.*, 2021; Ríos & Gil, 2021); permitiendo que este conserve sus características iniciales y prolongue la vida útil del producto (Pinzón & Villalobos, 2020; Shaikh *et al.*, 2006).

Por otra parte, es un método seguro ya que el producto al ser sometido a cortos tiempos de secado preserva sus componentes bioactivos, protegiendo su estructura de procesos de oxidación y volatilización lo que la hace una técnica recomendable para alimentos termolábiles (Pineda *et al.*, 2021; Shaikh *et al.*, 2006), evitando procesos de descomposición hasta el momento de tener contacto con el ambiente exterior lo que prolonga sus propiedades físicas y organolépticas (Criollo *et al.*, 2022; Gharsallaoui *et al.*, 2007).

El objetivo de la presente investigación fue establecer el mejor rendimiento de granos

de cacao fermentados mediante el secado por aspersión a diferentes temperaturas de

entrada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Metodología

El cacao en grano fue suministrado por el grupo de investigación de Biotecnología y control de Calidad de Alimentos, obtenidos del Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual (CIMAZ) Cesar Augusto Estrada González de la Universidad de la Amazonia, Km 20 Florencia – Caquetá, Colombia (García *et al.*, 2021). El cacao fue fermentado dentro de la sección de fermentación del Laboratorio de Biotecnología y Control de Calidad de Alimentos.

### Dispersión de alimentación

La dispersión de alimentación al secador se constituyó a partir de cacao sin grasa (CSG) con un 10.5% de cada uno de los tratamientos (T0, T1 y T2), maltodextrina 2% y agua destilada 87.5%, para estas soluciones de alimentación no se emplearon agentes tensoactivos. La maltodextrina fue mezclada con el agua y el cacao a una temperatura de 25°C en homogeneizador

Ultra-turrax T25, (IKA® WERKE, Germany) a una velocidad de 10.000 rpm durante 30 min con pausas de 10 min hasta obtener una mezcla homogénea.

Los tratamientos evaluados se determinaron en función de la utilización del probiótico, tiempo de fermentación y control, de los cuales el Tratamiento 0: Fermentación de cacao natural (T0), Tratamiento 1: Fermentación de cacao con probiótico a tiempo 0 horas/inicial (T1), Tratamiento 2: Fermentación de cacao con probiótico con tiempo 48 horas (T2).

### Proceso de secado

Se emplearon lotes de 155 ml de la dispersión de alimentación a un Mini Spray Dryer B-290 (BÜCHI, Flawil, Suiza), con una alimentación del 15%, presión de 40 mbar, aspiración del 100%, boquilla de 0.7 mm y temperaturas de entrada del aire de 100, 110 y 120°C. En cada lote de producto microencapsulado se midió el rendimiento y tiempo de secado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el proceso de secado por atomización de los diversos tratamientos de cacao se encontró que el rendimiento del polvo microencapsulado fue afectado principalmente por las temperaturas de entrada del aire, donde, a menor temperatura el rendimiento fue mayor, es decir, a 100°C se obtuvieron rendimientos del 63.3 y 79.4% para el cacao natural y cacao inoculado con tiempo 0 respectivamente, esta relación puede

deberse a que a menor temperatura los azúcares de la dispersión de alimentación presentan baja aglomeración y poca adherencia en la cámara de secado (Cortés *et al.*, 2018; Marulanda *et al.*, 2018), aumentando así el rendimiento final. En la tabla 1 se presentan las medias para cada uno de los tratamientos y temperaturas evaluadas en el proceso de secado por atomización.

**Tabla 1.** Valores medios y desviación estándar de los tratamientos evaluados

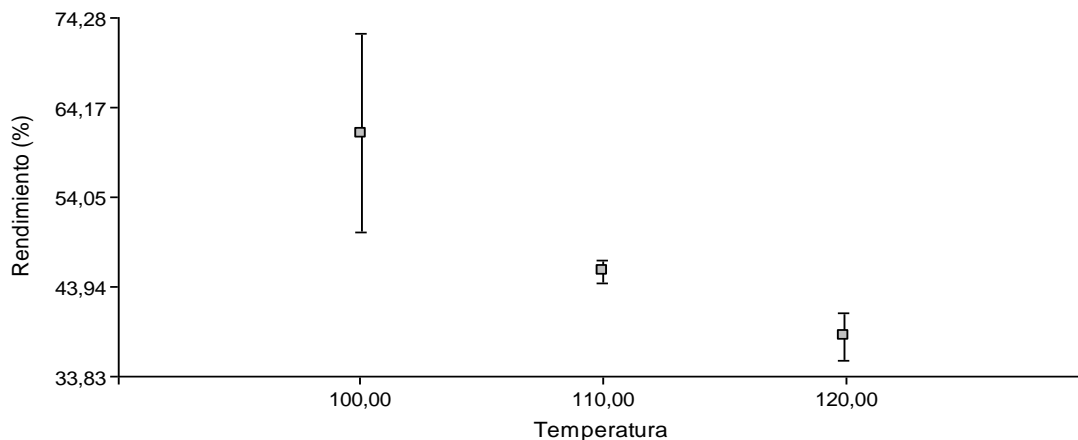
Variables	Tratamientos								
	T 0			T 1			T 2		
Temperatura	100	110	120	100	110	120	100	110	120
<b>R1 (%)</b>	62,76	44,84	40,80	78,95	50,79	33,03	40,19	44,03	43,50
<b>R2 (%)</b>	63,51	41,89	37,06	81,02	44,65	35,94	40,27	44,46	45,92
<b>R3 (%)</b>	63,87	44,68	35,49	78,48	49,31	33,05	42,28	46,18	40,10
<b>Media</b>	63,38 ± 0,56	43,80 ± 1,65	37,78 ± 2,72	79,48 ± 1,35	48,25 ± 3,20	34,01 ± 1,67	40,91 ± 1,18	44,89 ± 1,13	43,17 ± 2,92

R1: Rendimiento 1; R2: Rendimiento 3; R3: Rendimiento 3

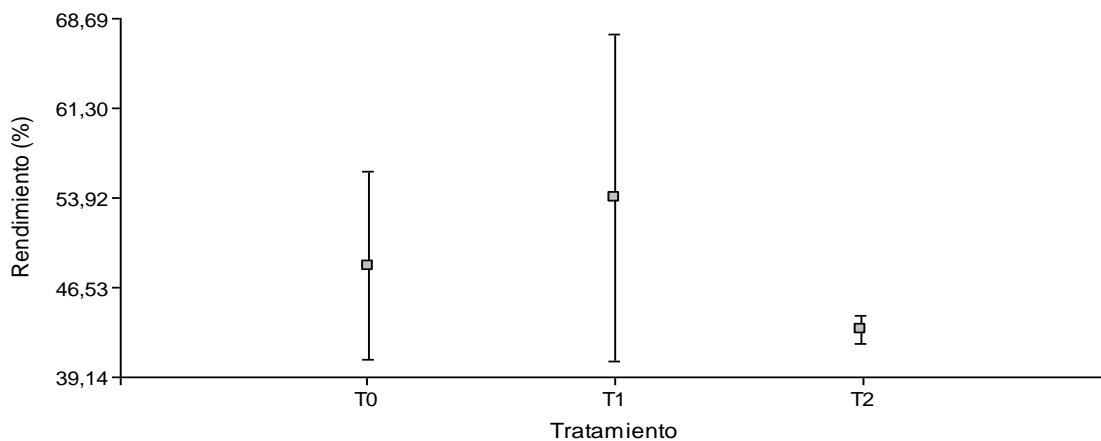
El tratamiento 2 no muestra efecto de la temperatura sobre el rendimiento con un promedio general de 43.1% en las tres temperaturas evaluadas. Por su parte, la temperatura de salida del aire presentó valores medios de 67, 74 y 80 °C respecto a las temperaturas de entrada del aire evaluadas (100, 110, 120°C).

En la figura 1 y 2 se presentan las gráficas del efecto de la temperatura y tratamiento sobre el rendimiento del polvo microencapsulado, se observa que a medida que se incrementa la temperatura el rendimiento disminuye, por su parte, los tratamientos evaluados de cacao fermentado natural, inoculado con probiótico tiempo 0 y tiempo 48 horas no tienen efecto

significativo sobre el rendimiento del polvo de cacao.



**Figura 1.** Efecto de la temperatura sobre el rendimiento del polvo microencapsulado de cacao



**Figura 2.** Efecto del tratamiento del cacao sobre el rendimiento del polvo microencapsulado.

Los polvos microencapsulados presentaron un color café medio, aroma característico, con partículas finas, sin aglomeración ni adherencia entre partículas.

## CONCLUSIONES

Las técnicas de conservación para las materias primas de la región Amazónica son indispensables tanto para mejorar procesos establecidos por años, como para generar nuevos procesos en la industria alimentaria.

El polvo microencapsulado de cacao presentó un mayor rendimiento a temperaturas de entrada del aire menores (100°C), los procesos de fermentación con inserción de probióticos suponen un cambio bioquímico mayor en los granos de cacao lo cual no afecta el rendimiento a la vez que

se desarrollan diversos atributos de calidad y confieren propiedades funcionales a los consumidores.

La evaluación del rendimiento en los procesos de transformación es fundamental para definir y establecer las variables y condiciones más adecuadas que permitan desarrollar procesos competitivos en las regiones en desarrollo aportando así a la construcción de la cadena de valor en la industria cacaotera del departamento.

## AGRADECIMIENTOS

Vicerrectoría de investigaciones e innovación de la Universidad de la Amazonia.

## CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Andrea Hermosa Otero participó en análisis formal, técnicas estadísticas, análisis de datos, redacción, revisión y edición; Paola Andrea García Rincón participó en conceptualización, metodología, diseño,

desarrollo, análisis, redacción, revisión y edición, Wilson Rodríguez Pérez participo en análisis de datos, redacción, revisión y edición y Jose Manuel Núñez Ramirez: en diseño, desarrollo, análisis, redacción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcalá Raymundo, D. A., Benites Galindos, K. F., Lara Quispe, M. A., & Salinas Alvarado, C. F. (2022). Plan de negocio para una empresa comercializadora de

cacao orgánico. Recuperado de:  
<http://hdl.handle.net/10757/661009>

Bueno-Pérez, Sandra Milena. (2023). Determinación de las propiedades ópticas y morfogeométricas de semillas de cacao



tipo forastero de diversas cosechas. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN Impreso 1692-7125 ISSN Electrónico 2711-3035. Volumen 21 N° 3, Suplemento Especial. Pp: 5-20.

<https://doi.org/10.24054/limentech.v21i3.2935>

Cortés, M.; Salazar, B.; Largo, E. (2018). Sugarcane Powder Biofortified with Kefir Grains: Effect of Spray Drying Process. Contemporary Engineering Sciences, Vol. 11, 2018, no. 62, 3063 – 3078. Doi: <https://doi.org/10.12988/ces.2018.87303>

Criollo Lugmaña, V. F., & Paz Riofrío, H. P. (2022). Microencapsulación de una mezcla de aceite de palma, palmiste y estearina de palma (*Elaeis guineensis*) mediante el método de secado por atomización. Recuperado de: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/29338/1/T-ESPE-052307.pdf>

Cruz Muentes, C. L. (2020). Desarrollo de pasta Fettuccine con sustitución parcial de la harina de trigo por harinas de ajojcha (*Cyclanthera pedata*) y cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.).

Departamento Nacional de Planeación DNP (2021). Azúcar, confitería y chocolatería. Estudio sobre cadenas productivas: Estructura, comercio internacional y protección. Bogotá D.C. Recuperado de: <http://www.dnp.gov.co>

Díaz Ramírez, L. M., Bravo Parra, A. M., Delgado Cuene, I. R., Rosas Sandoval, G., Gutiérrez García, G. A., Vanegas Cubillos, M. C., ... & Hurtado Bermudez, J. J. (2023). Estrategia para la sostenibilidad de la cadena de cacao en Caquetá: Ruta hacia la acción climática y la construcción de paz. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/10568/137635>

García-Rincón, P. A., Núñez-Ramírez, J. M., & Bahamón-Monje, A. F. (2021). Physicochemical and sensory characteristics of fermented almonds of national cacao (*Theobroma Cacao* L.) with addition of probiotics in the amazonic research center, Cimaz Macagual (Caquetá, Colombia). *Ingeniería y competitividad*, 23(2). Doi: <https://doi.org/10.25100/iyc.v23i2.10885>

Gharsallaoui, A., Roudaut, G., Chambin, O., Voilley, A., & Saurel, R. (2007). Applications of spray-drying in

microencapsulation of food ingredients:  
An overview. Food research international,  
40(9), 1107-1121. Doi:  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.07.004>

Pineda, L. A. P., Contreras, Y. M., Galarza, M. D. L. A., Morales, M. C., Marañón, A. H., Díaz, M. P. R., & Andrade, E. F. (2021). Clustering function and minimum change in spreading pressure as key factor to predict storage conditions for black pepper oleoresin encapsulated by spray drying. Food Bioscience, 42, 101215. Doi:  
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101215>

Pinzón-Díaz, M., & Villalobos-Muñoz, A. K. (2020). Análisis de mercado del sector cacaoero de la región Alianza Pacífico y las oportunidades para-Colombia. Recuperado de:  
<http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/handle/123456789/1409>

Ríos-Aguirre, S., & Gil-Garzón, M. A. (2021). Microencapsulación por secado por aspersión de compuestos bioactivos en diversas matrices: una revisión. Tecnológicas, 24(51), 206-229.

Sánchez Arizo, V. H., Zambrano Mendoza, J. L., & Iglesias Paladines, C. (2019). La

cadena de valor del cacao en América Latina y el Caribe. Disponible en:  
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5382>

Shaikh, J., Bhosale, R., & Singhal, R. (2006). Microencapsulation of black pepper oleoresin. Food chemistry, 94(1), 105-110. Doi:  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.056>

Unidad de Gestión de Riesgos Agropecuarios -UGRA (2020). Ficha de inteligencia: Cacao. Finagro. Ministerio de agricultura. Vicepresidencia de Garantías y Riesgos Agropecuarios. Recuperado de:  
[https://www.finagro.com.co/sites/default/files/ficha\\_de\\_inteligencia\\_-\\_cacao.pdf](https://www.finagro.com.co/sites/default/files/ficha_de_inteligencia_-_cacao.pdf)

Vera R. José M.; Arrieta S. Alexandre; Quintana Lucas F.; García J. Alberto. (2017). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas como parámetros de calidad en la fermentación de clones de Cacao CCN51, TSC01. Revista @limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN 1692-7125. Volumen 15 N° 2. Pp: 76 -86.  
<https://doi.org/10.24054/limentech.v15i2.2184>.