



# APORTE DE BIOMASA Y EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES POR *THEOBROMA CACAO* L. EN PLANTACIONES PROPAGADAS POR VÍA ASEXUAL EN BARACOA

## BIOMASS CONTRIBUTION AND NUTRIENT EXTRACTION BY *THEOBROMA CACAO* L. IN ASEXUALLY PROPAGATED PLANTATIONS IN BARACOA

A. TOIRAC RODRÍGUEZ<sup>1</sup>, F. F. SELVA HERNÁNDEZ

Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa, Guantánamo, Cuba. E-mail: [fernando@inafbcoa.gtm.minag.cu](mailto:fernando@inafbcoa.gtm.minag.cu)

\*Autor para correspondencia: [alexi@inafbcoa.gtm.minag.cu](mailto:alexi@inafbcoa.gtm.minag.cu)

### RESUMEN

El ciclaje de biomasa y nutrientes generado por las plantas desempeña un papel fundamental en la sostenibilidad de los sistemas agrícolas, especialmente en aquellos cultivos que no dependen de fertilizantes externos. El estudio evaluó la biomasa y la extracción de nutrientes en plantaciones de *Theobroma cacao* L. propagadas por mezcla clonal en Baracoa, Cuba, con el objetivo de optimizar el manejo del cultivo y promover prácticas sostenibles. La problemática radica en la alta dependencia de fertilizantes externos y las pérdidas de nutrientes por lixiviación, lo que afecta la economía y el medio ambiente. Se seleccionaron plantaciones de 35 años en tres sitios, bajo sombra de *Gliricidia sepium*, y se analizaron diferentes órganos de las plantas (hojas, tallo, ramas, frutos, raíces y hojarasca) para determinar su contribución a la biomasa y la extracción de nutrientes (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O). Los resultados mostraron que el tallo principal (29,33%), las raíces (18,07%) y las ramas primarias (17,90%) fueron los mayores contribuyentes a la biomasa total, mientras que los frutos, aunque económicamente importantes, representaron solo el 14,58%. En cuanto a la extracción de nutrientes, los frutos demandaron principalmente potasio (69,3 kg/ha), seguido de nitrógeno (30,0 kg/ha) y fósforo (12,2 kg/ha). Las hojas, raíces y tallo también mostraron una extracción significativa de nutrientes. Se concluyó que los órganos estructurales son clave en la acumulación de biomasa, mientras que los frutos son los mayores demandantes de nutrientes, lo que resalta la necesidad de un manejo adecuado de la fertilización para mantener la productividad y sostenibilidad del cultivo.

**Palabras clave:** biomasa, nutrientes, fertilización, sostenibilidad, *Gliricidia sepium*

### ABSTRACT

The cycling of biomass and nutrients generated by plants plays a fundamental role in the sustainability of agricultural systems, especially in those crops that do not depend on external fertilizers. The study evaluated biomass and nutrient extraction in *Theobroma cacao* L. plantations propagated by clonal mixture in Baracoa, Cuba, with the aim of optimizing crop management and promoting sustainable practices. The problem lies in the high dependence on external fertilizers and nutrient losses through leaching, which affects the economy and the environment. Plantations of 35 years old were selected in three sites, under the shade of *Gliricidia sepium*, and different plant organs (leaves, stem, branches, fruits, roots and litter) were analyzed to determine their contribution to biomass and nutrient extraction (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O). The results showed that the main stem (29.33%), roots (18.07%) and primary branches (17.90%) were the major contributors to the total biomass, while fruits, although economically important, accounted for only 14.58%. Regarding nutrient extraction, fruits mainly demanded potassium (69.3 kg/ha), followed by nitrogen (30.0 kg/ha) and phosphorus (12.2 kg/ha). Leaves, roots and stem also showed significant nutrient extraction. It was concluded that structural organs are key in biomass accumulation, while fruits are the greatest nutrient demanders, highlighting the need for proper fertilization management to maintain crop productivity and sustainability.

**Keywords:** biomass, nutrients, fertilization, sustainability, *Gliricidia sepium*

Recibido: 10/1/2021

Aceptado: 14/3/2021

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflictos de interés



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



## INTRODUCCIÓN

El ciclaje de biomasa y nutrientes generado por las plantas desempeña un papel fundamental en la sostenibilidad de los sistemas agrícolas, especialmente en aquellos cultivos que no dependen de fertilizantes externos. A través de prácticas de manejo adecuadas, como la incorporación de residuos vegetales, el uso de cultivos de cobertura y la rotación de especies, las plantas contribuyen a la descomposición de materia orgánica y la liberación gradual de nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio. Este proceso no solo mejora la fertilidad del suelo de manera natural, sino que también promueve la conservación de su estructura y biodiversidad. Al optimizar el ciclaje de nutrientes, se reduce la necesidad de insumos externos, se minimiza el impacto ambiental y se fortalece la resiliencia del suelo, lo que asegura su productividad a largo plazo y contribuye a la sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas (Guzmán & Levy, 2009).

Uno de los aspectos que demanda mayor cantidad de insumos en el cultivo del cacao es la fertilización. Gran parte de las aplicaciones no son aprovechadas por el árbol de cacao, lo que resulta en pérdidas por lixiviación o escurrimientos. Estas pérdidas representan un impacto económico significativo para el productor y generan consecuencias ecológicas negativas (Salgado-Mora et al., 2009).

Para Nair & Ramachandran (1997), el mantenimiento de la fertilidad del suelo y la producción del cultivo de cacao dependen principalmente del ciclaje de biomasa y nutrientes que brinde el sistema de producción. Estos autores destacan que el ciclaje de biomasa y nutrientes, generado a partir de prácticas de manejo adecuadas, constituye la principal fuente de fertilización. Además, representa una forma eficiente de conservar la materia orgánica del suelo en cultivos que no utilizan fertilizantes externos.

El objetivo del trabajo consistió en determinar la biomasa y la extracción de nutrientes por plantas de cacao obtenidas mediante mezcla clonal en Baracoa. Este estudio busca aportar información relevante para optimizar el manejo del cultivo y promover prácticas sostenibles en la producción de cacao.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo entre los años 2016 y 2017. Se seleccionaron plantaciones en producción propagadas mediante mezcla clonal en tres sitios del municipio: La Fidelina, Saibá y Jobo Dulce. Estas plantaciones tenían un promedio de edad de 35 años y se encontraban bajo sombra predominante de *Gliricidia sepium*, en suelos pardos sin carbonato y con pendientes que variaban entre el 18 % y el 42 %.

Para las evaluaciones, las plantas seleccionadas se dividieron en secciones: hojas, tallo principal, ramas primarias, ramas secundarias, frutos, flores y raíces.

Además, se evaluó la hojarasca presente en toda la zona de goteo de las plantas. Este enfoque permitió un análisis detallado de cada componente estructural de las plantas.

Después del pesaje de cada órgano fresco, se tomaron 100 g de cada sección y se secaron en una estufa a 70 °C durante 72 horas, hasta alcanzar un peso constante. Posteriormente, las muestras secas se trituraron en un molino RETSCH tipo SM 100 Comfort. Este proceso aseguró la homogeneización de las muestras para su posterior análisis.

Las muestras procesadas se analizaron en el Laboratorio de Cienfuegos, donde se determinaron los contenidos de nitrógeno (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y potasio (K<sub>2</sub>O). Estos análisis permitieron obtener datos precisos sobre la composición nutricional de las plantas evaluadas.

## RESULTADOS

La biomasa aportada por la plantación de cacao está compuesta por diversos órganos de la planta, cada uno con una contribución específica en términos de masa seca (Tabla 1). El tallo principal es el componente más significativo y representa el 29,33% del total de la biomasa, con una masa seca de 4129,0 (± 567,2) g. Le siguen en importancia las raíces, que contribuyen con el 18,07% (2543,3 ± 36,5 g), y las ramas primarias, con un 17,90% (2519,7 ± 575,3 g). Estos tres órganos constituyen más del 65% de la biomasa total, lo que refleja su papel fundamental en la estructura y soporte de la planta.

**Tabla 1.** Composición de la biomasa aportada por *Theobroma cacao* L. en mezcla clonal.

Órganos	Masa seca	%
Flores	4,7 (± 1,3)	
Frutos	2052,1 (± 209,5)	14,58
Hojarasca	938,1 (± 90,7)	6,66
Hojas	1744,5 (± 430,8)	12,39
Raíces	2543,3 (± 36,5)	18,07
Tallo principal	4129,0 (± 567,2)	29,33
Ramas primarias	2519,7(± 575,3)	17,90
Ramas secundarias	145,7 (± 36,5)	1,03
TOTAL	14077,1 (± 689,6)	100

Número entre paréntesis representa el error estándar de la media.

Por otro lado, los frutos, aunque son el principal producto de interés económico, representan solo el 14,58% de la biomasa total, con una masa seca de 2052,1 (± 209,5) g. Las hojas contribuyen con un 12,39% (1744,5 ± 430,8 g), mientras que la hojarasca, compuesta por material vegetal en descomposición, aporta un 6,66% (938,1 ± 90,7 g).

Las flores y las ramas secundarias tienen una participación mínima, con 4,7 ( $\pm$  1,3) g (0,03%) y 145,7 ( $\pm$  36,5) g (1,03%), respectivamente. Esta distribución refleja la dinámica de crecimiento y acumulación de biomasa en una plantación de cacao, donde los órganos estructurales dominan en términos de masa, mientras que los órganos reproductivos y de menor tamaño tienen una contribución menor.

La extracción de nutrientes por el cacao varía significativamente según el órgano de la planta y el tipo de nutriente (Tabla 2). De acuerdo con los resultados obtenidos, los frutos son los principales demandantes de nutrientes, especialmente de potasio ( $K_2O$ ), con una extracción de 69,3 kg/ha, seguido de nitrógeno (N) con 30,0 kg/ha y fósforo ( $P_2O_5$ ) con 12,2 kg/ha. Esto refleja la importancia de estos elementos en el desarrollo y calidad de los frutos, que son el principal producto de interés en el cultivo de cacao. Las hojas también muestran una demanda considerable de nutrientes, especialmente de potasio (33,2 kg/ha) y nitrógeno (29,3 kg/ha), lo que sugiere su papel crucial en procesos como la fotosíntesis y la translocación de nutrientes.

Por otro lado, las raíces y el tallo principal también contribuyen de manera significativa a la extracción total de nutrientes. Las raíces extraen 43,1 kg/ha de potasio, 12,3 kg/ha de nitrógeno y 4,0 kg/ha de fósforo, lo que destaca su función en la absorción y almacenamiento de nutrientes.

**Tabla 2.** Extracción de nutrientes por *Theobroma cacao* L. cultivado por mezcla clonal.

Órganos	Mezcla clonal (Kg/ha)		
	N	$P_2O_5$	$K_2O$
Flores	0,1 ( $\pm$ 0,02)	0,04 ( $\pm$ 0,008)	0,1 ( $\pm$ 0,03)
Frutos	30,0 ( $\pm$ 3,06)	12,2 ( $\pm$ 1,24)	69,3 ( $\pm$ 7,07)
Hojarasca	11,1 ( $\pm$ 1,0)	1,3 ( $\pm$ 0,12)	2,1 ( $\pm$ 0,20)
Hojas	29,3 ( $\pm$ 7,2)	6,0 ( $\pm$ 1,5)	33,2 ( $\pm$ 8,2)
Raíces	12,3 ( $\pm$ 0,5)	4,0 ( $\pm$ 0,2)	43,1 ( $\pm$ 1,07)
Tallo principal	16,0 ( $\pm$ 2,2)	5,5 ( $\pm$ 0,75)	55,1 ( $\pm$ 7, 6)
Ramas primarias	11,0 ( $\pm$ 2,5)	3,1 ( $\pm$ 0,7)	30,7 ( $\pm$ 7,0)
Ramas secundarias	2,0 ( $\pm$ 0,46)	0,6 ( $\pm$ 0,15)	4,3 ( $\pm$ 1,07)
TOTAL	111,9( $\pm$ 3,18)	32,8( $\pm$ 0,47)	238,0( $\pm$ 5,5)

El tallo principal, por su parte, demanda 55,1 kg/ha de potasio, 16,0 kg/ha de nitrógeno y 5,5 kg/ha de fósforo, lo que indica su papel estructural y de transporte de nutrientes. En conjunto, la extracción total de nutrientes por el cacao alcanza 238,0 kg/ha de potasio, 111,9 kg/ha de nitrógeno y 32,8 kg/ha de fósforo, lo que subraya la necesidad de un manejo adecuado de la fertilización para mantener la productividad y sostenibilidad del cultivo.

## CONCLUSIONES

1. El tallo principal, las raíces y las ramas primarias son los órganos más importantes en la biomasa del cacao, lo que representa más del 65% del total. Aunque los frutos son el principal producto económico, su contribución a la biomasa es menor (14,58%), lo que resalta la predominancia de los órganos estructurales en la acumulación de masa seca.
2. Los frutos son los mayores demandantes de nutrientes, especialmente potasio (69,3 kg/ha), seguido de nitrógeno y fósforo. Las hojas, raíces y tallo también extraen nutrientes significativamente, lo que subraya la necesidad de una fertilización adecuada para mantener la productividad y sostenibilidad del cultivo de cacao.

## BIBLIOGRAFÍA

- Guzmán, G., & Levy, A. (2009). Producción de biomasa y nutrientes que genera la poda en sistemas agroforestales sucesionales y tradicionales con cacao, Alto Beni, Bolivia. *Acta Nova*, 4(2-3), 263-280.
- Nair, P. K., & Ramachandran, K. (1997). *Agroforestería* (1ra ed.). Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma de Chapingo. <https://www.sidalc.net/search/Record/KOHA-OAI-ECOSUR:14686/Description>
- Salgado-Mora, M. G., Espinosa-Zaragoza, S., Molina, J. L., Moreno-Limón, S., & López-Olguín, J. F. (2009). Cuantificación, descomposición y contenido nutricional de hojarasca en dos sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.). *Quehacer Cient. Chiapas*, 1, 10-15.