



## EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS EN POSTURAS DE CACAO MICROINJERTADAS EN TUBETES

### EVALUATION OF DIFFERENT SUBSTRATES IN COCOA SEEDLINGS MICROGRAFTED IN TUBES

Y. COLUMBIÉ DURÁN, O. MIRANDA BARBIER, M. MENÉNDEZ GRENOT\*

Unidad Científico Tecnológica de Base Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa, Guantánamo, Cuba.

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

#### RESUMEN

El microinjerto en el café es fundamental para mejorar la resistencia de las plantas a enfermedades y condiciones climáticas adversas, lo que asegura una producción más estable y de mayor calidad. El estudio evaluó el efecto de diferentes sustratos en el desarrollo de posturas de cacao microinjertadas en tubetes, con el objetivo de identificar mezclas que optimicen el crecimiento de las plántulas. La investigación se realizó en el Vivero Tecnificado de Mabujabo, Cuba, se utilizaron 648 plantas del clon "UF-650" sembradas en tubetes. Se probaron seis tratamientos basados en combinaciones de tierra, humus de lombriz (HL) y fibra de coco (FC), en proporciones variables. Se midieron la altura, el diámetro del tallo y el número de hojas a los 15 y 90 días después de la siembra. Los resultados mostraron que los tratamientos con humus de lombriz (T1-T5) superaron significativamente al tratamiento sin HL (T6) en todas las variables evaluadas. A los 3 meses, T6 presentó los menores valores en altura (5,19 cm), diámetro (1,68 cm) y número de hojas (2,7), lo que evidencia la importancia del HL para el desarrollo inicial de las plántulas. Se concluyó que el humus de lombriz es esencial para el crecimiento óptimo de los injertos de cacao, debido a su equilibrio nutricional y la presencia de microorganismos beneficiosos. Este estudio resalta la relevancia de seleccionar sustratos adecuados para mejorar la producción de plántulas de cacao.

**Palabras clave:** humus de lombriz, fibra de coco, crecimiento inicial, microinjertos, vivero

#### INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es originario de América Central (Lachenaud & Motamayor, 2017) y de Sudamérica (Valenzuela, 2007; Motamayor et al., 2002; Arevalo-Gardini et al., 2019). Esta especie es considerada nativa de la Amazonía peruana, donde fue cultivada originalmente por la tribu de los Matsiguengas (Bioversity, 2009).

#### ABSTRACT

Micrografting in coffee is essential to improve plant resistance to diseases and adverse weather conditions, ensuring more stable and higher quality production. The study evaluated the effect of different substrates on the development of cocoa seedlings micrografted in tubes, with the aim of identifying mixtures that optimize seedling growth. The research was carried out at the Mabujabo Technical Nursery, Cuba, using 648 plants of the clone "UF-650" planted in tubes. Six treatments based on combinations of soil, worm humus (HL) and coconut fiber (FC) were tested, in varying proportions. Height, stem diameter and number of leaves were measured at 15 and 90 days after planting. The results showed that treatments with worm humus (T1-T5) significantly outperformed the treatment without HL (T6) in all the variables evaluated. At 3 months, T6 presented the lowest values in height (5.19 cm), diameter (1.68 cm) and number of leaves (2.7), evidencing the importance of HL for the initial development of seedlings. It was concluded that worm humus is essential for the optimal growth of cocoa grafts, due to its nutritional balance and the presence of beneficial microorganisms. This study highlights the relevance of selecting suitable substrates to improve the production of cocoa seedlings.

**Keywords:** worm humus, coconut fiber, initial growth, micrografts, nursery

Crece de manera espontánea en esta región desde hace más de 6000 años, y desde allí se extendió a otras zonas donde fue domesticada.

El cacao es reconocido como uno de los productos agrícolas de mayor importancia a nivel mundial debido a los subproductos de alto valor nutritivo que se obtienen principalmente del fruto (López Medina & Gil Rivero, 2017;

Recibido: 30/10/2021

Aceptado: 17/11/2021

**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/>



Bekele et al., 2020). Su relevancia económica y nutricional lo convierte en un cultivo estratégico para muchas regiones productoras.

La producción de plántulas es un proceso fundamental para garantizar el éxito en el cultivo del cacao, ya que el crecimiento y la producción de frutos dependen en gran medida de la calidad de las plantas que se trasplantan al campo. Es esencial considerar tanto el procedimiento empleado como el material de siembra utilizado, asegurando que las plantas de las cuales se obtienen las semillas presenten características de alta productividad. Los mejores rendimientos se logran cuando se realiza una selección adecuada del material que se produce en el vivero. Además, el sustrato utilizado para la producción de plántulas juega un papel crucial, ya que uno de alta calidad nutricional permite obtener plantas óptimas y vigorosas para el trasplante (Defaz, 2016).

Según Cuvi et al. (2013), el sustrato es un factor determinante para el desarrollo del sistema radical y la germinación de las semillas, ya que facilita la absorción de nutrientes. De esta manera, el sustrato actúa como un organizador de la fertilidad, lo que influye directamente en el crecimiento inicial de las plántulas.

En la actualidad, la reproducción del cacao ha impulsado investigaciones centradas en el desarrollo de sustratos para el crecimiento de plántulas. Estas investigaciones buscan identificar nuevos materiales o mezclas que ofrezcan condiciones óptimas para el crecimiento, con el fin de mejorar la eficiencia del proceso.

Con el aumento de la agricultura orgánica, que cada vez adquiere mayor relevancia, es prioritario estudiar sustratos orgánicos alternativos a los tradicionales. Estos sustratos deben ser reutilizables, reciclables y no depender de fuentes no renovables, como las turberas. Además, su costo debe ser accesible para la producción de plántulas, ya que esto impacta directamente en los ingresos y la rentabilidad de los productores. También se busca aprovechar los recursos disponibles en las mismas unidades productivas, para promover una agricultura de bajo impacto ambiental y sostenible (Defaz, 2016). El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes sustratos en el desarrollo de posturas de cacao microinjertadas en tubetes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el Vivero Tecnificado de Mabujabo, perteneciente a la Empresa Agroforestal y Coco Baracoa, ubicado en la provincia de Guantánamo, Cuba. El estudio se realizó durante los meses de enero a abril de 2021, en un área situada a una altura de 12 metros sobre el nivel del mar. La población experimental estuvo conformada por 648 plantas de cacao del clon “UF-650”, las cuales se sembraron en contenedores cilíndricos plásticos (tubetes).

Estos contenedores presentaban una abertura superior de 4,75 cm, una abertura inferior de 1,5 cm, una altura de 14,5 cm, un volumen de 115 cm<sup>3</sup> y un peso de 18 g.

Se realizaron muestreos de 20 plántulas por cada tratamiento a los 15 y 90 días después de la siembra. En cada muestreo, se midió la altura y el diámetro de las plantas. Además, a los tres meses, se contabilizó el número de hojas presentes en cada plántula.

El experimento fue de carácter unifactorial, donde el factor evaluado correspondió al tipo de sustrato. Los sustratos se conformaron a partir de la combinación de tierra, humus de lombriz y fibra de coco, en diferentes proporciones (Tabla 1). Estas combinaciones dieron lugar a seis tratamientos específicos, los cuales se detallan a continuación.

**Tabla 1.** Tratamientos en estudio.

|                |                                                                     |
|----------------|---------------------------------------------------------------------|
| T <sub>1</sub> | 25% Humus de Lombriz (HL) + 25% Fibra de Coco (FC) + 50% Tierra (T) |
| T <sub>2</sub> | 25% Humus de Lombriz (HL) + 50% Fibra de Coco (FC) + 25% Tierra (T) |
| T <sub>3</sub> | 50% Humus de Lombriz (HL) + 25% Fibra de Coco (FC) + 25% Tierra (T) |
| T <sub>4</sub> | 50% Humus de Lombriz (HL) + 50% Fibra de Coco (FC) + 0% Tierra (T)  |
| T <sub>5</sub> | 50% Humus de Lombriz (HL) + 0% Fibra de Coco (FC) + 50% Tierra (T)  |
| T <sub>6</sub> | 0% Humus de Lombriz (HL) + 50% Fibra de Coco (FC) + 50% Tierra (T)  |

Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado para garantizar la validez de los resultados. Para el análisis de los datos, se utilizó el software estadístico SSPS 21, el cual permitió procesar la información de manera eficiente y precisa.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestran los resultados de las evaluaciones morfológicas, específicamente la altura y el diámetro, de las plántulas de cacao a los 15 días de haberse germinado las semillas. En relación con la altura de las plantas a los 15 días posteriores a la germinación, todos los tratamientos superaron al tratamiento T3, que registró un valor de 2,59. Este resultado es inferior al valor de 9,60 informado por Laje (2016), quien evaluó patrones de cacao de los clones CCN-51 e IMC-67 durante la primera fase de siembra en la etapa de vivero en Ecuador.

Respecto a la variable del diámetro del tallo, a los 15 días después de la germinación, el tratamiento T6 mostró el peor desempeño. Esto sugiere que el humus de lombriz tiene un efecto significativo en el vigor de las plántulas. En este contexto, (Defaz, 2016) destacó la ventaja de incorporar este material orgánico en el sustrato, ya que garantiza un aporte nutricional adecuado y favorece el desarrollo del cultivo en su fase inicial.

**Tabla 2.** Altura y diámetro de las plántulas a los 15 días de germinadas.

| Tratamientos   | Descripción             | Altura (cm) | Diámetro (cm) |
|----------------|-------------------------|-------------|---------------|
| T <sub>1</sub> | 25% HL + 25% FC + 50% T | 2,97 ab     | 0,36 a        |
| T <sub>2</sub> | 25% HL + 50% FC + 25% T | 3,13 a      | 0,35 abc      |
| T <sub>3</sub> | 50% HL + 25% FC + 25% T | 2,59 b      | 0,36 a        |
| T <sub>4</sub> | 25% HL + 50% FC + 0% T  | 3,00 ab     | 0,35 abc      |
| T <sub>5</sub> | 50% HL + 0% FC + 50% T  | 2,71 ab     | 0,34 bc       |
| T <sub>6</sub> | 0% HL + 50% FC + 50% T  | 3,17 a      | 0,33 c        |
| CV (%)         |                         | 7,9         | 2,5           |
| ES             |                         | 0,16        | 0,01          |

\* Medias con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 95 % de probabilidad.

En la **Tabla 3** se presentan los datos promedios correspondientes a la altura, el diámetro y el número de hojas de los injertos a los 3 meses de haberse realizado el proceso. El análisis de Duncan reveló que la altura de las plántulas en el tratamiento T<sub>6</sub>, donde no se utilizó humus de lombriz, tuvo un desempeño desfavorable en comparación con los demás tratamientos. Este mismo patrón se observó en las variables del diámetro del tallo y el número de hojas. Al respecto, **Cuvi et al. (2013)** señaló que el uso de humus de lombriz es recomendable debido a su equilibrio nutricional y a la presencia de microorganismos beneficiosos. Además, **Sotelo & Téllez Páramo (2007)**, afirmaron que este material aporta propiedades físicas y químicas al sustrato que promueven un desarrollo óptimo en las plántulas de cacao.

### CONCLUSIONES

1. El tratamiento T<sub>6</sub>, sin humus de lombriz, mostró un desempeño inferior en altura, diámetro del tallo y número de hojas en comparación con los demás tratamientos, lo que evidencia la importancia de este insumo para el crecimiento óptimo de los injertos de cacao a los 3 meses.

2. El humus de lombriz favorece el desarrollo de plántulas de cacao debido a su equilibrio nutricional y la presencia de microorganismos beneficiosos, lo que respalda su uso en los tratamientos con mejores resultados.

### BIBLIOGRAFÍA

- Arevalo-Gardini, E., Meinhardt, L. W., Zuñiga, L. C., Arévalo-Gardni, J., Motilal, L., & Zhang, D. (2019). Genetic identity and origin of “Piura Porcelana”-A fine-flavored traditional variety of cacao (*Theobroma cacao*) from the Peruvian Amazon. *Tree Genetics & Genomes*, 15(1), 11. <https://doi.org/10.1007/s11295-019-1316-y>
- Bekele, F. L., Bidaisee, G. G., Singh, H., & Saravanakumar, D. (2020). Morphological characterisation and evaluation of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Trinidad to facilitate utilisation of Trinitario cacao globally. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 67(3), 621-643. <https://doi.org/10.1007/s10722-019-00793-7>
- Bioversity. (2009). *Resumen del Proyecto Rescate del cacao Chunchu, un cacao peruano de alta calidad y buena competitividad* (p. 12). Oficina Regional para las Américas.
- Cuvi, M. B., Rodríguez, Y., Carrera, K. M. E., Asanza, G. M., & Soria, S. L. (2013). Efecto de abonos orgánicos en el cultivo de *Theobroma cacao* L. en vivero del “Recinto el Capricho”, Provincia de Napo, Ecuador. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología*, 2(1), 31-40.
- Defaz, C. L. (2016). *Evaluación de diferentes tipos de sustratos en vivero de cacao (Theobroma cacao)*. [Obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, Quevedo: UTEQ]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/item/s/210d20e7-9817-4fae-af0e-152575c97f26>
- Lachenaud, P., & Motamayor, J. C. (2017). The Criollo cacao tree (*Theobroma cacao* L.): A review. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64(8), 1807-1820. <https://doi.org/10.1007/s10722-017-0563-8>

**Tabla 3.** Valores medios de la altura, diámetro y número de hojas en el injerto a los 3 meses.

| Tratamientos   | Descripción             | Altura (cm) | Diámetro (cm) | Número de hojas |
|----------------|-------------------------|-------------|---------------|-----------------|
| T <sub>1</sub> | 25% HL + 25% FC + 50% T | 10,39 a     | 3,11 a        | 4,30 a          |
| T <sub>2</sub> | 25% HL + 50% FC + 25% T | 10,15 a     | 2,92 a        | 4,10 a          |
| T <sub>3</sub> | 50% HL + 25% FC + 25% T | 10,57 a     | 2,86 a        | 4,40 a          |
| T <sub>4</sub> | 25% HL + 50% FC + 0% T  | 10,40 a     | 2,88 a        | 4,20 a          |
| T <sub>5</sub> | 50% HL + 0% FC + 50% T  | 7,29 b      | 2,57 a        | 3,50 b          |
| T <sub>6</sub> | 0% HL + 50% FC + 50% T  | 5,19 c      | 1,68 b        | 2,70 c          |
| CV (%)         |                         | 24,91       | 19,29         | 16,89           |
| ES             |                         | 0,39        | 0,09          | 0,15            |

\* Medias con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan al 95% de probabilidad.

- Laje, P. J. (2016). *Método exploratorio aplicando metalosato de magnesio y zinc (quelato), en patrones de cacao (theobroma cacao l.) Ccn-51 e imc-67 en la primera fase de siembra en la etapa de vivero*. [B.S. thesis, Quevedo: UTEQ]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1886/1/T-UTEQ-0039.pdf>
- López Medina, S. E., & Gil Rivero, A. E. (2017). Características germinativas de semillas de Theobroma cacao L.(Malvaceae)" cacao". *Arnaldoa*, 24(2), 609-618.
- Motamayor, J. C., Risterucci, A.-M., Lopez, P. A., Ortiz, C. F., Moreno, A., & Lanaud, C. (2002). Cacao domestication I: The origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity*, 89(5), 380-386.
- Sotelo, M. G., & Téllez Páramo, J. A. (2007). *Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato en la producción de plántulas de café (Coffea arabica L.) variedad caturra* [PhD Thesis, Universidad Nacional Agraria, UNA]. [https://proyectodescartes.org/iCartesiLibri/materiales\\_didacticos/Compostaje/docs/sotelo.pdf](https://proyectodescartes.org/iCartesiLibri/materiales_didacticos/Compostaje/docs/sotelo.pdf)
- Valenzuela, A. (2007). El chocolate, un placer saludable. *Revista chilena de nutrición*, 34(3), 180-190.