

Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes en la germinación y el desarrollo del cacao (*Theobroma cacao* Lin) en vivero

Evaluation of different doses of microorganism efficient in germination and development (*Theobroma cacao* Lin) in a nersury

Autores:

Yisel Favier-Sánchez, <https://orcid.org/0000-0001-9270-0159>

María Belkis Gallardo-López, <https://orcid.org/0000-0001-7300-7375>

Organismo: ¹Centro de Desarrollo de la Montaña. Limonar de Monte Ruz, El Salvador, Guantánamo

E-mail: yisel@cdm.gtmo.inf.cu; maria@cdm.gtmo.inf.cu

Fecha de recibido: 30 ene. 2023

Fecha de aprobado: 28 mar. 2023

Resumen

El trabajo se desarrolló en el Centro de Desarrollo de la Montaña, municipio de El Salvador, Guantánamo en el periodo enero-mayo del 2022, con el objetivo de evaluar la efectividad de diferentes dosis de microorganismos en la germinación de semillas y crecimiento de posturas de (*Theobroma cacao*). Los datos se procesaron mediante análisis de varianza y las medias se compararon a través de la prueba de Tukey para un 5% de probabilidad de error. Se determinó el porcentaje de germinación y se evaluaron parámetros morfológicos: altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, número de raíces, los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, destacándose la dosis del 10 y 15% con los mayores valores para las variables altura (28.2 cm) y número de hojas (11.0) diámetro del tallo (0.73) y número de raíz con (48.1).

Palabras clave: Microorganismo; Cacao, Parámetros morfológicos.

Abstract

The work was carried out in the Mountain Development Center, municipality El Salvador, province Guantánamo in the period of January-May 2022, with the objective of evaluating the effectiveness of different doses of microorganisms in the germination of seeds and growth of positions of (*Theobroma cacao*). The data were processed using analysis of variance and the means were compared using the Tukey test for a 5% probability of error. The germination percentage was determined and morphological parameters were evaluated: plant height, diameter of the stem, number of leaves, the results showed a significant difference between the treatments, highlighting the dose of 10 and 15% the highest values for the variables height (28.2 cm) and number of leaves (11.0) stem diameter (0.73) and root number (48.1).

Keywords: microorganism; Cocoa; Morphological parameters

Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* Lin.) es un cultivo de gran importancia económica en distintos países del mundo. La producción mundial de cacao en grano para el período 2004-2005 fue de 3 289 000 toneladas, siendo Costa de Marfil el principal productor con 1 273 000 toneladas (ICCO 2006). En América se concentra el 13,5% de la producción mundial, siendo Brasil el mayor productor con 171 000 toneladas. Bendek, (2007).

El cultivo del cacao se ha visto limitado por el bajo potencial de los materiales sembrados, la poca adaptación a las condiciones ambientales de las zonas cacaoteras y la alta incidencia de enfermedades fungosas, por lo que la producción mundial se ha caracterizado por períodos de contracción, seguidos de períodos de estabilización y luego de rápida expansión. En los países productores de América, las enfermedades con mayor presencia son la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), las cuales han provocado pérdidas de entre un 45% y 100% durante todo el ciclo productivo Mata-Quirós, (2006).

La actividad cacaotera tiene impacto importante en los principales países productores, ya que representa el modo de vida de más de 150 000 agricultores y genera alrededor de 1 500 000 empleos directos en las etapas de producción, procesamiento y comercialización. La producción de cacao en América abarca una superficie superior a 1 700 000 hectáreas y genera flujos comerciales superiores a los 900 millones de dólares de exportaciones anuales Sánchez, (2017).

En Cuba, a consecuencia de experiencias de investigadores cubanos, se está incorporando la utilización de microorganismos efectivos (ME) en las productividades agrícolas y pecuarias, donde hasta el momento se demuestran aumentos en las producciones a lo largo de las prácticas agroecológicas y sustentables con un considerable aprovechamiento de recursos. La tecnología, consta en alcanzar un cultivo mixto de microorganismos benéficos, habitantes naturales de los suelos del bosque, sin manejo genético, existentes en territorios naturales y fisiológicamente coincidentes, los cuales, están en los suelos y pueden ser estallados. Para ello, los microorganismos son apresados en suelo sano, o sector próximo al lugar de productividad del biopreparado. De esta manera, los microorganismos, se encuentran mejor adaptados a las cláusulas locales, contribuyendo el procedimiento de restauración del suelo vivo y deteriorado Manuel, (2020).

La singularidad de los microorganismos, su naturaleza a menudo imprevisible, y sus capacidades biosintéticas, los han hecho candidatos potenciales para resolver los problemas particularmente difíciles que se presentan en las ciencias naturales, y en otros campos Morejón Díaz, D. M. (2022).

Las diversas maneras en las que se han utilizado los microorganismos durante los últimos 50 años en las ciencias médicas, en la salud humana y animal, en la calidad y seguridad de los alimentos, en la ingeniería genética, la protección ambiental, la biotecnología agrícola, y en tratamientos más eficaces de los desechos agrícolas y municipales, proporcionan un registro impresionante de sus logros potenciales. Muchos de estos adelantos tecnológicos no hubieran sido posibles utilizando los métodos químicos y físicos convencionales o de haber sido posibles no hubiesen sido práctica o económicamente factibles. Batista Rodríguez, R. (2012).

Las investigaciones realizadas han demostrado que la inoculación con los microorganismos contenidos en el EM al ecosistema constituido por el suelo y las plantas puede mejorar la calidad y la salud de los suelos, y el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos. EM™ contiene especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas, levaduras y en menor número bacterias fotosintéticas, actinomicetos y otros tipos de organismos. Todos ellos mutuamente compatibles unos con otros y coexistiendo en una cultura líquida Loperena-Barber (2021). Por lo ante puesto nos trazamos el siguiente objetivo: evaluar el potencial de desarrollo de plantas de cacao (*Theobroma cacao* Lin) mediante la aplicación de microorganismos eficientes en condiciones controladas.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Centro de Desarrollo de la Montaña (CDM), ubicado en el municipio El Salvador, provincia Guantánamo, a 450 msnm, en el periodo comprendido enero a abril del 2022.

Se desarrolló un experimento en vivero con la utilización de los microorganismos eficientes para determinar su efecto en el desarrollo de posturas de cacao (*Theobroma cacao* Lin).

Condiciones climáticas de la localidad

Comportamiento de las variables del clima humedad relativa y temperatura del área donde se realizó el experimento durante el periodo de evaluación, donde la humedad relativa presenta valores que varían entre 74 y 83%, mientras las temperaturas se incrementan a medida que pasan los meses, comportamiento típico para estos indicadores en la zona.

Metodología empleada

Para el montaje de los experimentos se emplearon semillas de cacao (*Theobroma cacao*) de la UBPC Marcos Martí, ubicada en la localidad El Olimpo de Monte Ruz, en el municipio El Salvador, provincia de Guantánamo, las cuales se sembraron en bolsas de polietileno negro de 13 x 28 cm, llenadas con sustrato Suelo + Materia Orgánica (3:1v/v).

Se evaluaron cuatro tratamientos formados por las aplicaciones de microorganismos eficientes y un control, distribuidos en un diseño experimental completamente aleatorizado, las aplicaciones del producto se realizaron por aspersión cada siete días. Los tratamientos empleados se muestran a continuación:

Tratamientos

T-I. Suelo: Materia Orgánica 3:1 (control).

T-II. Suelo: Materia Orgánica 3:1 con 5%.

T-III. Suelo: Materia Orgánica 3:1 + 10%.

T-IV. Suelo: Materia Orgánica 3:1+15%.

T-V. Suelo: Materia Orgánica 3:1 +20%.

Evaluaciones realizadas

Las evaluaciones se realizaron cada 15 días después de germinadas las semillas y se determinaron los siguientes parámetros morfológicos:

- Porcentaje de germinación (%)
- Altura de la planta (cm)
- Diámetro del tallo (cm)
- Número de hojas (u)

- Largo de la raíz principal (cm)

Los datos se analizaron a partir de un ANOVA de clasificación simple y las medias fueron comparadas mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey para $p < 0.05\%$, al cumplir estas variables la prueba de normalidad y homogeneidad de varianza. Para el procesamiento de los datos se empleó el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus 5.1.

Resultados y discusión

Los resultados de la evaluación la germinación de las semillas de cacao (*Theobroma cacao* Lin) se muestran en la **tabla 1**, donde se puede observar diferencia estadística entre los tratamientos analizados, con el mayor porcentaje para el tratamiento donde se empleó 10% de microorganismos eficientes, el cual supera significativamente al resto de los tratamientos.

Tabla 1: Comportamiento de la germinación de semillas de cacao (*Theobroma cacao* Lin) con la aplicación de microorganismos.

Tratamientos	Germinación%
T ₁ (Control)	83 _b
T ₂ (5%)	88 _b
T ₃ (10%)	92 _a
T ₄ (15%)	96 _a
T ₅ (20%)	80 _b
Es.	0,7111343

No se encontró diferencia significativa entre las aplicaciones de 10 % y 15 % de microorganismos eficientes, pero ambos superan a la aplicación de 20%, 5% y al control. Estos a su vez no difieren entre sí.

Los resultados obtenidos están en correspondencia con los reportados por Benítez *et al.*, (2006) y Costales *et al.*, (2007), quienes destacan el efecto del inoculante mixto microbiano microorganismos eficientes sobre el desarrollo de los cultivos, resaltando influencia en el aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, debido a su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.

En la siguiente tabla se muestran los resultados del efecto de las diferentes dosis de microorganismos eficientes en el comportamiento de las variables morfológicas de las posturas de cacao, donde para todos los casos se observa diferencia estadística entre los tratamientos evaluados.

Al analizar los resultados se encontró un comportamiento igual para la altura y el número de hojas, se observa que el tratamiento donde se aplicó el microorganismo eficiente al 5% y al 10% alcanza los mayores valores superando significativamente al resto de los tratamientos y al control, seguido del tratamiento donde se empleó microorganismos eficientes al 20%, que igualmente mostró diferencia significativa con los demás tratamientos. El resto de los tratamientos y el control no difieren entre sí.

Un comportamiento similar se encontró para el diámetro del tallo, aunque en este indicador las aplicaciones del 10% y 5% microorganismos eficientes y el control no mostraron diferencia

significativa entre sí, aunque ambas aplicaciones superan estadísticamente al resto de las aplicaciones; no ocurriendo así para el tratamiento, el cual no mostró diferencia significativa con el tratamiento T2 y T5.

En el caso del largo de las raíces, igualmente el tratamiento T4 (10% microorganismos eficientes), alcanza los mayores valores superando estadísticamente al resto de los tratamientos, seguido de la dosis del 5% de microorganismo eficiente el cual mostró diferencia estadística con los demás tratamientos.

Tabla 2: Comportamiento de parámetros morfológicos (*Theobroma cacao*) a partir del empleo de diferentes concentraciones de microorganismos eficientes.

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Número de hojas	Largo de raíces (cm)
T ₁ (Control)	20.93 c	0.67 ab	8.5 c	31.1 _{cd}
T ₂ (2% micro-ben)	20.33 c	0.62 b	8.2 c	28.1 _d
T ₃ (5% micro-ben)	25.26 b	0.67 ab	10.7 b	41.2 b
T ₄ (10% micro-ben)	28.2 _a	0.73 _a	11.0 a	48.1 a
T ₅ (20% micro-ben)	21,0 c	0.61 b	8.6 c	33.7 _c
Esx.	0,7111343	0,0226499	0,225093	0,92678

Medias con letras comunes no difieren significativamente $p \leq 0,05$

En sentido general, los resultados demuestran que las variables analizadas expresan con claridad el efecto de los microorganismos eficientes, al encontrarse una tendencia a la mejora con respecto a los resultados alcanzados por el tratamiento control. Ramírez *et al.* (2018) destacan como los microorganismos producen sustancias como aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares que promueven el crecimiento y pueden suprimir la presencia de patógenos, además de mejorar la fertilidad de los suelos y la nutrición de las plantas.

El comportamiento de los índices morfológicos masa seca foliar, masa seca de la raíz y masa seca total de las plantas de cacao (*Theobroma cacao*), se muestra en la **tabla 3**, donde para todos los casos las aplicaciones de 10% y 5% no difieren entre sí, pero ambos a la vez mostraron diferencia significativa con el resto de los tratamientos.

De forma general se observa, que primero existe una tendencia al aumento del valor de los índices morfológicos con el aumento de las concentraciones de microorganismos eficientes, observándose los mayores valores para el tratamiento donde se aplicó 10% de microorganismos eficientes, concentración a partir de la cual se observa una tendencia a la disminución del efecto del producto, al encontrarse en todos los casos para tratamiento donde se empleó el microorganismos eficientes al 20% (T5), los valores más bajo, los cuales no mostraron diferencia significativa con el control.

En relación con este comportamiento destaca que pudiera estar relacionado con la acidez de este producto, el cual al emplearse a altas concentraciones pudiera provocar reacciones adversas en el metabolismo de las plantas que se encuentran vinculadas con el crecimiento y desarrollo de las mismas.

Tabla 3: Comportamiento de los índices morfológicos masa seca foliar, masa seca de la raíz y masa seca total de las plantas de cacao (*Theobroma cacao*, Lin) a partir del empleo de diferentes concentraciones demicroorganismos eficientes.

Tratamientos	Masa seca foliar (g)	Masa seca de la raíz (g)	Masa seca total (g)
T ₁ (Control)	0.35 ^b	0.10 ^b	0.45 ^c
T ₂ (2% micro-ben)	0.36 ^b	0.15 ^b	0.51 ^b
T ₃ (5% micro-ben)	0.40 ^a	0.18 ^b	0.58 ^b
T ₄ (10% micro-ben)	0.59 ^a	0.26 ^a	0.85 ^a
T ₅ (20% micro-ben)	0.20 ^c	0.09 ^c	0.29 ^c
Es±	0.09	0.02	0.07

Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente para $p \leq 0,05$

Por otro lado , las plantas que fueron tratadas con los microorganismos al 5%y2% mostraron resultados inferiores , aspecto que puede estar relacionado con el hecho de que esta es una dosis baja que no satisface los requerimientos necesarios para que las plantas expresen su máximo potencial, así mismo el tratamiento con la concentración de microorganismo al 20% resultó por debajo de los demás tratamientos, pudiera ser por el alto contenido de acidez que presentan los microorganismos eficientes ya que su PH está comprendido entre 2.0 y 5.9.

Conclusiones

Los mayores valores alcanzados en la germinación de las semillas de la especie (*Theobroma cacao* Lin) cacao en condiciones controladas se obtuvieron con la aplicación del micro-ben al 10 y 15 %ml/L.

El efecto de inocular los microorganismos benéficos en la calidad de las plantas de la especie (*Theobroma cacao* Lin) cacao a través de los indicadores morfológicos fue mejor mostrado cuando se aplicó al 10 y 15 %ml/L.

Bibliografía

- Batista Rodríguez, R. (2012). *Caracterización del comportamiento del tomate HA 3019 y su relación con los microorganismos eficientes en la Granja Jesús Menéndez Consejo popular de La Caridad* (Bachelor's thesis, Universidad de Holguín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Agronomía).
- Bendek, R. A. A. (2007). *Factibilidad técnico-económica de generar productos alimenticios a partir del fruto de Algarrobo Chileno (Prosopischilensis Mol. Stuntz) para la alimentación humana o animal* (Doctoral dissertation, Universidad Austral de Chile).
- Loperena-Barber, M., Khames, M., Leclercq, S. O., Zygmunt, M. S., Babot, E. D., ZúñigaRipa, A., & CondeÁlvarez, R. (2021). Evolution towards pathogenicity: Comparative analysis between *Brucella* and a recently isolated *Pseudochrobactrum*.
- MANUEL, R.C. (2020). APLICACION DE MICROORGANISMOS EFICIENTES EN UNA PLANTACION DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) NARANJAL GUAYAS, ECUADOR (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR).
- Mata-Quirós, A. (2006). Establecimiento de un sistema de propagación vegetativa de genotipos superiores de cacao (*Theobroma cacao* L.) por medio de ramillas en el CATIE.

- Morejón Díaz, D. M. (2022). *Manejo ecológico de insectos chupadores en el cultivo de pepino (Cucumissativus L.)* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2021).
- Ramírez Coello, E. L. (2018). *Alternativas en el manejo del chinche del arroz (Oebalusinsularis) con la utilización de una fuente de microorganismos eficientes en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en el cantón Mocache–Los Ríos-Ecuador* (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ).
- Sánchez, M. Á., León, D. G., Arce, S. M., López, T. D., & Rodríguez, P. M. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao prácticas latinoamericanas. *MA Sánchez, Manual Técnico del Cultivo de Cacao Practicas Latinoamericanas.*