

Respuesta de plántulas de *Theobroma cacao* L con el empleo de Vigortem®
Response of *Theobroma cacao* L seedlings with the use of Vigortem®

Autores:

Yoraisis Rodríguez-Gómez¹, <https://orcid.org/0000-0001-9981-9195>

DrC. Adrian Montoya-Ramos², <https://orcid.org/0000-0003-3691-2143>

DrC. Geysler Flores-Galano², <https://orcid.org/0000-0002-0336-7962>

MSc. Benito Monroy-Reyes³, <https://orcid.org/0000-0002-4162-0770>

Organismos: ¹Centro Universitario Municipal. Municipio El Salvador. Guantánamo, Cuba.

²Universidad de Guantánamo, Cuba. ³Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México

E-mail: montoya@cug.co.cu

Fecha de recibido: 27 jul. 2023

Fecha de aprobado: 29 sept. 2023

Resumen

Con el objetivo de evaluar la respuesta de plántulas de *T. cacao* a la aplicación de Vigortem® en condiciones de vivero “La Biofabrica”, del municipio El Salvador, se desarrolló un ensayo en el periodo de marzo de 2022 a octubre de 2023. Se utilizaron semillas de *T. cacao*, y en el momento de la siembra fueron asperjadas con el Vigortem®. Se emplearon cuatro tratamientos que se replicaron cinco veces sobre un diseño totalmente al azar. Se evaluó la altura (cm), número de hojas (U), diámetro del tallo (mm) la masa fresca y seca foliar y se determinó el índice de esbeltez, la relación tallo/raíz y el índice de calidad de Dickson. Se obtuvo que la aplicación de Vigortem® fue determinante en el crecimiento y vigor de las posturas de *T. cacao*, representado en los mejores valores para las variables fisiológicas evaluadas y los índices de calidad.

Palabras clave: Plántulas de *Theobroma cacao*; Vigortem®

Abstract

With the objective of evaluating the response of *T. cacao* seedlings to the application of Vigortem® in “La Biofabrica” nursery conditions, in the municipality of El Salvador, a trial was developed in the period from March 2022 to October 2023. *T. cacao* seeds were used, and at the time of sowing they were sprayed with the Vigortem® soil conditioner. Four treatments were used that were replicated five times in a completely randomized design. Height (cm), number of leaves (U), stem diameter (mm), fresh and dry leaf mass were evaluated and the slenderness index, the stem/root ratio and the Dickson quality index were determined. It was obtained that the application of Vigortem® was decisive in the growth and vigor of the *T. cacao* postures, represented in the best values for the physiological variables evaluated and the quality indices.

Keywords: *Theobroma cacao* seedlings; Vigortem®

Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* Lin.) es un cultivo importante en el mundo, especialmente en países tropicales. Esta especie se desarrolla en diferentes agroecosistemas bajo sombra, mayormente de árboles frutales (Anzules *et al.*, 2018). Es una planta que se cultiva en los trópicos húmedos, es nativa del centro y noroeste de América del Sur. De sus semillas fermentadas y secas se obtiene el chocolate y cuatro productos intermedios: torta de cacao, manteca de cacao, cacao en polvo y licor de cacao. Además de su utilización como alimento tiene aplicaciones farmacéuticas y cosméticas (Bhattacharjee y Kumar, 2007; Aikpokpodion, 2012).

Tradicionalmente, los dos principales grupos genéticos del cacao (*Theobroma cacao*), se definieron, basado en características morfológicas y origen geográfico, son el “Criollo” y el “Forastero”. Un tercer grupo “Trinitario”, consiste en una hibridación de “Criollo” x “Forastero” (Cheesman E, 1944). Paralelamente los botánicos describían dos subespecies: *cacao* y *Sphaeorocarpum*, Criollo y Forastero, respectivamente; los cuales de acuerdo a algunos autores evolucionaron en Centro y Sur América, respectivamente (IBERIACOCOATRADING, 2016).

Los resultados obtenidos en las más recientes investigaciones acerca del germoplasma del cacao (Motamayor *et al.*, 2008), llevó a proponer 10 grupos: genéticos: Maraño, Curaray, Criollo, Iquitos, Nanay, Contamana, Amelonado, Purus, Nacional y Guiana. Esta nueva clasificación refleja de una manera más precisa la diversidad genética para los mejoradores que la tradicional (Criollo, Forastero, Trinitario).

Bidot, (2015) clasificó sobre la base de los descriptores morfológicos 539 plantas de cacao tradicional cubano en los grupos tradicionales Criollo, Forastero y Trinitario. Sin embargo, con la utilización de técnicas de análisis molecular (marcadores micro satélites) pudo clasificarlas en 7 grupos de los propuestos por (Motamayor *et al.*, 2008)

En el mundo se producen anualmente 4,3 millones de toneladas de grano de cacao (ICCO, 2011) de los cuales 74,9 % se concentran en África Occidental, 12,1 % en el sureste asiático y 13 %, en América Latina. Costa de Marfil produce 35 % de la producción mundial (Solís *et al.*, 2015).

En América, el cacao se cultiva desde México hasta Brasil; este último es el más importante en hectáreas sembradas, ya que representa el 40% del total de la región. Los países que le siguen en cantidad de hectáreas sembradas son Ecuador (24%), Colombia (9%), República Dominicana (9%), Perú (6%) y Venezuela (4%) (FAO, 2018).

Suárez *et al.* (2015), plantean que en Cuba la producción de cacao está concentrada en la región oriental, específicamente en las zonas montañosas de las provincias de Guantánamo, Holguín, Santiago de Cuba y Granma. Las primeras tres pertenecen al macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, grupo orográfico que soporta el 94 % de la superficie total plantada.

Esta especie ha sido orientada a proyectos de reconversión productiva en terrenos abandonados con historial de uso agropecuario (Ramírez *et al.*, 2008). Sin embargo, muchas de ellas no han tenido el éxito esperado debido a la alta mortalidad y al pobre crecimiento de las plantas. Dichos problemas se asocian a diversos factores, entre los que sobresale la severa degradación del suelo en los sitios de plantación (Calixto *et al.*, 2015). Sin embargo, el impacto de cada uno de ellos ha sido mayor por el uso de planta de baja calidad, que no reúne las características morfológicas y fisiológicas apropiadas a las condiciones de los sitios de destino (Conafor, 2012).

En vivero, la obtención de esas características está relacionada con la implementación de diversas prácticas culturales (Rodríguez, 2008). La elección de una o más depende de su

efectividad en el aumento de la calidad de planta en los taxa que se desea producir (Jacobs y Wilkinson, 2009).

En plantas de distintas especies producidas en vivero, tanto de clima tropical como templado-frío, el volumen del envase o la adición de hidrogel al sustrato han demostrado una influencia preponderante sobre la modificación de algunas de sus propiedades. En varias de ellas, a medida que el volumen del envase es mayor, sus aspectos morfológicos de calidad son mejores, tales como la altura, el diámetro del tallo, así como el balance entre la formación de biomasa aérea y la biomasa radical (Ferraz y Engel, 2011; Lisboa *et al.*, 2012; Abreu *et al.*, 2014).

En otras, con el uso adecuado de soluciones nutritivas no solo se ha observado una mejora en la forma (Orikiriza *et al.*, 2009; Maldonado *et al.*, 2011), sino también en aspectos de orden fisiológico, que se refieren al estado nutrimental como uno de los principales atributos mejorados (Chirino *et al.*, 2011; Bernardi *et al.*, 2012), lo que se relaciona con la dosis aplicada.

Otra de las novedosas formas es la utilización de algas como estimulantes en combinación con ácidos húmicos y fulvicos para su uso en la agricultura, premisa que se ha convertido en un sector en crecimiento, ya que diferentes estudios científicos han demostrado que tienen efectos notables en el crecimiento y rendimiento y al ser naturales están aptos para la agricultura ecológica (Rodríguez y Orellana, 2008; Zermeño *et al.*, 2015; Químicas-Meristem, 2020).

Entre estos productos elaborados a partir de sustancias húmicas se encuentra el Vigortem[®], el mismo es un producto acondicionador de suelos con alto contenido en fósforo y ácidos húmicos, especialmente diseñado para favorecer el enraizamiento de los cultivos, está especialmente indicado durante las primeras fases de desarrollo de los cultivos (Químicas Meristem. S. L, 2018).

Evaluando lo antes descrito relacionado principalmente con el interés de diversificación de esta especie de alto valor económico, la baja calidad de las posturas para su propagación, el uso de alternativas para su nutrición y mejor adaptabilidad a las condiciones de campo es probable que en la obtención de plántulas de *T. cacao* tengan un efecto similar, imponiendo estudiarlos detalladamente. Evaluar la respuesta de plántulas de *T. cacao* L a la aplicación de Vigortem[®] en las condiciones edafoclimáticas y tecnológicas del vivero "La Biofábrica"

Materiales y métodos

Ubicación

El trabajo se desarrolló en el vivero tecnificado la Biofabrica sobre un sustrato de suelo pardo sialítico mullido carbonatado con una proporción de materia orgánica 3:1. En el periodo de marzo de 2022 a septiembre de 2023.

Metodología empleada

Se utilizaron semillas de *T. cacao*. El bioproducto Vigortem[®] se asperjó en la parte superior del sustrato en el momento de la siembra según las dosis estipuladas por el proveedor.

Tratamientos

T1- (Testigo absoluto producción)

T2 - Aplicación de 4 L. ha⁻¹ de Vigortem[®]

T3 - Aplicación de 5 L. ha⁻¹ de Vigortem[®]

T4 - Aplicación de 6 L. ha⁻¹ de Vigortem[®]

Variables evaluadas

Variables de crecimiento: Estas fueron evaluadas a los 120 y 180 días posteriores al trasplante.

- Altura de las plantas (cm.): Estas fueron medidas con una regla graduada, midiendo desde ras de tierra hasta el ápice.
- Número de hojas (U): se contaron las hojas salidas de las plantas en los diferentes momentos de medición.
- Diámetro del pseudotallo (mm): se midió con un pie de rey a la altura de 1 cm del suelo.
- Masa fresca total (g): se pesaron 20 submuestras de plántulas por tratamientos.
- Masa seca total (g): se pesaron 20 submuestras de plántulas por tratamientos secadas a 70° C por espacio de una semana.
- Con los datos anteriores se estimaron el índice de esbeltez: El índice de esbeltez se calculó mediante el cociente de la altura en cm entre el diámetro del tallo en mm, mediante la formula. $IE = \text{altura de las plantas} / \text{diámetro del tallo}$.
- Índice de calidad (ICD) de Dickson et al. (1960), para el cual se utilizó la ecuación. $ICD = MST / (RAD + RPAR)$. Donde: MST: peso seco total, g (aéreo+radical). RAD: relación altura (cm)/diámetro (mm). RPAR: relación peso seco parte aérea (g)/peso seco parte radical (g).

Diseño experimental y Análisis estadístico

Los resultados experimentales fueron sometidos a Análisis de Varianza según el diseño empleado completamente aleatorizado. En los casos en que se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, las comparaciones de medias se realizaron según el test de rangos múltiples de Duncan para el 5% de probabilidad de error (Duncan, 1955). Para el análisis estadístico fue utilizado el paquete STATGRAPHICS Versión 5.1. y fueron evaluados económicamente.

Resultados y discusión

Análisis de la altura de las plantas

En la respuesta altura de las plantas (**Tabla 1**), se encontró diferencias significativas entre tratamientos, los tratamientos estimulados son superiores a partir de los 120 días con relación al testigo, observándose que el tratamiento (4) que se corresponde con la aplicación de 6 L de Vigortem® ofreció una mejor respuesta para esta variable de crecimiento, en los diferentes momentos de medición.

Tabla 1. Efecto de los tratamientos evaluados en la variable altura

| Tratamientos | Altura (cm) | |
|--------------|-------------|-------------|
| | 120 días | 180 días |
| | Media ± EEx | Media ± EEx |
| T1 | 31,08±0,158 | 41,85±1,228 |
| T2 | 31,19±1,706 | 42,57±1,103 |
| T3 | 42,05±2,112 | 53,49±1,200 |
| T4 | 48,85±1,567 | 62,65±1,213 |

Medias seguida de letras desiguales difieren significativamente de ($p < 0.05$)

El concepto de uso eficiente de un nutriente, se utiliza para evaluar la capacidad de un genotipo dado para absorber nutrientes y transformarlo en la producción de biomasa o

material vegetal de importancia económica (Furtini, 1994). De esa manera, es como el conocimiento de los nutrientes minerales esenciales de la planta brinda información importante que permite mejorar las prácticas en la eficiencia de su fertilización (Laviola *et al.*, 2007).

Análisis del diámetro del tallo de las plantas

En la siguiente **Tabla 2** se encontró diferencias significativas entre tratamientos, los tratamientos estimulados son superiores con relación al testigo en comparación con el testigo, observando que el tratamiento (4) que se corresponde con la aplicación de Vigortem® ofreció una mejor respuesta para esta variable de crecimiento en los momentos de medición.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos evaluados en la variable diámetro del tallo

| Tratamientos | Diámetro del tallo (mm) | |
|--------------|-------------------------|--------------|
| | 120 días | 180 días |
| | Media ± EEx | Media ± EEx |
| T1 | 2,36± 0,827 | 6,40± 0, 301 |
| T2 | 2,37± 0,205 | 6,44± 0, 213 |
| T3 | 3,45± 0,024 | 8,57± 1,191 |
| T4 | 4,51± 0,206 | 9,63± 0, 015 |

Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de (p<0.05)

De acuerdo con Birchler *et al.* (1998) el diámetro nos da una aproximación de la sección transversal del transporte de agua, y está correlacionado con la sobrevivencia en campo. El contenido de sales en la solución del suelo (potencial hídrico) debe mantenerse por debajo de los límites de estrés de la planta, para así obtener un óptimo crecimiento y desarrollo de la planta (Birchler *et al.* 1998).

El estudio de los caracteres morfológicos y morfométricos a través de métodos exploratorios ha sido de gran utilidad para la caracterización de gran variedad de especies de plantas (Albert *et al.* 1991, 2002, Henderson 2006, Mondragón *et al.* 2007, Sánchez-Urdaneta *et al.* 2008).

Análisis de la variable: Número de hojas

Al analizar la variable número de hojas se puede apreciar, que hubo diferencias significativas entre tratamientos (**Tabla 3**) se encontró que los tratamientos estimulados son superiores con relación al testigo, y se aprecia que el tratamiento (4) que se corresponde con la aplicación de 6 L de Vigortem® ofreció una mejor respuesta para esta variable de crecimiento a partir de los 180 días. Es un resultado lógico si se entiende que el efecto del estimulante ha favorecido la emisión de hojas en esta fase de crecimiento.

Tabla 3. Efecto de los distintos tratamientos en el número de hojas

| Tratamientos | Número de hojas (U) | |
|--------------|---------------------|----------|
| | 120 días | 180 días |
| | | |

| | Media ± EEx | Media ± EEx |
|----|-------------|-------------|
| T1 | 4,4±0,313 | 5,85±0,224 |
| T2 | 5,15±0,432 | 6,75±0,122 |
| T3 | 5,95±0,312 | 7,57±0,024 |
| T4 | 8,6±0,213 | 9,15±0,321 |

Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ($p < 0,05$)

En cultivos perennes como el cacao (Aguirre-Medina *et al.*, 2007) y cafeto (Aguirre-Medina *et al.*, 2011) se ha registrado mayor desarrollo vegetal con la inoculación de microorganismos. Este hecho sugiere que el incremento en el desarrollo de la planta hospedera, puede deberse a una mayor capacidad de absorción de nutrientes.

Análisis de la variable Masa fresca total

En el estudio de la respuesta agronómica del cultivo se puede observar que al analizar la variable Masa fresca total, (Tabla 4), se encontró que los tratamientos estimulados son superiores en relación con el testigo, y se aprecia que el tratamiento (4) que se corresponde con la aplicación de 6 L de Vigortem® ofreció una mejor respuesta para esta variable de crecimiento, en los dos momentos de medición.

Tabla 4. Efecto de los tratamientos evaluados para la variable: Masa fresca total en el momento del trasplante (180 días).

| Masa fresca total (g) | | | | |
|------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|
| Momento del trasplante | Plántulas de <i>T. cacao</i> | | | |
| | Media | Media | Media | Media |
| | 15,42 | 35,78 | 49,28 | 63,61 |
| EEx | 2, 012 | | | |

Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ($p < 0.05$)

Se infiere que la aplicación del estimulante, reflejó los mejores valores, mostrando veracidad en el aumento de estas variables, dando una clara expresión de la diferencia que existe en el desarrollo vegetal de este cultivo bajo la incidencia de este producto. La aplicación del bioproducto en momentos de elevada exigencia de producción o en momentos de estrés permite el refuerzo de la zona radicular necesario para la recuperación y reactivación de los cultivos.

Análisis de la variable: Masa seca total

Al analizar la masa seca se evidencia que las plantas que fueron beneficiadas con la aplicación de 6 L de Vigortem® ofrecen una mejor respuesta para esta variable. Se infiere que la aplicación, reflejó los mejores valores, mostrando veracidad en el aumento de estas

variables, dando una clara expresión de la diferencia que existe en el desarrollo de este cultivo bajo la incidencia de estos productos, lo que mejora la posibilidad de éxito en la fase obtención de posturas de calidad.

Tabla 5. Efecto de los tratamientos evaluados para la variable Masa seca total en el momento del trasplante (180 días).

| Masa seca total (g) | | | | |
|------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|
| Momento del trasplante | Plántulas de <i>T. cacao</i> | | | |
| | | | | |
| | Media | Media | Media | Media |
| | 0,01 | 0,66 | 1,39 | 2,83 |
| EEx | 0,104 | | | |

Los resultados están influenciados por los nutrientes que aporta el Vigortem® al ser absorbido por las raíces y por su efecto en el incremento de la actividad microbiana cuando es segregado por las raíces, haciendo más eficiente la asimilación de los nutrientes, con lo que se logra un equilibrio nutricional, mejorando la resistencia de las plantas a las condiciones adversas estresantes para el cultivo.

Análisis de la variable: Índice de Esbeltez

La relación altura/ diámetro o índice de esbeltez (**Tabla 6**), es otro indicador que combina los valores de las variables altura y diámetro, con el fin de tener una mejor predicción de la calidad de la planta. En este sentido se debe subrayar que los valores obtenidos en el presente trabajo indican que las plántulas crecieron equilibradamente en altura y en diámetro, por lo que se obtuvieron plantas de “complejión” media.

Tabla 6. Efecto de los tratamientos evaluados para la variable

| Índice de Esbeltez Momento del trasplante | Altura (cm) | Diaméto (mm) | (IE) |
|--|-------------|--------------|-------|
| T1 | 45,8 | 25,4 | 1,803 |
| T2 | 48,3 | 24,7 | 1,955 |
| T3 | 55,1 | 30 | 1,837 |
| T4 | 56,4 | 35,6 | 1,584 |

| Índice Tallo/Raíz Momento del trasplante | Raíz (g) | Tallo(g) | (ITR) |
|---|----------|----------|-------|
| T1 | 6,03 | 17,05 | 0,354 |
| T2 | 9,15 | 12,58 | 0,727 |
| T3 | 11,87 | 14,84 | 0,800 |
| T4 | 14,39 | 16,72 | 0,861 |

| Índice de Calidad de Dickson Momento del trasplante | Masa seca total (cm) | IE | ITR | (ICD) |
|--|----------------------|----|-----|-------|
|--|----------------------|----|-----|-------|

| | | | | |
|----|------|-------|-------|-------|
| T1 | 0,01 | 1,803 | 0,354 | 0,005 |
| T2 | 0,66 | 1,955 | 0,727 | 0,246 |
| T3 | 1,39 | 1,837 | 0,800 | 0,527 |
| T4 | 2,83 | 1,584 | 0,861 | 1,157 |

En términos generales, las plántulas que crecieron en el sustrato suelo + pulpa de café sin RF, presentaron los mayores resultados, en las variables peso seco aéreo, peso seco raíz y peso seco total, destacándose los tratamientos inoculados con cada bacteria. Para longitud y volumen de raíz, los tratamientos no se mostraron diferentes, dichas variables se determinaron después de seis meses de ser trasplantadas en las bolsas, tiempo recomendado para trasplantar las plántulas al campo (Sadeghian, 2008).

Para estos tratamientos, dicho período fue suficiente; sin embargo, en el testigo absoluto, el tratamiento que involucró plántulas de café que crecieron directamente en el suelo, se evidenciaron valores más pequeños en las variables de peso seco, longitud y volumen de raíz, valores que no fueron suficientes para recomendar su trasplante al campo. Este índice relaciona la resistencia de la planta con su capacidad fotosintética (Toral, 1997). Se recomienda que los valores sean bajos, lo que indica una planta más robusta y con menos probabilidad de daño físico por la acción del viento, sequía o heladas en el sitio de plantación (Thompson, 1985).

Los resultados: el índice de Esbeltez muestra que las plantas producidas en este sistema de producción tienen una buena capacidad para almacenar los carbohidratos, de acuerdo con Prieto *et al.* (2009), las plantas con diámetro mayor a 5 mm son más resistentes al doblamiento y toleran mejor los daños por fauna nociva y plantas con diámetros más pequeños no son capaces de sostener tallos elongados haciéndolos más vulnerables a sufrir daño.

La relación entre el índice de esbeltez y las variantes nutricionales aplicados en el estudio son inversamente proporcional, es decir, que a mayores cantidades se obtendrán menores valores de esbeltez; sin embargo, no es absolutamente cierto que esto sea beneficioso para la planta, ya que valores mayores de 10 indicarían una deficiencia en relación con este indicador y sobre todo el crecimiento de la calidad de la planta según lo indicado por Quiroz *et al.*, (2009).

Cano *et al.* (1998) mencionan que, en el sistema actual de producción de viveros, las plantas producidas en contenedores cónicos o bloques de unisel son en general altas y delgadas, debido a que las prácticas culturales utilizadas en el sistema tecnificado favorecen más el desarrollo de la parte aérea que el de la raíz en comparación con el sistema tradicional.

De igual forma resultaron similares a otras especies con otros sustratos, como los encontrados por Román *et al.* (2001) con *Pinus greggii* Engelm. (*var. Australis* Donahue & Lopez) con valores entre 11,48 y 12,08, para el índice de esbeltez, y valores bajos para el ICD (entre 0,4 y 0,6); el autor atribuyó estos resultados a la presencia de un gran crecimiento aéreo con respecto al radical debido a un exceso de nutrimentos.

Martínez (2005) reportó el mayor ICD cuando las plantas de *Pinus patula* se desarrollaron en un sustrato compuesto por 80 y 90% de aserrín. Cobas *et al.* (2001) con *Hibiscus elatus* Sw, utilizando como sustrato una mezcla de 20% corteza de pino compostada + 40% humus de lombriz + 40% turba, encontraron valores de 0,1 y 0,2 para el ICD, lo que no es adecuado.

Barajas *et al.* (2004) trabajando con *Pinus greggii* (*var. Australis*), utilizaron un sustrato que consistió en una mezcla de suelo forestal y arena (3:1); obtuvieron valores de ICD menores a 0,5 a los diez meses de edad.

Existen otras formas de evaluar que indican la calidad de las plántulas producida en vivero y es el cociente que resulta de dividir el peso seco de parte aérea (PSPa) entre el peso seco de raíz (PSR).

En especies de latifoliadas tropicales la relación PSPa/PSR es deseable que sea mayor a 2,0, cuando la planta esté destinada para sitios con disponibilidad de agua normal para su tipo de vegetación (selva alta perennifolia, de los 0 a los 750 msnm). La mejor calidad de planta se obtiene cuando la parte aérea es relativamente grande y la raíz mediana, lo que puede garantizar una mayor supervivencia ya que evita que la absorción exceda a la capacidad de transpiración. Por lo tanto, las plantas obtenidas bajo esta metodología no presentarían problemas de supervivencia.

Los valores de la relación PSPa/PSR del presente trabajo resultaron similares a otras especies con sustrato a base de aserrín, como los reportados por Reyes (2005) con *Pinus pseudostrobus*, con valores de 2,33. Martínez (2005) por su parte trabajando con *Pinus patula* encontró que el mayor valor para esta relación se obtuvo en una mezcla que contenía 60% de aserrín + 40% de tierra de monte.

Conclusiones

La aplicación de Vigortem® fue determinante en el crecimiento y vigor de las posturas de *Coffea arabica*, representadas en las variables fisiológicas evaluadas.

El estudio determinó que de las variantes estudiadas la aplicación de Vigortem® es la más efectiva en la obtención de posturas de alta calidad de *T. cacao* representado en los mejores valores para las variables fisiológicas evaluadas y un índice de esbeltez de 1,584

Recomendaciones

Extender la variante de aplicación de Vigortem® a los productores de posturas de *Theobroma cacao*.

Bibliografía

- Ahmed, Y. M. and Shalaby, E. A. 2012. Effect of different seaweed extracts and compost on vegetative growth, yield and fruit quality of cucumber. *J. Hortic. Sci. Orna. Plants.* 4(3):235-240.
- Almendros G., Dorado J. 2005. Molecular characteristics related to the biodegradability of humic acid preparations. Structural factors related to the biodegradability of laboratory-modified humic acid preparations. *Eur. J. Soil Sci.* 50, 227-236.
- Almendros G., Martin F., González-Vila F.J. 2007. Depolymerization and degradation of humic acids with sodium perborate. *Geoderma*, 39, 235–247.
- Azcón-Bieto, J. y Talon, M. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Ediciones. Universidad de Barcelona. McGraw-Hill. Interamericana. España. 515 p.
- Bittman. S.; Kowalenko, C.G.; Hunt, D.E.; Forge, T.A.; Wu, X. 2006. Starterphosphorus and broadcast nutrients on corn with contrasting colonization by mycorrhizae. *Agron. J.* 98: 394 – 401.
- Bolaños, B.M.M.; Rivillas O.C.A.; Suárez V.S. 2000. Identificación de micorrizas arbusculares en suelos de la zona cafetera colombiana. *Cenicafé*, 51 (4): 245-262.
- Bolleta, A.; Venanzi, S.; Krügerl, H. 2002. Respuestas del cultivo de trigo a la inoculación con biofertilizantes en el sur de la provincia de Buenos Aires. Instituto Nacional de

- Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Bordenane. Argentina. 6p.
- Bonfante P., Genre A. 2008. Plants and arbuscular mycorrhizal fungi: an evolutionary-developmental perspective. Trends in Plant Science. 13(9): 492-498.
- Bonfante P., Requena N. 2011. Dating in the dark: how roots respond to fungal signals to establish arbuscular mycorrhizal symbiosis. Current Opinion in Plant Biology. 14(4):451–457.
- Bustamante, C.; Viñals, R.; Pérez, A.; Rodríguez, M.I. y Araño, L. 2010. Fertilización mineral y uso de abono verde en Coffea canephora Pierre ex -Froehner cultivado bajo poda sistemática en los macizos montañosos de la Sierra Maestra y Sagua - Nipe – Baracoa. Informe final Proyecto Nacional 07.03.087. Cruce de los Baños: ECICC. 253 p.
- Cabral, E.; Toro, M.; López, D. 2016. Efecto de micorrizas nativas y fósforo en los rendimientos del maíz en Guárico. Temas Agrarios, 21 (2): 21-31.
- Camargo, S.; Esperón, M. 2005. Efecto de la heterogeneidad espacial y estacional del suelo sobre la abundancia de esporas de hongos micorrizógenos arbusculares en el valle semiárido de Tehuacán-Cuicatlán, México. Revista de Biología Tropical, 53 (3-4): 339-52
- Córdova, Georgina. 2010. Mineralización de nitrógeno de diferentes abonos orgánicos. Tesis presentada para obtener el grado de Master en Ciencias. H. Cárdena, Tabasco, México. Colegio de Posgraduados. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Campus Tabasco, 85 p.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11.1
- Entry, J.; Rygiel, P.; Watrud, L. y Donnelly, P. 2002. Influence of adverse soil conditions on the formation and function of Arbuscular mycorrhiza. Advances in Environmental Research, no. 7, p. 123-138. ISSN 2234-1730.