

Índices de calidad en posturas de *Theobroma cacao* L para fomento de sotobosques

Quality index in seedlings of the *Theobroma cacao* L for foment forestry

Autores:

Ing. Ismel Humberto Padilla – Mejías¹, <https://orcid.org/0009-0009-2726-0092>

MSc. Javier Vera – López², <https://orcid.org/0000-0003-0569-2109>

Dr. C. Adrián Montoya – Ramos¹, <https://orcid.org/0000-0003-3691-2143>

Ing. Leny Lisbeth Sánchez – Ríos³, <https://orcid.org/0009-0000-3297-0704>

MSc. Benito Monroy – Reyes⁴, <https://orcid.org/0000-0002-4162-0770>

Filiación institucional: ¹Universidad de Guantánamo. Guantánamo, Cuba. ²Colegio de postgraduados, Campeche. México. ³Consultoría Agrícola. Adolfo López Mateo. Sección segunda. San Pedro Pochutla. Oaxaca, México. ⁴Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez, 2100, Predio Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.

E-mail: montoya@cug.co.cu, jarreola@colpos.mx, bmonroy17@gmail.com

Fecha de recibido: 20 abr. 2025

Fecha de aprobado: 9 jun. 2025

Resumen

Con el objetivo de evaluar la respuesta de plántulas de cacao a la aplicación de CTA-Humus® y *Glomus cubense* en las condiciones edafoclimáticas y tecnológicas del vivero tecnificado de la Empresa Agroforestal y Coco Baracoa, del municipio Baracoa, se desarrolló un ensayo donde se utilizaron semillas de cacao asperjadas con el acondicionador de suelos CTA-Humus® y beneficiadas con micorrizas. Se emplearon cuatro tratamientos que se replicaron cinco veces sobre un diseño totalmente al azar. Se evaluaron variables morfo-fisiológicas e índices de calidad. Se obtuvo que la aplicación combinada de CTA-Humus® y *Glomus cubense* fue determinante en el crecimiento y vigor de las posturas de cacao. La aplicación combinada de ambos bioproductos es más efectiva en la obtención de posturas de alta calidad representado en los mejores valores para las variables fisiológicas evaluadas y los índices de esbeltez, la relación tallo/raíz y el índice de calidad de Dickson.

Palabras clave: Bioproductos; Crecimiento; Desarrollo; Calidad

Abstract

With the objective of evaluating the response of cacao seedlings to the application of CTA-Humus® and *Glomus cubense* in the edaphoclimatic and technological conditions of the technical nursery of the Agroforestry and coconut gerency in the municipality of Baracoa. A test was developed cacao seeds were used, and at the time of sowing they were sprayed with the CTA-Humus® soil conditioner a mycorrhizal. Four treatments were used that were replicated five times in a completely randomized design. Were evaluated variables morfo-physiology and the slenderness index. It was obtained that the application combined of CTA-Humus® and *Glomus cubense* was decisive in the growth and vigor of the cacao positions. The study also determined that the application of CTA-Humus® is more effective in obtaining high quality postures represented in the best values for the physiological variables evaluated and the slenderness index, the ratio (stem/root) and the quality index of Dickson.

Keywords: Bioproduct; Growing; Development; Quality

Introducción

En el municipio de Baracoa, la producción de posturas de cacao en los últimos diez años se ha visto afectada por el elevado precio del costo y la baja calidad con que se han logrado, incumpléndose los planes de producción de posturas. Por otro lado, la necesidad de fertilizantes adecuados para incorporar a los sustratos para la producción de posturas, constituye otras de las limitantes (Azaharez *et al.*, 2023; Pérez-Díaz *et al.*, 2023).

En vivero, la obtención de esas características está relacionada con la implementación de diversas prácticas culturales. 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 (Ferrás-Negrín *et al.*, 2022).

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 (Azaharez *et al.*, 2023).

Uno de los requisitos de una producción intensiva de cacao, es el establecimiento de buenas plantaciones, cuestión que debe garantizarse a partir de disponer de tecnologías adecuadas para la obtención de posturas de alta calidad en los viveros (Pérez -Díaz *et al.*, 2023). La producción de plántulas es un procedimiento de vital importancia para lograr éxito en el cultivo, ya que el crecimiento y producción de frutos dependen de la calidad de la planta que se lleve a campo (Sisalima-Ortega *et al.*, 2023).

Un factor a tomar en cuenta es el sustrato que se utilice para la producción de plántulas, ya que cuando este es de alta calidad nutricional, permite obtener plantas óptimas y vigorosas para el trasplante y es un factor de gran importancia para el desarrollo del sistema radical y germinación de las semillas, ya que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes, de este modo actúa como organizador de la fertilidad (Cárdenas *et al.*, 2017; Villarreal, 2022; Pino Meléndez *et al.*, 2023).

Otra de las novedosas formas es la utilización de algas como estimulantes en combinación con ácidos húmicos y fúlvicos 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 (Zermeño *et al.*, 2015; Químicas-Meristem, 2022).

Entre estos productos elaborados a partir de sustancias húmicas se encuentra CTA-Humus®, 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, 2022).

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.

Teniendo en cuenta estos antecedentes y como parte de ello la política nacional de reforestación se evaluó la respuesta morfofisiológica y de calidad de plántulas de cacao a la aplicación de CTA-Humus® y *Glomus cubense* en las condiciones edafoclimáticas y tecnológicas del vivero de la empresa Agroforestal y Coco Baracoa

Materiales y métodos

Ubicación

El trabajo se desarrolló durante el periodo marzo-octubre, 2024, dentro del marco del proyecto sectorial “Sistema para uso del biofertilizante micorrízico EcoMic® y su manejo conjunto con otros bioproductos y prácticas culturales en la producción de alimentos”, liderado por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). La investigación tuvo lugar en el vivero de la Empresa Agroforestal y Coco Baracoa, localizada a 20 °22’ latitud N y 74 °32’ longitud O, municipio Baracoa, provincia de Guantánamo. Se utilizó un suelo Pardo ócrico sin carbonatos (Hernández *et al.*, 2015; 2019), que corresponde a un Cambisol éutrico (World Reference Base for Soil Resources, 2014). Algunas de sus características químicas son:

pH (H ₂ O)	M.O,%	P ₂ O ₅	K ₂ O	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CIB
		mg 100g ⁻¹		cmolc kg ⁻¹			
6.90	2,8	12,14	22,32	0,64	31,5	11,8	44,3

CIB: Capacidad de Intercambio de Bases = \sum Bases cambiables.

Las variables climáticas se muestran a continuación:

Condiciones climáticas

Tabla.1. Variables climáticas en el periodo experimental

Variables climáticas	Meses en el período experimental						
	M	A	M	J	J	A	Medias
T. Máx. Media (°C)	29,9	28,6	30,6	30,9	32,8	34,6	31,23
T. Min. Media (°C)	19,0	18,0	20,6	18,6	20,7	22,6	19,92
Humedad (%)	69,1	67,7	72,2	73,1	85,3	72,2	73,27

Metodología empleada

Se utilizaron semillas de cacao, las mismas fueron peletizadas una hora antes de la siembra con agua destilada y las micorrizas, según los criterios de Rivera y Fernández (2003). El acondicionador de suelos CTA- Humus® se asperjó en la parte superior del sustrato en el momento de la siembra según las dosis estipuladas por el proveedor.

Tratamientos

T1- Control (condiciones de producción MINAG, 1987)

T2 - Aplicación de *Glomus cubense*

T3 - Aplicación de CTA-Humus®

T4 - Aplicación de CTA-Humus® + *Glomus cubense*

3.5 Variables evaluadas

Variables de crecimiento morfofisiológicas: Estas fueron evaluadas a los 120; 150 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 emitidas por las plantas en los diferentes momentos de medición.
- Diámetro del tallo (mm): se midió con un pie de rey a la altura de 5 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.

Variabes de calidad: Con los datos anteriores se estimaron los siguientes índices de calidad:

- Índice de esbeltez: se calculó mediante el cociente de la altura (cm) entre el diámetro del tallo (mm), mediante la fórmula: $IE = \text{altura de las plantas} / \text{diámetro del tallo}$.
- Índice Tallo/Raíz = altura (cm)/diámetro (mm).
- Índice de calidad de Dickson (ICD) según Dickson *et al.* (1960): se utilizó la ecuación:

$$ICD = MST / RAD + RPAR.$$

Donde:

MST: peso seco total aéreo + radical (g).

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

Resultados y discusión

Análisis de la altura de las plantas

En la respuesta altura de las plantas (Tabla 2), se encontró diferencias significativas entre tratamientos. Los tratamientos estimulados son superiores a partir de los 120 días con relación al testigo, observando que el tratamiento 4 que se corresponde con la aplicación de CTA-Humus®+ *Glomus cubense*, ofreció una mejor respuesta para esta variable de crecimiento, en los diferentes momentos de medición.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos evaluados en la variable altura

Tratamientos	Altura (cm)		
	120 días	150 días	180 días
	Media ± EEx	Media ± EEx	Media ± EEx

T1	16,08±0,176 c	19,85±1,008 c	33,85±1,218 c
T2	16,19±1,786 c	19,57±1,101 c	35,57±1,107 c
T3	20,05±1,902 b	27,49±2,005 b	41,49±2,875 b
T4	24,85±0,457 a	31,65±2,005 a	48,65±2,005 a

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 (Contreras, 2017). De esa manera, el conocimiento de los nutrientes minerales esenciales de la planta, brinda información importante que permite mejorar las prácticas para una fertilización más eficiente (Cabrales *et al.*, 2016).

En los suelos del trópico, el fósforo (P) es el nutriente que limita la producción, debido a la alta reactividad del elemento que le permite interactuar químicamente con la materia orgánica, con la superficie mineral de los coloides y con las formas activas de algunos cationes presentes en la solución del suelo. Este hecho conlleva al uso constante y elevado de fertilizantes de síntesis química, aumentando de esta manera los costos de producción (Reis *et al.*, 2011).

Análisis del diámetro del tallo de las plantas

En la tabla 3 se encontró diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados de los tratamientos estimulados con los bioproductos fueron superiores al testigo sin aplicación. Sin embargo, cuando se combinaron ambos bioproductos (T4), se obtuvo una mejor respuesta para esta variable de crecimiento en los momentos de la evaluación.

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.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos evaluados en la variable diámetro del tallo

Tratamientos	Diámetro del tallo (mm)		
	120 días	150 días	180 días
	Media ± EEx	Media ± EEx	Media ± EEx

T1	3,6± 0,827c	5,0± 0, 451c	6,10± 0, 273b
T2	3,7± 0,205c	5,4± 0, 783c	6,12± 0, 223b
T3	4,5± 0,024b	5,7± 0,221b	6,01± 1,145b
T4	5,1± 0,206a	5,3± 0, 348a	7,27± 0, 053a

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

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 (Sánchez *et al.* 2008).

Análisis de la variable: Número de hojas

Al analizar la variable número de hojas se puede apreciar, que solo hubo diferencias significativas entre los tratamientos a los 180 días (Tabla 4). Se encontró que los tratamientos estimulados con bioproductos fueron superiores con relación al testigo, y se aprecia que el tratamiento (4) que se corresponde con la aplicación de CTA- Humus® ofreció una mejor respuesta para esta variable de crecimiento a partir de los 180 días. Este es un resultado lógico si se entiende que el efecto del estimulante ha favorecido la emisión de hojas en esta fase de crecimiento.

En cultivos perennes 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.

Tabla 4. Efecto de los distintos tratamientos en el número de hojas

Tratamientos	Número de hojas (U)		
	120 días	150 días	180 días
	Media ± EEx	Media ± EEx	Media ± EEx
T1	4,1 ± 0,290b	4,2 ± 0,224b	5,4 ± 0,021b
T2	4,2 ± 0,123b	4,5 ± 0,122b	5,9 ± 0,10b
T3	4,2 ± 0,102a	5,3 ± 0,024a	6,5 ± 0,816a
T4	4,7 ± 0,561a	5,6 ± 0,321a	7,8 ± 0,215a

Medias seguidas de letras desiguales difieren significativamente de ($p < 0,05$)

Los estudios realizados por Llonín y Medina, (2002) revelaron que la aplicación de las diferentes relaciones de nutrientes produjo en las plantas respuestas superiores a las obtenidas en el testigo sin fertilizar, encontrando los valores más altos con la adición de NPK, que aventajó significativamente al resto de los tratamientos. Se conoce que plantas con deficiencias de estos elementos producen brotes enanos, delgados y rígidos, por lo que, para la obtención de plántulas de calidad, es necesaria la aplicación de niveles apropiados de nutrientes minerales.

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 5), 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 CTA- Humus® combinado con la cepa de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), *Glomus cubense* ofreció una mejor respuesta para esta variable de crecimiento, en los dos momentos de medición.

Tabla 5. 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>			
	T1	T2	T3	T4
	Media	Media	Media	Media
	215,42d	235,78c	249,28b	263,61a
EEx	1, 183			

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

Un nivel adecuado de nitrógeno como el que proporciona el CTA-Humus® ayuda a promover el desarrollo de tejidos robustos y lignificados, así como la elongación tallo y crecimiento succulento de la parte aérea en etapas tempranas y de crecimiento rápido. Por el contrario, altos niveles de nitrógeno en el sustrato conllevan a un desbalance entre la parte aérea y la parte radicular, y de esta manera se produce una acumulación de este elemento en el tejido foliar (Villasmil *et al.*, 2022).

Análisis de la variable: Masa seca total

Al analizar la masa seca se evidencia que las plantas que fueron beneficiadas con la aplicación de CTA-Humus® 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.

Los resultados están influenciados por los nutrientes que aporta el CTA-Humus® 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, y con esto logra un equilibrio nutricional, mejorando la resistencia de las plantas a las condiciones adversas estresantes para el cultivo. El mayor crecimiento puede estar relacionado con el incremento de algunas sustancias del crecimiento, producto de la simbiosis.

Tabla 6. 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>			
	T1	T2	T3	T4
	Media	Media	Media	Media
	15,01c	18,66b	19,39b	23,83a
EEx	0, 104			

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

Por su parte, Luna- Ramírez *et al.*, (2010) determinó que los sustratos en general, en la acumulación de peso seco foliar, tallos y raíz no se determinó un efecto significativo de la interacción de las mezclas de sustratos con las fertilizaciones evaluadas

El sustrato usado para la obtención de posturas debe tener apropiada densidad aparente, pH, retención de agua y aireación, que generalmente se obtienen con la mezcla de diversos materiales, y para el abastecimiento de nutrimentos, se agregan soluciones nutritivas (Márquez y Betriz, 2019).

Análisis de la variable: Índice de calidad

La relación altura/ diámetro o índice de esbeltez (Tabla 7), 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 “complexión” media.

Los resultados el índice de Esbeltez muestran que las plantas producidas en este sistema de producción tienen una buena capacidad para almacenar los carbohidratos. 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.

Tabla 7. Efecto de los tratamientos evaluados para la variable

Índice de Esbeltez Momento del trasplante	Altura (cm)	Diámetro (mm)		(IE)
T1	31,85	6,10		5,22
T2	32,57	6,12		5,32
T3	38,49	6,01		6,40
T4	43,65	8,27		5,28
Índice Tallo/Raíz Momento del trasplante	Raíz (g)	Tallo(g)		(ITR)
T1	67,41	148,3		2,200
T2	78,50	156,5		1,994
T3	84,14	175,14		2,082
T4	92,10	171,7		1,864
Índice de Calidad de Dickson Momento del trasplante	Masa seca total (cm)	IE	ITR	(ICD)
T1	15,01	5,22	2,200	2,023
T2	18,66	5,32	1,994	2,551
T3	19,39	6,40	2,082	2,286
T4	23,83	5,28	1,864	3,336

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 a este indicador y sobre todo el crecimiento de la calidad de la planta.

El sistema actual de producción de viveros, las plantas producidas en contenedores cónicos o bloques de unicel 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 Rodríguez *et al.*, (2023) 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.

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 tendrían problemas de supervivencia.

Conclusiones

La aplicación de CTA-Humus® y *Glomus cubense* fueron determinantes en el crecimiento y vigor de las posturas de *Theobroma cacao* L., representadas en las variables fisiológicas evaluadas.

El estudio determinó que de las variantes estudiadas la aplicación de CTA-Humus® combinada con *Glomus cubense* es la más efectiva en la obtención de posturas de alta

calidad de cacao, representado en los mejores valores para las variables fisiológicas evaluadas y los índices de calidad determinados.

Recomendaciones

Extender la variante de aplicación combinada de *Glomus cubense* y CTA-Humus® a los productores de posturas de *Theobroma cacao*.

Bibliografía

- Azaharez, R. A., Díaz, A. P., González, C. B., & Espinosa, R. R. (2023). Benefits of local sources of nutrients and mycorrhizal inoculants in micrografts of *Theobroma cacao* L. *Cultivos Tropicales*, 44(4), cu-id.
- 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.
- Cárdenas Pardo NJ, Darghan A, Sosa Rico MD, Rodríguez A. 2017. Análisis espacial de la incidencia de plagas en diferentes genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en El Yopal (Casanare), Colombia. *Acta biol Colomb*. 22 (2): 209-220.
- Contreras, P. Y. 2017. Control fitosanitario en el cultivo de cacao CCN 51 con tres grupos de fungicidas sobre los problemas que afectan a su producción, en la zona de San Antonio, Cantón Pueblo- Viejo. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo) --Universidad Técnica de Babahoyo - Ecuador. 53 p.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11.1
- Ferrás-Negrín, Y., Bustamante-González, C. A., & Ortiz-Gómez, N. (2022). Pseudomonas en la emergencia de semillas y el desarrollo de posturas de cacao. *Agronomía Costarricense*, 46(1), 129-134.
- Hernández A., J. M. Pérez, D. Bosch y N. Castro. 2019. La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. *Rev. Cultivos Tropicales*. 40(1): a15-e15.
- Infante Palacios, C. A. 2019. Manejo integrado de los principales insectos-plagas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), en la zona de Mata de Cacao. Trabajo de Titulación (en opción al título de Ingeniero Agropecuario) --Universidad Técnica de Babahoyo – Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador. 29 p.

- Luna-Ramírez, Miguel Ramón. José Raymundo Enríquez del Valle, Vicente Arturo, Velasco y José Luis Chávez, Serbia. 2010. Efecto del sustrato y fertirriego en el crecimiento inicial de vitroplantas de Musa sp. cv. Roatán. *Naturaleza y Desarrollo*. 8 (2), 39p.
- Llonín Desirée y N. Medina. 2002. Nutrición mineral con N, P Y K en la simbiosis hongos micorrizógenos-tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN FERRALSOLS. *Cultivos Tropicales*, vol. 23, no. 4, p. 83-88.
- Marcello, C.M., A.S. Steindorff, S.P. Silva, R.N. Silva, L.A.M. Bataus, and C.J. Ulhoa.
- Márquez Rivero J.J. y María Beatriz Aguirre Gómez. 2019. Propagación del cacao en tubetes. Manual Técnico. Ediciones Acuario. ISBN 978-72-2658-1. 53p.
- Pérez-Díaz, A., Aranda-Azaharez, R., Rivera-Espinosa, R. A., Bustamante-González, C. A., & Pérez-Suarez, Y. (2023). Indicadores de calidad para posturas microinjertadas de *Theobroma cacao* inoculadas con hongos micorrízicos arbusculares. *Agronomía Mesoamericana*, 51102-51102.
- Sisalima-Ortega, L., Ruilova, V., & Capa-Morocho, M. (2023). Efecto de inoculación micorrízica en la etapa productiva del cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonía ecuatoriana. *Cedamaz*, 13(1), 17-24.
- Villarreal, I. A. C. (2022). Buenas Prácticas Agrícolas y manejo sostenible de los suelos en fincas productoras de cacao (*Theobroma cacao* L.), en el municipio de Tame, departamento de Arauca. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 7(1), 28-39.
- Villasmil Villasmil, R. I., Nava Luzardo, J. C., Páez, E. P., & Barrios, E. D. (2022). Efecto del Manejo Agroecológico sobre el Crecimiento de Plántulas de *Theobroma cacao* L. en Fase de Vivero. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia*, 45(1).