AGROPECUARIA

EVALUACIÓN DE BIOINSUMOS COMO ESTIMULANTES DE CRECIMIENTO EN INJERTOS DE CACAO (*Theobroma cacao L.)*

EVALUATION OF BIOINPUTS AS GROWTH STIMULANTS IN COCOA (*Theobroma cacao* L.) GRAFTS

Autores:

Campos–Ramos, Luis[1]
ORCID: 0009-0007-5967-2118

Acosta–Mata, Jesús[1]
ORCID: 0009-0007-6549-0222

Lara–Rodríguez, Leonardo[1]
ORCID: 0009-0008-6897-5548

Silva–Acuña, Ramón[2]
ORCID: 0000-0003-1235-9283

Romero–Marcano, Guillermo[2]
ORCID: 0000-0001-7324-4354

[1] Departamento de Ingeniería Agronómica. Universidad de Oriente, Venezuela

[2] Postgrado en Agricultura Tropical. Universidad de Oriente, Venezuela

***Corresponding Author:** guillermo.ro80@gmail.com

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar diferentes bioinsumos sobre el crecimiento en vivero de injertos de cacao (*Theobroma cacao* L.) de los cultivares 'Ocumare 61' y 'Porcelana', sobre patrones del cultivo 'Río Caribe', se realizó el estudio en la Hacienda San José, municipio Benítez, estado Sucre, Venezuela. El ensayo se estableció en un diseño de bloques al azar con un arreglo de parcelas divididas y cuatro repeticiones; los cultivares constituyeron la parcela principal y las subparcelas correspondieron a las unidades experimentales asperjadas con soluciones acuosas de *Aloe vera* (L.) Burm. f., *Moringa oleífera* Lam, agua de *Cocos nucifera* L. y humus líquido de *Eisenia foetida* Savigny, incluyendo testigo. Todos los bioinsumos actuaron como estimulantes, evidenciado a partir de los 49 días después de la injertación. La solución de moringa presentó los mejores indicadores de crecimiento, no usar bioinsumos produjo el menor desarrollo de los injertos.

ABSTRACT

To evaluate different bioinputs on the nursery growth of cacao (Theobroma cacao L.) grafts of the cultivars 'Ocumare 61' and 'Porcelana', grown on rootstocks of the Río Caribe cultivar, a study was conducted at Hacienda San José, Benítez municipality, Sucre state, Venezuela. The trial was established in a randomized block design with a split-plot arrangement and four replications; the cultivars constituted the main plot, and the subplots corresponded to the experimental units sprayed with aqueous solutions of *Aloe vera* (L.) Burm. f., *Moringa oleífera* Lam, *Cocos nucifera* L. water, and *Eisenia foetida* Savigny liquid humus, including a control. All bioinputs acted as stimulants, as evidenced from 49 days after grafting. The moringa solution presented the best growth indicators; not using bioinputs produced the lowest development of the grafts.

Palabras clave: Bioinsumos, agua de coco, extracto de moringa, extracto de sábila, humus líquido, cacao.

Key words: Bioinputs, coconut water, moringa extract, aloe vera extract, liquid vermicompost, cacao

Recibido: 22/10/2025 **Aprobado:** 19/06/2026

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo de importancia económica, social, ambiental, y particularmente cultural; representando para América el modo de vida de aproximadamente 150.000 agricultores, generando alrededor de 1.500.000 empleos directos en etapa de producción, procesamiento y comercialización (IICA, 2017); sin embargo, la alta incompatibilidad genética del cacao, limita los cruzamientos y la fecundación para la producción de frutos, exigiendo la reproducción asexual de clones individuales para obtener plantaciones más uniformes y compatibles (CATIE, 2012).

En tal sentido, la injertación es considerada como viable, utilizada y recomendada como un modelo productivo competitivo, impulsado por componentes tecnológicos, empresariales, ambientales y sociales (CNC, 2012). Tomando en cuenta el estrés que sufren las plantas durante el proceso de injertación y trasplante, este se puede mitigar empleando bioinsumos, incorporando una alternativa para mejorar la calidad del producto, adicionalmente, brinda tolerancia tanto a plagas como a enfermedades y agentes abióticos (Granados, 2015).

Es importante resaltar que las plantas aparte de requerir agua, luz solar y nutrimentos para crecer, también demandan elementos y compuestos como aminoácidos, enzimas y/o fitorreguladores que pueden suplirse mediante bioinsumos de origen natural, que están contenidos en agua de coco, hojas de moringa y pencas de sábila (Angulo, 2009; Jean *et al*., 2009; García, 2015 y García *et al*., 2020). Evidencia de esto son las experiencias prácticas con el uso de bioinsumos en países latinoamericanos, como Costa Rica y Perú, que han logrado atenuar, en plantaciones de cacao y café (*Coffea arabica* L.) bajo sistemas agroforestales, la temperatura, radiación, humedad relativa, velocidad del viento, evapotranspiración, entre otros factores, amortiguando así los cambios climáticos extremos que podrían afectar negativamente a estos cultivos (Moreira, 2015).

Adicionalmente, el posicionamiento del cacao, en los mejores mercados, depende de las cadenas comandadas por el comprador, quienes actualmente tienen mayor presencia en la producción agrícola, con exigencias de parámetros que regulan requisitos de calidad del producto, y parámetros de inocuidad de productos químicos y otros, empleados en el proceso de producción y conservación del mismo (Sosa Arencibia, 2018). En la bibliografía, Bioinsumos: Oportunidades de inversión en América Latina, que forma parte de la serie IK4I de la FAO, se examina la viabilidad económica, el potencial de inversión y los beneficios sociales y medioambientales de los bioinsumos agrícolas en la región; indicando que los bioinsumos agrícolas, productos derivados de plantas, vegetales, animales o microorganismos, suelen utilizarse como alternativas naturales a los productos agroquímicos sintéticos, teniendo la premisa que pueden mejorar la salud y estructura del suelo, fortalecer la sostenibilidad de los ecosistemas y minimizar impactos sobre la salud y el medio ambiente (FAO, 2025).

En este contexto, las empresas vinculadas con el proceso productivo, comercialización e industrialización del cacao, se involucran en proyectos que promueven la conservación de la biodiversidad, al igual que objetivos ambientales y sociales promovidos por organismos internacionales y organizaciones civiles preocupadas por el desarrollo económico y social; convirtiéndose en altas barreras de entrada para los productores, debido a las altas exigencias de estándares privados que constituyen la forma de regulación más importante para los productos de reconocida calidad, que el consumidor está dispuesto a pagar. Lograr insertar la actividad agrícola en la estructura de producción y comercialización, generalmente les permite a los productores gozar de acceso a beneficios asociados a estándares públicos. Por otro lado, algunas empresas vinculadas al cacao, ofrecen invertir parte de sus ganancias en la conservación de recursos naturales, en reforestación y en el cuidado de espacios para la protección de la biodiversidad (Sosa Arencibia, 2018).

Para Venezuela, el uso de bioinsumos en el cultivo de cacao no es frecuente, con limitado acceso a referencias. La escasa información genera la necesidad de investigaciones que puedan traer opciones accesibles al productor que sean amigables con el ambiente; teniendo el reto de aumentar la resiliencia a los múltiples riesgos relacionados con el cambio climático y el ambiente (IICA, 2015). Constituyendo el uso de bioinsumos una herramienta útil durante la fase de propagación de plantas, inclusive otras, que podrían asegurar la sostenibilidad del cultivo (CEPAL-FAO-IICA, 2015).

Por otro lado, la FAO (2025) sostiene, que, aunque el mercado regional de bioinsumos actualmente es relativamente pequeño, experimenta significativo crecimiento en los últimos años, aumentando el interés en la agroecología, la economía circular, la bioeconomía y la agricultura regenerativa. En tal sentido, países de América Latina y el Caribe, junto con socios financieros de la FAO, tales como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), promueven el uso de bioinsumos en algunos de sus proyectos agrícolas.

Diferentes experiencias han demostrado el potencial de bioinsumos de origen natural en la reproducción asexual de diferentes cultivos, experiencias con extracto acuoso foliar de moringa favoreció la etapa inicial de la aclimatación de la piña 'MD-2', determinado por la cantidad de las raíces de las plantas, además benefició el crecimiento de las plantas y no se apreció diferencias con respecto al uso de un enraizador comercial sintético (Pérez *et al*, 2019). La aplicación de gel sábila (*Aloe vera*), de acuerdo con Alvarado-Aguayo y Munzón-Quintana (2020) empleándolo como enraizante, evidencio ser una alternativa al fitorregulador comercial para propagar esquejes de ficus en viveros, por su parte García *et al*. (2020) corroboraron que para producir vitroplantas de plátano fue efectivo emplear concentraciones de 4 y 6% de extractos de sábila. Empleado como enraizador de esquejes de rosa roja mostro corto tiempo de enraizamiento, buen número y longitud de raíces, además de buena tasa de supervivencia (Cumara-Manami, 2025).

En cuanto al uso de agua de coco, para fertilización en la vainilla, en comparación a las aplicaciones de solo agua y un producto sintético, mostro ser una alternativa para reducir la aplicación de sustancias químicas y disminuir costos de producción, al ser aplicada al inicio de floración tiene efecto significativo en las dimensiones y peso de los frutos, pudiendo ser una alternativa orgánica para la nutrición e incremento del rendimiento en vainilla (Pérez-Orozco, 2021). Por otro lado, Patiño Torres (2011) evidencio el efecto del agua de coco sobre la brotación de cormos de *Dracontium grayumianum*, comportándose mejor que los cormos tratados con ácido giberélico y los no sometidas a los tratamientos inductores que no brotaron, situando a este recurso como alternativa altamente eficaz y de bajo costo, para estrategias de propagación vegetal de especies.

La aplicación del humus de lombriz en combinación con el jacinto de agua, evidenció mejor desarrollo del cultivo del pepino, al incrementar variables de la planta, al igual que en el fruto, respecto al control, con diferencias significativas en el rendimiento, mostrando un efecto bioestimulante (Reyes Pérez *et al*., 2017). Por otro lado, Borges *et al* (2014) señalan en su experiencia, que el humus líquido actúa como un promotor de crecimiento durante el aviveramiento de la morera (*Morus alba*), al favorecer por medios orgánicos, la obtención, adaptación y desempeño productivo de plantas listas para el trasplante a campo.

De acuerdo a lo antes expuesto, adicional a la necesidad de obtener plantaciones de cacao promisorias, más uniformes y con estándares de calidad exigidos por el mercado, además de tolerantes a estrés biótico y abiótico, a partir de prácticas agrícolas amigables con el ambiente, se desarrolló esta investigación con el objeto de evaluar el efecto estimulante de diferentes bioinsumos, en el prendimiento y desarrollo de injertos de cacao, con tratamientos a base de soluciones acuosas de gel de sábila, hojas de

moringa, agua de coco y humus líquido de lombriz roja californiana.

MÉTODO

Ubicación de la investigación

El experimento se realizó bajo cobertura de malla polisombra tipo rafia, proporcionando 80% de sombra, en el área de viveros de la Hacienda San José C.A., ubicada en el municipio Benítez del estado Sucre, Venezuela. Geográficamente se localiza a 63º10'36" LN y 10º33'42" LO y altitud de 54 m, en una zona de vida correspondiente al bosque seco tropical (BsT) (Ramis *et al*., 2020), con precipitación pluviométrica entre 1400 y 1500 mm; temperatura media anual entre 25 y 27 °C, y humedad relativa entre 65 y 70%.

Obtención y concentración de los bioinsumos

Para la preparación de la solución acuosa de extracto de sábila [*Aloe vera* (L.) Burm. f.] se tomaron 50 mg de gel extraído de hojas frescas y se licuaron en 500 ml de agua destilada; la mezcla fue tamizada y aforada a un litro de solución para una concentración de 5%. El extracto acuoso de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) se obtuvo licuando 200 g de hojas frescas de moringa, cortadas finamente, en 500 ml de agua destilada, tamizando la mezcla resultante y disminuyendo su volumen a un litro para obtener una concentración de 20%. García (2015) señala que la zeatina es una de las sustancias más activas en el extracto de moringa, pertenece a las citoquininas, aplicada de manera foliar como complemento de prácticas agrícolas razonables, logra efectividad adecuada en las plantas. Por otro lado, Pérez (2012) reporta para la moringa 17 aminoácidos en proporciones de $g.kg^{-1}$ de materia seca de extractos de las hojas: lisina 37,65; leucina 24,89; isoleucina 19,72; metionina 7,13; Cistina 3,54; Fenilalanina 24,27; tirosina 16,74; valina 23,49; histidina 11,09; treonina 19,14; serina 18,25; acido glutámico 47,03; acido aspártico 39,71; prolina 21,13; glicina 21,66; alamina 24,95; arginina 25,90; triptófano 15,28. Algunos son precursores de reguladores de crecimiento, favoreciendo el crecimiento de las plantas (García, 2015). Adicionalmente, Yasmeen *et al*. (2012) señalan que la alta presencia de ascorbatos, compuestos fenólicos, K y Ca, permite contar con una mezcla equilibrada de diversas sustancias, que promueven el crecimiento a partir de extractos de moringa.

La solución de agua de coco (*Cocos nucifera* L.) se preparó mezclando 150 ml de agua pura de coco, extraída de cocos tiernos, con 850 ml de agua destilada, para una concentración de 15%. Para el agua de coco, Jean *et al*. (2009) reportan que contiene los siguientes minerales y metabolitos, Ca: 27,35; Fe: 0,02; Mg: 6,4; P: 4,066; K: 20,37; Na: 1,75; Zn: 0,07; Cu: 0,01; Mn: 0,12; S: 0,58; Al: 0,07; B: 0,05; proteínas 0,12 y vitamina C 7,41 (en concentraciones de $mg.100\ g^{-1}$) así como también reguladores de crecimientos como: auxinas (IAA) 150,6; citoquininas 186,22; giberelinas 54,5; acido. abscísico 65,5; ácido salicílico (en concentraciones de nM).

El humus líquido de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* Savigny) se preparó diluyendo 100 ml del producto comercial denominado Humus-Plant's en 900 ml de agua destilada, resultando una solución al 10%. García *et al*. (2020) señalan que el extracto de *Aloe vera* contiene antraquinonas, carbohidratos como el aceman, emodina; enzimas como la catalasa, lipasa, oxidasa, compuestos inorgánicos como el K, P, Cu, Fe, compuestos orgánicos ácido salicílico, esteroides, 20 aminoácidos de los 22 conocidos; proteínas, lectinas, azúcares, manosa, glucosa, vitaminas B1, B2, B6, C; reguladores como, auxinas y giberelinas que favorecen la propagación de plantas al ser empleado como medio *in vitro* o estimulante *in vivo.*

Conducción del experimento

La injertación se realizó por la técnica de aproximación, usando yemas de los cultivares criollos ‘Ocumare 61’ y ‘Porcelana’, sobre patrones del cultivar trinitario ‘Río Caribe’. El sitio del injerto se protegió de la lluvia con una cinta plástica transparente (Figura 1).

Se emplearon varetas con medidas entre 8 y 10 cm de largo, obtenidas de plantas sanas y productivas de los cultivares criollos anteriormente mencionados (Figura 2).



Figura 1. Técnica de injertación por aproximación, con protección, empleando cinta plástica transparente.



Figura 2. Varetas seleccionadas de los cultivares 'Ocumare 61' (**A**) y 'Porcelana' (**B**), para la injertación

Previo al corte, la herramienta se desinfectó, con agua clorada al 30 % (300 $ml.l^{-1}$ de agua) de un producto comercial al 5,25% de hipoclorito de sodio. Los patrones del cultivar 'Río Caribe' seleccionados tenían tres meses de edad, con grosor de tallo entre 3 y 3,5 mm, tratados antes de la injertación, con aspersiones del fungicida Percussion® y el insecticida Kuik® en concentraciones de 30 $ml.l^{-1}$ y 30 $g.l^{-1}$ de agua, respectivamente. Posterior a la injertación no se realizó ningún tipo de tratamiento fitosanitario, para no constituir algún efecto sobre los injertos. El riego se realizó cada 2 o 3 días, dependiendo de la humedad contenida en el sustrato; el control de las arvenses se efectuó de forma manual en las bolsas, mientras que en los pasillos se realizó con escardilla y machete.

A los 21 días después de la injertación (DDI) se retiró las cintas plásticas que protegían los injertos (desatado o *untaping*), seguidamente se realizó la primera aspersión de los bioinsumos; en las concentraciones previamente establecidas y usando una asperjadora tipo costal, marca Bellota. Adicionalmente, se realizaron dos aspersiones a intervalos de 14 días, correspondientes a los 35 y 49 DDI. Durante las aplicaciones no hubo incidencia de lluvias y sin empleo de coadyuvante o adherente.

Variables cuantificadas

Las evaluaciones se realizaron a los 35, 49 y 63 DDI; la longitud de los injertos (cm) se determinó con una regla graduada flexible, desde la inserción o base del injerto hasta la yema terminal. El diámetro del injerto (mm) se cuantificó con un vernier digital marca Mitutoyo Absolute Digimatic®, a dos centímetros de su punto de inserción.

También se cuantificó el número de hojas del injerto, para determinar la longitud, anchura y área foliar se seleccionó la segunda hoja proximal del injerto. Con una regla graduada flexible se midió la longitud (cm) partiendo de la unión del peciolo al extremo del ápice de la hoja, y la anchura (cm) se midió con el mismo instrumento en la sección transversal más amplia de la lámina foliar. Para la cuantificación del área foliar del injerto, se emplearon medidas relacionadas; se dibujó la silueta de la segunda hoja del brote principal del injerto en papel milimetrado, se recortó con tijeras para determinar su área foliar y en una balanza analítica OHAUS Adventurer® se determinó su masa. De modo análogo, se recortó una sección de 1 cm^2 del papel milimetrado para registrar su masa. Finalmente, se calculó el área foliar (cm^2) por la relación de masas de acuerdo a la ecuación 1.

$$\boldsymbol{AF = \frac{(1cm^2)(MTHD\ g)}{(MCCM\ g)}} \qquad (1)$$

AF: Área foliar (cm^2).
1 cm^2: Área del papel milimetrado de referencia.
MTHD: masa total de las hojas dibujadas en el papel milimetrado.
MCCM: masa de 1 cm^2 de papel milimetrado (g)

Diseño experimental y análisis estadístico

Se empleó un diseño en bloques al azar, con arreglo de tratamientos en parcelas divididas. Las principales constituidas por los injertos de los cultivares 'Ocumare 61' y 'Porcelana' sobre patrones del cultivar 'Río Caribe', mientras que las subparcelas estuvieron conformadas por cinco diferentes tratamientos, de los cuales cuatro fueron aspersiones de las soluciones acuosas de sábila (5%), moringa (20%), agua de coco (15%) y humus líquido (10%), con un testigo sin aplicación; en total, el experimento constó de diez tratamientos con cuatro repeticiones, que requirieron de 40 unidades experimentales de 28 plantas cada una, para un total de 1.120 plantas injertadas.

Los valores obtenidos de las variables cuantificadas, fueron inicialmente sometidos a las pruebas de Shapiro-Wilk, para determinar la normalidad de los errores experimentales; como también a la prueba de Levene, para evaluar la homogeneidad de las variables. Seguidamente, se procedió a realizar los respectivos análisis de varianza, siendo que, las comparaciones entre tratamientos se realizaron mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Para todos estos cálculos se utilizó el programa estadístico InfoStat versión 2020 (Di Rienzo *et al*., 2020).

RESULTADOS

Longitud de los injertos

En la Tabla 1, se presenta el resumen de los valores de las pruebas de Shapiro-Wilk y de Levene, indicando distribución normal de los errores y varianzas homogéneas. Esta condición de parametricidad, permitió realizar un análisis varianza de los datos de cada variable. El respectivo análisis determinó a los 63 DDI, la existencia de diferencias estadísticas para la longitud de los injertos debido exclusivamente al uso de los bioinsumos. La longitud promedio de los injertos a los 35 y 49 DDI, tanto para los cultivares de cacao injertados, como para los bioinsumos empleados y su interacción, no mostraron respuesta diferencial.

Tabla 1. Resumen del análisis de varianza para la variable longitud de los injertos (cm) a los 35, 49 y 63 DDI

Fv	Gl	Cuadrados medios		
		DDI		
		35	49	63
Cultivares (Cul)	1	6,74^{ns}	1,17^{ns}	1,04^{ns}
Error (a)	3	4,96	3,61	7,22
Bioinsumos (Bio)	4	0,77^{ns}	8,03^{ns}	21,94*
Cul x Bio	4	0,56^{ns}	0,67^{ns}	3,68^{ns}
Bloques	3	17,64^{ns}	14,82^{ns}	17,89^{ns}
Error (b)	24	2,26	3,02	5,51
Shapiro Wilk		0,64^{ns}	0,92^{ns}	0,40^{ns}
Levene		0,96^{ns}	0,57^{ns}	0,24^{ns}
CV (%)		50,44	34,68	25,56

DDI: Días después de la injertación; * Significativo por la prueba de F ($p \leq 0,05$); ns= No significativo

La comparación de los bioinsumos por la prueba de Tukey (Tabla 2), a los 63 DDI para la longitud de los injertos, reportó para los tratamientos con extracto de sábila, extracto de moringa y agua de coco, la mayor longitud, siendo estadísticamente iguales entre sí, pero difieren del tratamiento testigo que presentó el menor largo. La aplicación con humus líquido representó una longitud intermedia entre los anteriores tratamientos.

Tabla 2. Valores promedio de la variable longitud del injerto (cm) de cacao, a los 63 DDI

Bioinsumos	Promedios de longitud* (cm)
	63 DDI
Extracto de sábila	10,44 a
Extracto de moringa	10,26 a
Agua de coco	10,20 a
Humus liquido	8,45 ab
Testigo	6,60 b
DMS	3,45

DDI: Días después de la injertación; *Valores promedios seguidos de letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

Diámetro y número de hojas del injerto

La Tabla 3, resume el análisis de varianza y las pruebas de Shapiro-Wilk y de Levene, de normalidad de los errores y homogeneidad respectivamente, para las variables en diámetro y número de hojas del injerto en las tres fechas de medición; indicando homocedasticidad para el análisis de varianza paramétrico. La prueba de F, demostró efectos significativos de los bioinsumos exclusivamente para el diámetro a los 49 y 63 DDI, respectivamente; mientras que, para el número de hojas en el injerto, sólo hubo efecto significativo a los 63 DDI.

Tabla 3. Resumen del análisis de varianza para las variables diámetro (mm) y número de hojas del injerto a los 35, 49 y 63 DDI

Fv	Gl	Cuadrados medios					
		Diámetro			Número de hojas		
		DDI			DDI		
		35	49	63	35	49	63
Cultivares (Cul)	1	0,85^{ns}	0,06^{ns}	0,01^{ns}	0,84^{ns}	0,01^{ns}	0,12^{ns}
Error (a)	3	0,83	0,36	0,58	1,34	0,13	0,20
Bioinsumos (Bio)	4	0,03^{ns}	0,65*	1,90*	0,25^{ns}	0,41^{ns}	1,18*
Cul x Bio	4	0,26^{ns}	0,02^{ns}	0,28^{ns}	0,46^{ns}	0,03^{ns}	0,31^{ns}
Bloques	3	2,44^{ns}	0,80^{ns}	0,84^{ns}	8,00^{ns}	1,24^{ns}	1,28^{ns}
Error (b)	24	0,31	0,18	0,33	0,91	0,15	0,22
Shapiro Wilk		0,86^{ns}	0,61^{ns}	0,15^{ns}	0,90^{ns}	0,49^{ns}	0,96^{ns}
Levene		0,35^{ns}	0,74^{ns}	0,32^{ns}	0,29^{ns}	0,18^{ns}	0,27^{ns}
CV (%)		43,44	19,85	19,17	49,92	14,14	14,52

DDI: Días después de la injertación; * Significativo por la prueba de F ($p \leq 0,05$); ns= No significativo

De acuerdo con la prueba de Tukey (Tabla 4), el mayor diámetro (mm) de los injertos a los 49 DDI se evidenció en la aplicación del humus líquido, difieren estadísticamente al resto de los tratamientos con bioinsumos, similares entre sí formando un grupo con diámetros intermedios y similares al testigo. A los 63 DDI, se observó mayores valores en los diámetros de los injertos tratados con la aplicación de los extractos de sábila, moringa y el agua de coco, funcionando de manera análoga las tres, y diferentes del testigo sin aplicación; mientras que el tratamiento con humus líquido se ubica entre estos. También a los 63 DDI, la comparación entre tratamientos para el número de hojas, indica que el extracto de moringa y el agua de coco alcanzaron los más altos promedios, con valores estadísticamente similares y diferentes al testigo, observándose valores intermedios para los tratamientos de extracto de sábila y humus líquido.

Tabla 4. Valores promedio de las variables diámetro (mm) a los 49 y 63 DDI, y número de hojas a los 63 DDI

Bioinsumos	Diámetro* (mm)		Número de hojas*
	DDI		
	49	63	63
Extracto de sábila	2,28 ab	3,13 a	3,35 ab
Extracto de moringa	2,32 ab	3,48 a	3,63 a
Agua de coco	2,05 ab	3,30 a	3,52 a
Humus liquido	2,33 a	2,86 ab	3,04 ab
Testigo	1,65 b	2,23 b	2,68 b
DMS	0,67	0,84	0,69

DDI: Días después de la injertación; *Valores promedios seguidos de letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

Longitud y ancho de la segunda hoja proximal en el injerto de cacao

La Tabla 5, resume las pruebas de Shapiro-Wilk y de Levene, de normalidad de los errores y homogeneidad de varianzas, respectivamente, tanto para la longitud (cm) como para el ancho (cm) de segunda hoja proximal al punto de injertación. Se evidencia el cumplimiento de los supuestos, para la realización del análisis de varianza paramétrico. La prueba estadística mostró efecto significativo de los bioinsumos, sobre la longitud y ancho de la segunda hoja proximal, tanto a los 49 como a los 63 DDI. No hubo ningún tipo de efecto a los 35 días para ambas variables.

Tabla 5. Resumen del análisis de varianza para la variable longitud (cm) y ancho (cm) de la segunda hoja proximal de los injertos a los 35, 49 y 63 días después de la injertación.

Fv	Gl	Cuadrados medios					
		Longitud (cm)			Ancho (cm)		
		DDI			DDI		
		35	49	63	35	49	63
Cultivares (Cul)	1	$1,25^{ns}$	$0,66^{ns}$	$5,10^{ns}$	$0,21^{ns}$	$0,30^{ns}$	$2,4x10^{-3ns}$
Error (a)	3	3,15	7,43	6,64	0,33	1,74	1,56
Bioinsumos (Bio)	4	$1,93^{ns}$	16,57*	58,25*	$0,34^{ns}$	2,71*	4,65*
Cul x Bio	4	$0,47^{ns}$	$2,85^{ns}$	$5,66^{ns}$	$0,04^{ns}$	$0,60^{ns}$	$0,52^{ns}$
Bloques	3	$12,09^{ns}$	$35,46^{ns}$	$25,27^{ns}$	$1,53^{ns}$	$4,95^{ns}$	$2,09^{ns}$
Error (b)	24	1,07	3,05	9,52	0,18	0,45	1,39
Shapiro Wilk		$0,37^{ns}$	$0,10^{ns}$	39,93	$0,40^{ns}$	$0,58^{ns}$	$0,23^{ns}$
Levene		$0,32^{ns}$	$0,11^{ns}$	$0,51^{ns}$	$0,10^{ns}$	$0,19^{ns}$	$0,10^{ns}$
CV (%)		58,34	39,93	30,04	66,44	33,18	31,63

DDI: Días después de la injertación; * Significativo por la prueba de F ($p \leq 0,05$); ns= No significativo.

La Tabla 6, muestra la comparación de los valores promedios, tanto en longitud como en ancho, de la segunda hoja proximal a la cicatriz del injerto, mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) para los 49 y 63 días DDI. A los 49 DDI se observa que el extracto de moringa difiere estadísticamente del testigo y presenta la mayor longitud; mientras que, a los 63 DDI los extractos de sábila, de moringa y el agua de coco, muestran la mayor longitud, similares estadísticamente entre ellos y difieren del tratamiento testigo. Para el ancho de la hoja, se observa a los 49 DDI, que los tratamientos a base de sábila, moringa y agua de coco, mostraron los mayores promedios, siendo similares estadísticamente entre sí, y a su vez difieren del testigo. A los 63 DDI, las anchuras de las hojas en los injertos tratados con extracto de moringa y agua de coco fueron superiores al resto, con promedios estadísticamente similares y, al mismo tiempo, diferentes del testigo sin tratamiento. El extracto de sábila y el humus líquido, presentaron valores intermedios y similares entre ellos.

Tabla 6. Valores promedio de las variables longitud (cm) y ancho (cm) de la segunda hoja proximal del injerto a los 49 y 63 días después de la injertación.

Bioinsumos	Longitud* (cm)		Ancho* (cm)	
	DDI			
	49	63	49	63
Extracto de sábila	4,61 ab	11,22 a	2,18 a	4,08 ab
Extracto de moringa	6,21 a	12,41 a	2,50 a	4,20 a
Agua de coco	4,74 ab	12,05 a	2,38 a	4,32 a
Humus liquido	4,67 ab	9,92 ab	2,02 ab	3,58 ab
Testigo	2,21 b	5,76 b	1,04 b	2,46 b
DMS	2,57	4,54	0,98	1,73

DDI: Días después de la injertación; *Los valores promedios seguidos de letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Área foliar de los injertos

Los promedios del área foliar (cm^2) de los injertos, manifiestan distribución normal de los errores y homocedasticidad de acuerdo a las pruebas de Shapiro-Wilk y de Levene. El análisis de varianzas señala, que para los 49 y 63 DDI existieron diferencias estadísticas significativas del área foliar debido únicamente a los tratamientos con bioinsumos (Tabla 7).

Tabla 7. Resumen del análisis de varianza para la variable área foliar (cm^2) de las hojas de los injertos a los 35, 49 y 63 días después de la injertación.

Fv	Gl	Cuadrados medios		
		DDI		
		35	49	63
Cultivares (Cul)	1	$1,91^{ns}$	$0,40^{ns}$	$3137,15^{ns}$
Error (a)	3	5,73	31,78	1333,73
Bioinsumos (Bio)	4	$36,06^{ns}$	155,10*	11438,84*
Cul x Bio	4	$25,47^{ns}$	$62,76^{ns}$	$819,95^{ns}$
Bloques	3	$140,78^{ns}$	$256,43^{ns}$	$5583,37^{ns}$
Error (b)	24	20,32	45,05	925,47
Shapiro Wilk		$0,58^{ns}$	$0,96^{ns}$	$0,13^{ns}$
Levene		$0,55^{ns}$	$0,72^{ns}$	$0,11^{ns}$
CV (%)		104,10	67,47	39,30

DDI: Días después de la injertación; * Significativo por la prueba de F ($p \leq 0,05$); ns= No significativo.

La comparación de promedios para área foliar (cm^2) a los 49 y 63 DDI (Tabla 8); reporta para la primera fecha, que el extracto de moringa difirió del testigo y obtuvo los promedios más altos del área foliar; con respecto al resto de los tratamientos presentaron área foliar intermedia no difiriendo entre sí. A los 63 DDI, tratamientos de extracto de sábila, moringa, agua de coco y humus se comportaron análogamente, diferenciándose del testigo que presento área foliar más baja.

Tabla 8. Valores promedio de las variables área foliar (cm^2) del injerto a los 49 y 63 días después de la injertación.

Bioinsumos	Área foliar (cm^2)	
	DDI	
	49	63
Extracto de sábila	9,92 ab	94,26 a
Extracto de moringa	15,87 a	108,22 a
Agua de coco	10,66 ab	102,46 a
Humus liquido	9,81 ab	65,73 a
Testigo	3,47 b	16,40 b
DMS	9,88	44,81

DDI: Días después de la injertación; *Los valores promedios seguidos de letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

DISCUSIÓN

Longitud de los injertos

Los resultados reportados indican, que todos los bioinsumos indujeron mayor alargamiento de los injertos en comparación con no usarlos, y este efecto solo pudo evidenciarse a los 63 días después de la injertación (DDI), sin que antes se encontraran diferencias entre bioinsumos, ni entre estos y el testigo. El extracto de sábila fue el que produjo los injertos más largos con un promedio de 10,44 cm, aunque estadísticamente fue similar a las longitudes alcanzadas con el uso del extracto de hojas frescas de moringa y el agua de coco, que registraron 10,26 y 10,20 cm respectivamente, para un promedio de 10,30 cm.

Una mejor respuesta obtuvo Vergara (2017), al medir la longitud de injertos de parche y púa lateral en clones de CCN-51 e IMC-67 tratados con metalosato de zinc, encontrando que a los 30 DDI no hubo ningún tipo de diferencia estadística entre estos y la longitud promedio fue de 12,47 cm.

No obstante, a los 45 DDI sí se observó diferencias, ya que los injertos de púa lateral, tanto del clon CCN-51 como del IMC-67, fueron estadísticamente superiores al resto y similares entre sí, con longitudes de 14,63 y 13,94 cm respectivamente; en ese mismo orden los injertos de parche alcanzaron los 12,69 y 12,31 cm. La reproducción tipo púa lateral de CCN-51 e IMC-67 también fueron análogos y estadísticamente mayores a los 60 DDI, con 15,75 cm y 14,85 cm respectivamente, mientras que en ese mismo orden, sin diferencia significativa entre sí, los injertos de parche de ambos clones presentaron longitudes de 13,13 y 12,75 cm. Resalta que en esa investigación también se evaluó la aplicación de metalosato de magnesio a los injertos, indicando que siempre produjeron longitudes estadísticamente inferiores al metalosato de zinc; sin embargo, es importante resaltar que a los 60 DDI, sin diferencia significativa entre clones ni técnica de injertación, la longitud promedio de los injertos tratados con metalosato de magnesio fue de 8,76 cm, valor que es inferior al promedio de 10,30 cm alcanzados por los injertos tratados en este experimento con extracto de moringa, agua de coco y extracto de sábila, los cuales resultaron ser estadísticamente similares y superiores de los demás tratamientos a los 63 DDI.

Por otro lado, Navas (2013), evaluando bioinsumos orgánicos en el comportamiento fenológico de clones de cacao en vivero, encontró que en injertos de cacao CCN-51, no se detectaron diferencias significativas entre las longitudes alcanzadas a los 15 días de haber aplicado los productos comerciales Algar Plus, Jisamar y Biotek, estimando un promedio general de 15,38 cm.

La experiencia de Ramírez y Zambrano (2021) al medir la longitud de la vareta (cm) del injerto CCN-51 a los 20 días, después de haber aplicado algas marinas en soluciones acuosas a diferentes concentraciones, no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y señalaron un promedio general de 10,82 cm para las varetas injertadas. Para el día 30 el tratamiento a base de algas marinas, en solución a concentración de 25 $ml.2L^{-1}$ presentó varetas de 12,49 cm, que fueron estadísticamente mayores al resto de los tratamientos, mientras que a los 40 días esa misma concentración de algas marinas, registró los injertos más largos con 13,93 cm, pero esta vez sin diferencia estadística con los demás tratamientos para un promedio general de 12,41 cm.

Asimismo, Casaverde (2014), evaluando diluciones acuosas de los bioestimulantes comerciales Aminovigor Premium (5 $ml.l^{-1}$), Agrobiol (10 $ml.l^{-1}$), Fertiprotec (5 $ml.l^{-1}$) y Phyllum (2,5 $m\,l.l^{-1}$) sobre injertos del clon CCN-51, encontró a los 63 DDI, que las longitudes alcanzadas por los injertos tratados con los bioinsumos fueron estadísticamente similares entre sí, y superiores al testigo no tratado, siendo que los bioinsumos comerciales promediaron 25,57 cm, mientras que el testigo alcanzó 19,96 cm. Estos resultados difieren en su magnitud a los alcanzados en este experimento, pero coinciden en el efecto positivo que tuvo el uso de los bioinsumos respecto a no aplicarlos. Las

longitudes del injerto reportadas por estos autores, fueron superiores a las referidas en esta investigación; sin embargo, no se puede obviar que en todas esas experiencias se utilizaron productos comerciales, algunos de origen sintético, que generalmente son enriquecidos con otros componentes como nutrimentos, aminoácidos, fitorreguladores, microorganismos, entre otros que potencian su efecto y favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas. Adicionalmente también es destacable el hecho de que los materiales genéticos mencionados por esas investigaciones, IMC-67 y CCN-51, son de alta rusticidad y vigor, así como de gran resistencia a condiciones adversas; que constituyen atributos funcionales que sugieren su cercanía parental con el grupo de los forasteros. Contrariamente, los cultivares "Ocumare 61" y "Porcelana", usados como injertos en esta experiencia, pertenecen al grupo de los cacaos criollos venezolanos, caracterizados por su bajo vigor, delicadeza y alta susceptibilidad a condiciones adversas; por su parte, el cultivar 'Río Caribe', utilizado como patrón o portainjerto, forma parte de los cacaos trinitarios finos del oriente de Venezuela, con probadas características y atributos que también lo emparentan más hacia la genética de los cacaos criollos.

Las particularidades señaladas en cuanto a la genética de los cultivares y a la naturaleza de los productos utilizados, no pueden dejar de considerarse al momento de las comparaciones.

A diferencia de los autores antes mencionados, Chevez (2020), usando humus líquido y biofertilizante biol en injertos de CCN-51, observó que a los 30 días el testigo sin tratamiento tuvo la menor longitud con 5,98 cm y los materiales tratados con humus líquido, el mayor largo con 9,72 cm, mientras que 9,12 cm fue la longitud de los materiales que recibieron bio-fertilizante biol; en ambos casos la concentración de los bioinsumos fue de 150 $ml.l^{-1}$ de agua. Estos resultados se asemejan a los promedios reportados en esta investigación, pudiendo atribuirse a lo referido con anterioridad, sobre la naturaleza de los productos usados que fueron de procedencia orgánica no comercial.

Diámetro y número de hojas del injerto

Los bioinsumos produjeron a partir de los 49 DDI mayores diámetros comparativamente con los injertos no tratados, destacando para ese momento los materiales asperjados con humus líquido que lograron un grosor promedio de 2,33 mm, estadísticamente superior al testigo. No obstante, a los 63 DDI el extracto de moringa superó a todos los demás bioinsumos alcanzando un diámetro de 3,48 mm que fue estadísticamente superior al testigo además de similar a los 3,30 y 3,13 mm de los injertos asperjados con agua de coco y extracto de sábila respectivamente.

Las diferencias estadísticas entre los promedios de número de hojas de los injertos, debido al uso de los bioinsumos solo pudieron ser observadas a los 63 DDI. El tratamiento a base de extracto acuoso de hojas frescas de moringa, sobresalió nuevamente al producir, en este caso con 3,63, el mayor promedio de hojas en los injertos, valor que resultó estadísticamente similar a las 3,52 hojas de los materiales tratados con el agua de coco, pero diferente al promedio de 2,68 de las plantas no tratadas.

Al respecto, Casaverde (2014) a los 63 DDI encontró diferencias significativas entre el diámetro de clones CCN-51 tratados con productos comerciales respecto de los que no recibieron tratamiento; los tratamientos, sin diferencias significativas entre ellos, promediaron 6,06 cm mientras que el testigo alcanzó 5,04 cm de grosor. Estos valores son superiores al mayor valor de 3,48 cm alcanzado por el extracto de moringa en esta experiencia a los 63 DDI.

Por su lado, Navas (2013) indica que a los 15 días después de aplicar los bioinsumos comerciales Algar Plus, Jisamar y Biotek, no encontró diferencia estadística en los diámetros alcanzados por injertos de CCN-51, registrando un promedio general de 4,40 mm. Así mismo, señala que, a los 45 días, cuando midió el grosor de injertos de CCN-51 y EET-103, tampoco encontró diferencias estadísticas debidas a los productos comerciales usados, o a los clones de cacao, estimando un promedio general de 5,90 mm para ese momento.

La experiencia de Ramírez y Zambrano (2021), efectuando aplicaciones de diferentes soluciones de algas marinas sobre varetas injertadas de CCN-51, incluyendo un testigo sin aplicación, registró valores para el diámetro de los injertos en un rango de 2,60 a 3,54 cm a los 20, 30 y 40 días después de las aplicaciones, sin que los datos dieran evidencia de alguna diferencia estadística entre tratamientos.

Los diámetros alcanzados a los 63 DDI durante esta investigación por efecto de las aspersiones de extracto de moringa (3,48 cm), agua de coco (3,30 cm) y extracto acuoso de sábila (3,13 cm), se encuentran dentro del rango de diámetros reportados por Ramírez y Zambrano (2021) en su experiencia con algas marinas; sin embargo, destaca que en este caso los bioinsumos si promovieron diámetros estadísticamente superiores al testigo a partir de los 49 DDI, lo que no ocurrió con el empleo de esas algas.

Por su parte, Vergara (2017), usando sustancias sintéticas como lo son el metalosato de zinc y metalosato de magnesio, detectó diferencias estadísticas tempranas, a los 30 DDI para el diámetro de injertos de los clones CCN-51 e IMC-67 injertados por púa lateral y parche, discrepancias también observadas a los 45 y 60 DDI. En las tres fechas de evaluación, el metalosato de zinc aplicado sobre injertos de púa logró los mayores grosores, 7,3 mm en CCN-51 y 7,0 mm en IMC-67 a los 30 DDI; 7,8 mm en CCN-51 y 7,7 mm en IMC-67 a los 45 DDI, y 8,40 mm para ambos clones a los 60 DDI. El metalosato de magnesio por su parte, para ambos clones y tipos de injerto, registró diámetros que variaron de 6,0 a 8,20 mm desde los 30 hasta los 60 DDI.

En referencia al número de hojas por injerto, Vergara (2017) encontró diferencias significativas, donde los injertos de púa lateral del clon CCN-51 tratados con metalosato de magnesio registraron los promedios más elevados con 5,63 a los 30 DDI, 6,38 a los 45 DDI y 7,13 a los 60 DDI; en cada oportunidad estos valores fueron estadísticamente similares a los promedios de los tratamientos con metalosato de zinc, sin importar el tipo de injerto y el clon. Por el contrario, los promedios más bajos de número de hojas en los injertos, fueron para los tratados con metalosato de magnesio en púa lateral del clon IMC-67 y de parche en el clon CCN-51.

En el trabajo realizado por Ramírez y Zambrano (2021) no se evidenció diferencias significativas en el promedio de hojas a los 20, 30 y 40 días en clones de CCN-51 tratados con soluciones de algas marinas, estimando en secuencia promedios de 3,63; 6,61 y 7,06 hojas por injerto. A pesar de no existir diferencias, el tratamiento de algas marinas a concentración de 10 $ml.2l^{-1}$ produjo el mayor número de hojas a los 20 y 30 días con medias de 4,06 y 7,60; mientras que a los 40 días el mismo tratamiento junto al de concentración de 25 $ml.2l^{-1}$ lograron el más elevado promedio con 7,76. Comparando con los datos obtenidos en este ensayo, se observa que las 3,63 hojas por injerto obtenidas con el tratamiento de extracto de moringa a los 63 DDI, el más alto estadísticamente de esta investigación, es el mismo valor promediado a los 20 días por Ramírez y Zambrano (2021); sin embargo, es notoria su diferencia con los promedios generales y medias de tratamiento señaladas para los 30 y 40 días en los injertos tratados con algas marinas.

La experiencia de Casaverde (2014) evidenció diferencias significativas a los 63 DDI en el número de hojas por injerto, con mayor promedio en los tratamientos del producto Agrobiol asperjado en concentración de 10 $ml.L^{-1}$ en injertos de CCN-51, con un valor de 4,26 superior a las 3,48 del testigo, y similar a las 4,09 del tratamiento a base de Aminovigor Premium en concentración de 5 $ml.l^{-1}$. Destaca que el promedio de 3,63 hojas, logrado a partir del extracto acuoso de moringa en injertos de clones de poco vigor como lo son 'Porcelana' y 'Ocumare 61', fue mayor que el obtenido por el tratamiento testigo de Casaverde (2014), para el clon CCN-51. Ambas experiencias coinciden en el efecto diferencial significativo de usar bioinsumos, contra no usarlos.

Por su parte, Chevez (2020), indica que a los 30 días observó diferencias significativas para el

número de hojas del injerto CCN-51, cuando se le aplicó humus líquido (150 ml.l^{-1}), alcanzando el promedio más alto con 2,20 hojas por injerto, mientras que la media más baja de 1,20 hojas por injerto, se observó con biol (100 ml.L^{-1}). Al cotejar esa información con los resultados de esta experiencia, se evidencia que Chevez (2020), a pesar de señalar diferencias significativas entre los tratamientos a los 30 días, reportó promedios menores a las 2,78 hojas por injerto, obtenidas sin diferencia estadística en esta investigación a los 35 DDI, evidenciando una proximidad entre los resultados, que no se observa con las medias reportadas por los otros autores, y como se mencionó anteriormente, tendría su explicación en el origen de las sustancias usadas y la respuesta diferencial por la genética del material experimental.

Longitud y ancho de la segunda hoja proximal en el injerto de cacao

Debido al uso de los bioinsumos, tanto el largo como el ancho de la segunda hoja proximal del injerto mostraron diferencias estadísticas en sus valores. Para los 49 DDI, con respecto a la longitud, se evidenció que el extracto de moringa se diferenció estadísticamente del resto de los tratamientos con una media de 6,21 cm, situación de superioridad que se repitió alcanzando 12,41 cm a los 63 DDI, pero esta vez, compartiendo similitud estadística con los resultados obtenidos para el agua de coco y el extracto de sábila. El ancho de hoja proximal a los 49 DDI, con mayor promedio fue observado para el tratamiento a base del extracto de moringa con 2,50 cm, estadísticamente similar a los tratamientos de solución de agua de coco y el extracto de sábila. A los 63 DDI los injertos tratados con solución acuosa de agua de coco presentaron el mayor ancho de la segunda hoja proximal con promedio de 4,32 cm, compartiendo similitud estadística con la media de 4,20 cm producida por el extracto de moringa.

En relación a la longitud de las hojas, Casaverde (2014) señala la existencia de diferencias significativas a los 63 DDI en el largo de las hojas de los injertos de CCN-51 asperjados con bioinsumos comerciales. El producto Agrobiol (10 ml.L^{-1}) obtuvo un largo promedio de 25,05 cm, estadísticamente superior al testigo con 17,35 cm, pero similar a lo registrado por el bioinsumo Phyllum (2,5 ml.L^{-1}) con 24,16 cm. Todos los bioinsumos tuvieron mejor desempeño que el testigo, de manera similar a lo ocurrido en este experimento; sin embargo, la máxima longitud de 12,48 cm lograda por el extracto acuoso de moringa está muy por debajo de las medidas alcanzadas en la experiencia de Casaverde (2014).

Por su parte, Ramírez y Zambrano (2021) no encontraron a los 20 y 30 días diferencias estadísticas en injertos de CCN-51, tratados con algas marinas; señalando promedios generales de 6,40 cm y 9,05 cm respectivamente; sin embargo, a los 40 días si se produjeron diferencias significativas entre estas longitudes con el tratamiento de algas marinas 25 ml. 2L^{-1} registrando el mayor largo de hoja con 12,56 cm; que es muy cercano a los 12,41 cm alcanzados por el tratamiento de extracto acuoso de hojas de moringa que fue el mayor promedio reportado a los 63 DDI.

En la experiencia de Vergara (2017), con clones de cacao CCN-51 e IMC-67, midió la longitud de la segunda hoja del injerto, encontrando diferencias significativas debido a que el injerto de parche realizado en el clon IMC-67 que se trató con metalosato de zinc registró las mayores longitudes a los 30 y 45 días con valores de 15,19 y 15,56 cm, seguido en ambas oportunidades por la técnica de púa lateral del clon CCN-51 que fue tratado con el mismo compuesto y logró longitudes de 14,69 y 15,44 cm respectivamente. A los 60 días también se manifestaron diferencias estadísticas que tuvieron, en estos mismos tratamientos con metalosato de zinc, las mayores longitudes de hoja, pero esta vez de manera inversa, con valores de 16,13 cm para el injerto de púa lateral de CCN-51 y 15,81 cm para el injerto de parche en IMC-67.

De manera general, las longitudes reportadas por estos investigadores son marcadamente superiores a los encontrados en este experimento; sin embargo, se puede acotar que solamente las longitudes del injerto de parche de IMC-67,

tratado con metalosato de magnesio, tomadas en los tres momentos de evaluación indicados, y la del injerto de púa lateral de ese mismo clon y tratamiento químico a los 30 DDI; presentaron valores que podrían considerarse parecidos al obtenido por el extracto de moringa a los 63 DDI.

Con relación al ancho, Ramírez y Zambrano (2021), no encontraron diferencias estadísticas a los 20 y 30 días después de la aplicación de algas marinas en diferentes concentraciones; mostrando promedios generales entre los tratamientos de 2,37 cm y 3,73 cm respectivamente. Por el contrario, a los 40 días sí se observaron diferencias significativas debido a que las aspersiones acuosas de algas marinas a concentración de 25 $ml.2l^{-1}$ registraron el mayor ancho, 4,16 cm, en comparación a la menor anchura del tratamiento testigo que alcanzó 3,03 cm. El resto de tratamientos presentó anchuras intermedias, el ancho de 4,16 cm medido a los 40 días por Ramírez y Zambrano (2021), con el uso de algas marinas, fue superior al máximo alcanzado en este experimento, siendo de 2,50 cm a los 49 DDI mediante el uso del extracto de moringa; aunque, está por debajo de los 4,32 cm registrados por el mejor reportado a los 63 DDI, obtenido a partir de la solución de agua de coco. Ambas experiencias comparten la observancia de diferencias significativas a partir de los 40 días.

Por su parte, Vergara (2017) halló que a los 30 días el injerto de púa lateral realizado en el clon IMC-67 y asperjado con solución de metalosato de zinc alcanzó el mayor ancho de hojas con 6,06 cm; estadísticamente superior al registrado por el injerto de púa lateral en CCN-51 con ancho de 4,75 cm, tratado con metalosato de magnesio, mientras que el resto de tratamientos se ubicó con valores intermedios a los mencionados. A los 45 días el injerto de púa lateral en CCN-51 reportó el mayor ancho con 7,06 cm, estadísticamente igual a los 6,75 cm presentados por el mismo tipo de injerto para el clon IMC-67, ambos tratados con metalosato de zinc. Consecutivamente, a los 60 días, Vergara (2017) señala que los injertos de púa lateral, indistintamente del clon y el compuesto químico asperjado, fueron los que presentaron las mayores anchuras con rango de 7,38 a 7,75 cm; resalta de manera general, que en todas las fechas de observación e indistintamente del clon, el metalosato de zinc y la técnica de injerto en púa lateral tendieron a producir valores mayores de ancho en las hojas, cuando se compararon con los registrados para los injertos de parche tratados con metalosato de magnesio. Los hallazgos de este autor, encontró las mayores anchuras a los 60 días, evidentemente superior al mejor ancho de 4,32 cm encontrado para esta experiencia, en el tratamiento con la solución de agua de coco a los 63 DDI, aproximado al ancho reportado por Vergara (2017), a los 30 días en la técnica de púa lateral y tratado con metalosato de magnesio.

Área foliar de los injertos

El área foliar de los injertos, manifestó efecto diferencial a partir de los 49 DDI, para ese momento el tratamiento con extracto de moringa fue estadísticamente superior del testigo, logrando la mayor superficie foliar con 15,87 cm^2, mientras que el extracto de sábila, el agua de coco y el humus, presentaron valores intermedios y estadísticamente similares entre sí, con área foliar que promediaron 10,13 cm^2 con rango de 9,81-10,66 cm^2. A los 63 DDI, el extracto de moringa se mantuvo como el tratamiento de mayor área foliar con 108,22 cm^2; para esta fecha se conformó con el resto de los bioinsumos un grupo estadísticamente similar y superior en su conjunto al testigo sin tratamiento, con un promedio de 92,67 cm^2 y un rango de 65,73-108,22 cm^2.

La experiencia de Cárdenas *et al*. (2010), midiendo el efecto del ácido giberélico (AG3) y la 6-bencilaminopurina (6BAP), sobre el desarrollo de yemas en injertos de cacao, no evidenció diferencias significativas en el desarrollo del área foliar de clones ICS-95 y CCN-51, a partir de las concentraciones empleadas; sin embargo, reportó que la 6BAP a 15 $mg.l^{-1}$, obtuvo la mejor respuesta a los 18 días después de la aplicación (dda), con 150 cm^2 para el clon ICS-95 y 200 cm^2 para el clon CCN-51. Se detectó diferencias entre concentraciones de AG3 y 6BAP, 30 dda, siendo el tratamiento de 10 mg $AG3.L^{-1}$ quien ofreció la mejor respuesta para el

clon CCN-51 con 290 cm^2 e injertos de IMC-67 con 380 cm^2.

El área foliar reportada por todos los autores, fueron considerablemente superiores a los encontrados en esta investigación, diferencia que puede atribuirse a que Cárdenas *et al*. (2010) emplearon sustancias con probada actividad sobre el crecimiento de las plantas; adicionalmente, se aplicó en concentraciones superiores a las que normalmente son empleadas, para este y otros fitorreguladores, y que pudieran encontrarse en las diluciones de los bioinsumos incluidos para el presente estudio. Así como también, el hecho que se utilizaron los clones ICS-95 y CCN-51, altamente vigorosos y emparentados a los grupos forasteros, en contraste a los clones 'Porcelana' y 'Ocumare 61', quienes son de bajo vigor, que probablemente influyó en la diferencia comparativa, que se observa entre las áreas foliares reportadas.

Por su parte, Romero (2019) trabajando con injertos de IMC-67 y los bioinsumos comerciales Zobaraminol y Aminofarm, evidenció diferencias significativas a los 30 días, donde las aplicaciones de Zoberaminol (20 $ml.20l^{-1}$) reportaron área foliar de 92 cm^2, superiores a las obtenidas con aplicaciones de Aminofarm (50 $ml.20l^{-1}$) con un promedio de 70 cm^2. Estos resultados son muy superiores a los reportados para este trabajo a los 49 DDI; aunque están por debajo de los señalados a los 63 DDI para tratamientos a base de extracto de moringa, el agua de coco y el extracto de sábila. El efecto más inmediato de los bioinsumos comerciales usados por Romero (2019), podría relacionarse con el conocido enriquecimiento a base de nutrimentos, fitorreguladores, aminoácidos y otros bioestimulantes, que reciben estos productos durante su proceso de fabricación, sin dejar de lado la citada respuesta diferencial, atribuible al componente genético los materiales evaluados en cada caso.

Los resultados de esta investigación revelan que los bioinsumos orgánicos de origen natural, favorecieron siempre el desarrollo del injerto y más notable con respecto al testigo; adicionalmente, el extracto a base de hojas frescas de moringa presentó el mejor desempeño en la mayoría de las variables y fechas evaluadas, siendo notable su intervención en el crecimiento de las plantas. De acuerdo con García (2015) el extracto de moringa contiene zeatina, la cual es parte del grupo de las citoquininas que, aplicada de manera foliar como complemento de otras prácticas agrícolas, ayuda a lograr una efectividad adecuada en las plantas. A su vez, Lira (2013) indica que la zeatina, al ser una citoquinina, interviene en el crecimiento y la división celular, e interactúa con las auxinas en la inducción y promoción de la formación de órganos, así como en la producción de raíces.

En última instancia, los resultados obtenidos en esta experiencia a los 49 y 63 DDI, evidencian de manera general el efecto positivo de los bioinsumos sobre las variables estudiadas en los injertos, existiendo diferencias respecto a las otras investigaciones en cuanto a dimensiones reportadas y momentos en los que se lograron dichas medidas; que se atribuyen a la naturaleza de las sustancias utilizadas, con enriquecimiento exógeno de los bioinsumos comerciales, que potencian su capacidad estimulante-crecimiento; adicionalmente la respuesta genética diferencial de los clones involucrados en las investigaciones. En cuanto esta última característica, conviene considerar lo señalado por MINAGRI (2016), respecto a que los árboles criollos y acriollados, como es el caso de los cultivares 'Ocumare 61' y 'Porcelana', son débiles y de lento crecimiento (Figuras 3 y 4), ya que presentan bajo rendimiento y suelen ser más susceptibles a enfermedades y plagas que otros cultivares; en contraste, los cultivares como el CCN-51, ICS-95 o IMC-67, son reconocidos por su crecimiento rápido y vigoroso, mayor autocompatibilidad, productividad precoz, resistencia a condiciones adversas y a los enemigos naturales.

CONCLUSIONES

Se evidenció que el uso de los bioinsumos, promovió el crecimiento de los injertos a partir de los 49 días después de la injertación, siendo el efecto sostenido y más perceptible a los 63 días; donde el extracto acuoso de moringa produjo los mejores indicadores de crecimiento. Los tratamientos con extracto de sábila y el agua

de coco tierno, se presentaron como opciones viables de menor efectividad; el humus de lombriz fue de más bajo impacto. Se determinó que no usar bioinsumos produjo menores indicadores de crecimiento.



Figura 3. Evolución de crecimiento del cultivar 'Ocumare 61' a los 35 (A), 49(B) y 63 (C) días después de la injertación



Figura 4. Evolución de crecimiento del cultivar 'Porcelana' a los 35 (A), 49(B) y 63 (C) días después de la injertación

REFERENCIAS

Alvarado-Aguayo, A. y Munzón-Quintana, M. (2020). Evaluación de la efectividad de gel de sábila y agua de coco como enraizantes naturales en diferentes sustratos para propagación asexual de árboles de *Ficus benjamina.* Agronomía Costarricense 44 (1). Obtenido de: http://dx.doi.org/10.15517/rac.v44i1.40002

Angulo, F. (2009) *Evaluación de cuatro bioestimulantes comerciales en el desarrollo de plantas injertas de cacao (Theobroma cacao L.)*. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/319 99.pdf.

Borges, Jorge A.; Barrios Mariana; Chávez, Argenis y Avendaño, Romelio. (2014). Efecto de la fertilización foliar con humus líquido de lombriz durante el aviveramiento de la morera (Morus alba L.) Bioagro 26 (3). Obtenido de: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612014000300004

Cárdenas, J. Álvarez, J. Barragán, E. Rivera, C. (2010) Efecto del ácido giberélico y la 6-bencilaminopurina sobre el desarrollo de yemas en injertos de cacao (Theobroma cacao L.). *Revista Agronomía Colombiana*, Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_artte xt&pid=S0120-99652010000100003. 28(1):19-27.

Casaverde, A. (2014) Influencia de cuatro bioestimulantes en el crecimiento de plantas

injertadas de cacao *(Theobroma cacao L.) clon CCN-51 en Satipo*. Tesis de grado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ciencias Agrarias. Obtenido de: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1897/Casaverde%20Guillen.pdf?sequen ce=1&isAllowed=y.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) (2012) Catálogo de clones seleccionados por CATIE para siembras comerciales. Obtenido de https://www.worldcocoafoundation.org/wpcontent/uploads/filesmf/phillipsmora2012clones4.64mb.pdf. 70.pdf.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) (2015) Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2015-2016. Obtenido de: https://repositorio.cepal.org/handle/11362/39023.

Chevez, M. (2020) *Incidencia del riego con biofertilizantes y bioestimulantes en viveros de cacao (Theobroma cacao L.) injerto CCN51*. Tesis de grado. Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CHEVEZ%20VILLANUEVA%20MARIA%20SOL_compressed. pdf.

CNC (Compañía Nacional de Chocolates S.A.) (2012) (Paquete Tecnológico. *El cultivo de cacao*. Obtenido de: http://infocafes.com/portal/wpcontent/uploads/2016/12/paquete_tecnologico_cacao_cnch_enero_2012.pdf.

Cumara-Mamani, I. (2025). Evaluación de la eficiencia de tres enraizantes naturales para la propagación de rosa roja (*Rosa spp*) por esquejes en ambiente atemperado en el Centro Experimental de Kallutaca. Tesis de Grado. Universidad Pública De El Alto. Área De Ciencias Agrícolas, Pecuarias Y Recursos Naturales, Carrera De Ingeniería Agronómica. Obtenido de: http://repositorio.upea.bo/jspui/bitstream/123456789/1944/1/TESIS%20PARA%20EMPASTAR%20ISIDRO%202025.pdf

Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C. (2020) Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Obtenido de http://www.infostat.com.ar.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2025). El potencial de los bioinsumos para sistemas agroalimentarios más sostenibles en América Latina y el Caribe. Centro de inversiones de la FAO. Obtenido de: https://www.fao.org/investment-centre/latest/news/detail/the-potential-of-bioinputs-for-greener-agrifood---systems-in-latin-america-and-the-caribbean/es.

García, M. Hernández, R. y Estévez, M. (2020). Extracto de *Aloe vera* L. en la adaptación de vitroplantas de plátano. Instituto de Información Científica Tecnológica, Obtenido de: https://www.redalyc.org/journal/6378/637869115008/html/ 22(1):110-122.

García, L. (2015) Uso de Moringa como Biofertilizante Foliar en Pimiento variedad SWEET/CUBANELLE *(Capsicum annuum L.)*. Tesis de grado. Universidad Técnica de Machala. Obtenido de: http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11 44. 42. pdf.

González, J., Mosquera, J. & Torrente, A. (2015) Efectos e impactos ambientales en la producción y aplicación del abono supermagro en el cultivo de sandía. *Revista Ingeniería y Región*, Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5432291.pdf 13(1): 103-111.

Granados, E. (2015) Efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento del cultivo de berenjena; Ocós, San Marcos. Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar. Obtenido de: http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/17/Granados-Erick.pdf. 60. pdf.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) (2017) Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas latinoamericanas. Obtenido de: http://www.iica.int 165.pdf.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) (2015) Agricultura y

variabilidad climática; Lo que debemos saber del clima. Obtenido de: http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2601/BVE17038689e.pdf;jsessionid=600AC766AF9944CA14CBB4AAC3CBA720?sequence=1.4.pdf.

Jean, W.; Yong, H. y Liya, G. (2009). The Chemical Composition and Biological Properties of Coconut (*Coco nucifera*) Water. Molecules. Obtenido de: https://scholar.google.co.ve/scholar?q=The+Chemical+Composition+and+Biological+Properties+of+Coconut+(Cocos+nucifera)+Water.+Molecules&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart.

Lira Saldivar, R. H. (2007) Fisiología vegetal. México DF, México. Editorial Trillas. 237.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). (2016) Estudio del cacao en el Perú y en el mundo; Situación Actual y Perspectivas en el Mercado Nacional e Internacional al 2015. MINAGRI-DGPA-DEEIA. Obtenido de http://www.minagri.gob.pe/portal/monitoreo agrocli matico/cacao.

Moreira, D. (2015) Sistematización de buenas prácticas de adaptación del sector agropecuario ante el cambio climático. Obtenido de: http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3046/BVE17068958e.pdf;jsessionid=782195AE57FC7AE998883937CE9DF939?sequence=1. 44.pdf.

Navas, J. (2013) Bioestimulantes orgánicos en el comportamiento fenológico de clones de cacao *(Theobroma cacao L.)* en vivero. Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal De Quevedo. https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/689cf3cc-c658-48e6-90eb7495807b0831/ content.

Patiño Torres, C.; Mosquera Gamboa, F. y González, R. T. (2011). Efecto inductor del agua de coco sobre la germinación de semillas y brotamiento de los cormos de la hierba de la equis *Dracontium grayumianum.* Acta biológica colombiana, Obtenido de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-8X2011000100010. 16(1) Jan./Apr. 2011.

Pérez-Borrego, Y. y Robleda-Goméz, D. (2021). Aplicación de Humus de lombriz líquido y Microorganismos Eficientes en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L) bajo condiciones de secano. Hombre, Ciencia y Tecnología Instituto de Información Científica y Tecnológica, Obtenido de: https://portal.amelica.org/ameli/journal/441/4412286012/4412286012.pdf. 25(2):102-108.

Pérez-Gómez,L.; Capote-Betancourt, I.; Nápoles-Borrero, L.; Pina-Morgado, D.; Linares-Rivero, C.; Rivas-Paneca, M.; Escalona-Morgado, M.; Rodríguez-Sánchez, R. y Pérez Martínez, A. T. (2019). Efecto del extracto acuoso foliar de moringa en la fase inicial de aclimatación de piña. Cultivos Tropicales, Obtenido de: https://www.redalyc.org/journal/1932/193261173010/html/ 40(1) e10.

Pérez-Orozco, Z. G. (2021). Análisis del efecto del agua de coco en las características físico-químicas de los frutos y del beneficio-costo de la producción de *Vanilla planifolia*. Tesis para Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Institución De Enseñanza E Investigación En Ciencias Agrícolas. *Campus* Puebla. Postgrado En Estrategias Para El Desarrollo Agrícola Regional. Obtenido de: http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/4745/Perez_Orozco_ZG_MC_EDAR_2021.pdf;jsessionid=736DF06427960B554B4AD7929ADB8C83?sequence=1

Ramis, C., Bello, O., Astudillo, H., Orozco, G. (2020) Colección de cacao Hacienda San José, estado Sucre, Venezuela. Obtenido de https://drive.google.com/file/d/18KBEDtgk LMDY8 Zw1lGjmaj7hxzNa6v/viw?pli=143.pdf.

Ramírez, G. y Zambrano, B. (2021) Comportamiento agronómico del cacao CCN51 *(Theobroma cacao L.*) usando bioestimulante orgánico a base de extractos de algas marinas. Tesis de grado. Universidad Técnica de Cotopaxi. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Latacunga, Ecuador. Obtenido de https://dspace.utc.edu.ec/bitstream/27000/7303/1/U TC-PIM-000314.pdf.

Reyes Pérez, J. J.; Luna Murillo, R. A.; Reyes Bermeo, M. del R.; Yépez Rosado, Á. J.; Abasolo Pacheco, F.; Espinosa Cunuhay, K. A.; López Bustamante, R. J.; Vázquez Morán, V. F.; Zambrano Burgos, D.; Cabrera Bravo, D. A.; Torres Rodríguez, J. A. (2017). Uso del humus de lombriz y jacinto de agua sobre el crecimiento y desarrollo del pepino (*Cucumis sativus*, L). Biotecnia, Obtenido de: https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971091005.pdf. 19(2): 30-35.

Romero, J. (2019) Evaluación del efecto de tres bioestimulantes para la obtención de plantones de cacao *(Theobroma cacao L.)*. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Agronomía. Tingo María, Perú. Obtenido de: https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ea7c91e8-99a4-43d1-a0aa60ae3d7b8453/content.

Sosa Arencibia, Mahé. (2018). Mercado Internacional Del Cacao: Una Referencia Obligada Para La Inserción Del Cacao De Baracoa. Revista Cubana De Economía Internacional. N O 1. 2018 Pág. 54-70. Obtenido de: http://10.6.40.42/EconomiaInternacional/index.php/RCEI

Vergara, J. (2017) Método exploratorio aplicando metalosato de magnesio y zinc (Quelatos), en dos tipos de injertación en cacao (Theobroma cacao L.) en patrones trinitarios y forasteros en la etapa de vivero. Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos: UTEQ. Ecuador. Obtenido de: https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2030

Yasmeen, A. Ahmed, S. Ahmad, R. Whaid, A. (2012). Rendimiento de trigo sembrado tarde en respuesta a la aplicación foliar de extracto de hojas de Moringa oleifera Lam. Serie Documental. Chilean Journal of Agricultural Research. 72(1): 92-97. Obtenido de: https://hdl.handle.net/20.500.14001/33311.



LUIS CAMPOS R. Ingeniero Agrónomo (Universidad de Oriente). Experiencia especializada en el manejo de viveros de clones de cacao por injerto, con la aplicación y evaluación de bioestimulantes orgánicos para el desarrollo vegetal óptimo.



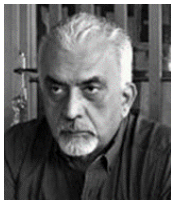
LEONARDO LARA R. Ingeniero Agrónomo (Universidad de Oriente). Gestión de la diversidad Biológica (Universidad Bolivariana). Investigador y Docente en pregrado en las áreas de genética y de biología y combate de malezas (UDO, Venezuela). Líneas de investigación: Manejo agroecológico de malezas, gestión y conservación de biodiversidad.



GUILLERMO ROMERO M. Ingeniero en producción animal (Universidad de Oriente, Venezuela). Magister Sci. en Agricultura tropical, mención Producción vegetal (UDO). Investigador y Profesor de pre y postgrado, en las áreas de diseño de experimentos y análisis estadísticos (UDO, Venezuela). Líneas de Investigación: Cultivo y aprovechamiento de la moringa en el oriente de Venezuela.



JESÚS ACOSTA M. Ingeniero Agrónomo y Magister Scientiarum en Agricultura Tropical, mención Producción Vegetal (Universidad de Oriente-UDO, Venezuela). Profesor en las disciplinas de Café y Cacao y Extensión Rural (UDO-Núcleo Monagas). Investigador con énfasis en Gestión Integrada de la Sostenibilidad en Sistemas Agrícolas Tropicales.



RAMON SILVA A. Ingeniero Agrónomo (Universidad Federal Rural de Pernambuco). Magister Sci. y Doctor en Fitopatología (Universidad Federal de Viçosa). Investigador del Instituto de investigaciones Agrícolas (INIA-Monagas) y Profesor en las disciplinas, Metodología de la investigación y Estadística aplicada, del postgrado de Agricultura Tropical en la Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas (Venezuela).