

BIOESTIMULANTES ORGÁNICOS EN EL CULTIVO DEL CACAO (*THEOBROMA CACAO L.*)

ORGANIC BIOSTIMULANTS IN THE CULTIVATION OF COCOA (*THEOBROMA CACAO L.*)

Elvis Iván Jiménez Morejón¹
 Danilo Xavier Santana Aragone²
 María Isabel Cartagena Faytong³
 Roberto Ricardo Rivera Reyes⁴
 Elvis Alberto Bustamante Intriago⁵

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de bioestimulantes orgánicos en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*). Los tratamientos consistieron en combinaciones de clones con las dosis de bioestimulantes orgánicos. Las dosis de Razormin fueron: 0,4; 0,8 y 1,2 l/ha y Fitomare 0,4; 0,6 y 0,8 l/ha, aplicadas a los 30 y 60 días del inicio del ensayo. Además, se incluyó un control sin la presencia del bioestimulante. Se utilizó el diseño experimental "Bloques completos aleatorizados" con una disposición factorial 2 x 7 en tres repeticiones. La parcela experimental consistió en tres hileras de 12 m de longitud, separadas entre sí 3 m, lo que supuso una superficie de 108 m². La superficie útil de la parcela experimental se determinó por la hilera central, quedando una superficie de 3,6 m². Se evaluaron las siguientes variables: altura de la planta; mazorcas sanas y enfermas; número de flores; fructificación; rendimiento en peso fresco y seco de almendras e índice de mazorcas. Las variables evaluadas se sometieron a análisis de varianza; se aplicó la prueba de DMS para determinar la diferencia estadística entre las medias de los clones y Tukey al 95% de probabilidad para las medias de las dosis de bioestimulantes y la interacción de clones por bioestimulantes. Sobre la base del análisis de interpretación estadística de los resultados experimentales, se llegó a las siguientes conclusiones La aplicación de Razormin 1,2 l/ha y Fitomare 0,8 l/ha a los 30 y 60 días de iniciado el ensayo, se obtuvieron los mayores rendimientos de cacao seco con 2,404 y 2,192 ton/ha, con incrementos de 41,41% y 28,98%, respectivamente, respecto al testigo sin bioestimulante. El bioestimulante Razormin fue 9,67% superior a Fitomare en rendimiento de cacao seco. Los clones '558' y '62' en presencia del bioestimulante orgánico Razormin a una dosis de 1.2 l/ha a los 30 y 60 días después del inicio del ensayo, reportaron los mayores

Recepción: Septiembre de 2023 / Evaluación: Octubre de 2023 / Aprobado: Noviembre de 2023

¹ Ingeniero Agrónomo por la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. Técnico Agrícola Independiente. Email: elvisjimenez@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1070-7057>

² Ingeniero Agrónomo por la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. Magister en Agronomía mención en Protección Vegetal. Analista de Laboratorio en la Facultad de Ciencias Agropecuarias - Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. Email: dsantana@utb.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2036-4788>

³ Magister en Gestión de Proyectos por la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador. Docente en la Universidad Agraria del Ecuador. Ciudad Universitaria Dr. Jacobo Bucaram Ortiz (campus Milagro). Email: mcartagena@uagraria.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2036-4788>

⁴ Ingeniero Agropecuario por la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. Candidate de la Maestría en Agricultura Sustentable y Sostenible por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. Técnico Independiente, Venta de bioestimulantes, Babahoyo. Email: robertrivera27@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9949-8469>

⁵ Ingeniero Agrónomo por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Candidate de la Maestría en Agricultura Sustentable y Sostenible por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. Finca La Fortuna, Guayas. Email: bustamanteelvis@yahoo.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8708-2697>

rendimientos de cacao seco, superando al testigo sin bioestimulante en 41.21 % y 41.75 %, respectivamente.

Palabras clave: Nutrición, mazorcas de cacao, cacao, rendimiento.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the effect of organic biostimulants on the cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L.). The treatments consisted of combinations of clones with the doses of organic biostimulants. The doses of Razormin were: 0.4; 0.8 and 1.2 l/ha and Fitomare 0.4; 0.6 and 0.8 l/ha, applied 30 and 60 days after the beginning of the trial. In addition, a control without the presence of the biostimulant was included. The experimental design "Randomized complete blocks" was used with a 2 x 7 factorial arrangement in three replications. The experimental plot consisted of three 12 m long rows, 3 m apart, giving an area of 108 m². The useful area of the experimental plot was determined by the central row, leaving an area of 3.6 m². The following variables were evaluated: plant height; healthy and diseased ears; number of flowers; fruiting; fresh and dry weight yield of almonds and ear index. The variables evaluated were subjected to analysis of variance; the DMS test was applied to determine the statistical difference between the means of the clones and Tukey at 95% probability for the means of the doses of biostimulants and the interaction of clones by biostimulants. Based on the statistical interpretation analysis of the experimental results, it was concluded: The application of Razormin 1.2 l/ha and Fitomare 0.8 l/ha at 30 and 60 days after the beginning of the trial, the highest yields of dry cocoa were obtained with 2.404 and 2.192 tons/ha, with increases of 41.41% and 28.98%, respectively, compared to the control without biostimulant. The biostimulant Razormin was 9.67% higher than Fitomare in dry cocoa yield. The clones '558' and '62' in the presence of the organic biostimulant Razormin at a dose of 1.2 l/ha at 30 and 60 days after the beginning of the trial, reported the highest dry cocoa yields, exceeding the control without biostimulant by 41.21 % and 41.75 %, respectively.

Keywords: Nutrition, cocoa pods, cocoa, yield.

Introducción

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), en Ecuador es un producto de los más significativos del país, la producción de cacao se concentra un 80 % en la costa ecuatoriana, mientras que el 20% en la sierra y amazonia (Farah, 2022).

El cultivo cacao (*Theobroma cacao* L.) es de gran importancia para la economía del Ecuador, debido a las exportaciones y la generación de empleo para los pobladores de los sectores rurales del país (Philips *et al.*, 2007). Ecuador aporta el 50 % de la producción mundial de cacao fino de aroma, único en el mundo y denominado como "Nacional" (Melo & Hollander, 2013).

La fertilización es un recurso para aumentar la producción. Los huertos de cacao pueden requerir algún nutriente que esté limitando su normal desarrollo y la fertilización debe de ser hecha en base a las necesidades de esa plantación. Los fertilizantes solamente cumplen un efecto benéfico, si es que son aplicados correctamente. Una mala aplicación podría causar efectos adversos sobre la plantación y el suelo. Para que asegure el éxito de la práctica de fertilización, esta debe ir acompañada de otras labores como: reducción de la sombra definitiva, control de malezas, riego, control de enfermedades y plagas, entre otros factores (Rodríguez *et al.*, 2023).

Barrezueta *et al.*, (2017), indican que antes de iniciar cualquier tipo de fertilización es preciso conocer el nivel de fertilidad natural del suelo; este diagnóstico se hará por medio de análisis de suelo y análisis foliar. Este último análisis es quizá el más recomendado en el caso

de posibles deficiencias de elementos menores. Una cosecha de cacao seco de 1000 kg. extrae aproximadamente 44 kg de nitrógeno (N), 10 kg de fosfato (P₂O₅) y 77 kg de potasio (K₂O); si las mazorcas se partieren en el mismo campo y las cáscaras quedasen en el suelo, se reciclará aproximadamente 2 kg de N, 5 kg de P₂O₅ y 24 kg de K₂O. Por lo tanto, todo suelo que se explota tiende a empobrecerse y a reducir su capacidad de alimentar a las plantas, en consecuencia, decae la producción de frutos; por lo que es necesario mejorar los suelos adicionando oportunamente abonos orgánicos o fertilizantes químicos.

Yamada (2003), expresa que es fundamental que exista un adecuado balance entre las macronutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, y los micronutrientes boro, cloro, cobalto, manganeso, hierro, molibdeno, níquel y zinc, para el buen crecimiento de las plantas y microorganismos benéficos del suelo. Además, indica que estos nutrientes deben de estar en el suelo desde el inicio de crecimiento, cuando es mayor la tasa de absorción de estos elementos. El nitrógeno es el nutriente que más estimula la proliferación del sistema radicular, principalmente cuando se encuentra en forma amoniacal

Rimache, (2008), manifiesta que para obtener 1 tonelada de cacao (semilla seca), se requieren 14 Kg de N; 15 Kg de P₂O₅; 90 Kg de K₂O y 10 Kg de MgO por hectárea. Mencionan, que existen muchos factores de manejo que pueden afectar significativamente la cantidad realmente necesaria; algunos de estos factores son: a) nivel de rendimiento del cultivo; b) variedad o híbrido del cultivo; c) intensidad del cultivo; d) nutrientes aplicados y sus interacciones; e) fecha de siembra; d) población de plantas; g) espaciamiento entre surcos; h) prácticas de labranza útil: i) control de plagas; j) oportunidad de las operaciones y k) manejo de los residuos.

Echeverría *et al.*, (2023), en el estudio de los ciclos de los nutrientes N, P y K revela que las fuentes orgánicas e inorgánicas están sujetas al mismo tipo de reacciones y se pierden de la misma forma. Sin importar cuál es la fuente aplicada, una parte de N y del P se transforma a formas orgánicas o inorgánicas en el suelo. El K, sin embargo, no es parte estructural de los compuestos orgánicos. El conjunto de transformaciones que sufren los nutrientes son las mismas sin importar la fuente (orgánica o inorgánica). Sin embargo, las transformaciones que dominan dependen de la fuente.

Gutiérrez *et al.*, (2011), indican que los reguladores del crecimiento y bioestimulantes pueden alterar los procesos o estructuras vitales para, identificar los rendimientos, mejorar la calidad o facilitar la recolección. Tales compuestos químicos pueden efectuar las propias hormonas de las plantas de un medio tan eficiente, que logran cambiar el periodo normal de desarrollo de tal manera las plantas modifican su crecimiento, resultando altas o enanas; así como originan el desprendimiento de sus frutos más pronto, y desarrolle una parte de la cual carece o muere.

El uso de los biofertilizantes es un 90.0 % más barato que usar fertilizantes químicos y de otros agroquímicos que ocasionan daño al medio ambiente y la salud humana. Los biofertilizantes pueden ser utilizadas en los cultivos anuales mejorando su productividad en los cultivos de leguminosas, gramíneas, hortalizas y frutales (Hevila, 2021).

Souza (2008), indica que los bioestimulantes o reguladores del crecimiento vegetal, son compuestos similares a las hormonas naturales de las plantas que regulan el crecimiento y desarrollo; y ofrecen un potencial significativo para mejorar la producción o calidad de las cosechas de los cultivos.

Los bioestimulantes a base de algas marinas tienen el potencial de mitigar problemas de estrés siendo opción para mejorar la calidad y el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, la aplicación de algas marinas como ingrediente activo en bioestimulantes sobre plántulas de cacao nacional es muy poca documentada (Mejía, 2022).

Santos (2023) expresa que los biofertilizantes aplicados al suelo generan mayor altura de planta, diámetro de tallo, peso (seco y fresco) volumen radicular y área foliar en comparación a las aplicaciones de manera foliar.

Las aspersiones foliares de nutrientes se han convertido en la agricultura moderna en una de las labores más importantes dentro de los procesos de producción. Una de las bondades de las aspersiones foliares es permitir minimizar al máximo las pérdidas de los minerales aplicados, siendo éstos rápidamente absorbidos por los órganos foliáceos de las plantas, dando como resultado eficiencia, rapidez y sobre todo economía en la aplicación, además esta práctica se puede asociar con otros productos fitosanitarios (Camargo, 2014).

Amores (2014), indica que las investigaciones realizadas han demostrado que es posible alimentar las plantas por vía foliar, en particular cuando se trata de corregir deficiencias de elementos menores. En el caso de elementos mayores (N.P.K.), actualmente se reconoce que la nutrición foliar solamente puede complementar y ningún caso sustituir la fertilización al suelo. Esto se debe a que la dosis de microelementos que puede administrarse por vía foliar es muy pequeña, en relación a los constituidos de los demás elementos utilizados por los cultivos para alcanzar altos niveles de productividad.

Thompson y Troech (2008), indican que la mayor parte de los compuestos orgánicos vegetales contienen nitrógeno. Entre los compuestos nitrogenados se encuentran los aminoácidos, los ácidos nucleicos, numerosas enzimas y materiales transportadores de energía como la clorofila, ADP (adenosin bifosfato), ATP (adenosin trifosfato). Las plantas no pueden desarrollar sus procesos vitales si carece de nitrógeno, para construir sus procesos esenciales.

Metodología

El presente trabajo de investigación se estableció en los terrenos de la Granja Experimental “San Pablo”, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo; ubicada en el Km 7 de la vía Babahoyo – Montalvo, entre las coordenadas geográficas 79032’ de longitud Occidental y 01049’ de latitud Sur; con una altura de 8 m.s.n.m. La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25,60 C; una precipitación anual de 2329,8 mm; humedad relativa de 82% y 998.2 horas de heliofanía de promedio anual. El suelo es de topografía plana, textura franco – arcillosa y drenaje regular. Se utilizaron materiales campo y material vegetal clones de cacao asignados con los números ‘558’ y ‘62’ de una edad de dos años y medio. Se estudiaron dos factores; a) Clones de cacao y, b) Dosis y épocas de aplicación de dos bioestimulantes orgánicos. Se evaluaron los tratamientos como se indica en la siguiente Tabla 1:

Tabla 1. Tratamientos estudiados

Clones	Bioestimulantes	Dosis por hectárea
'558'	Razormin	0,4 l
	Razormin	0,8 l
	Razormin	1,2 l
	Fitomare	0,4 l
	Fitomare	0,6 l
	Fitomare	0,8 l

Testigo sin bioestimulante

'62'	Razormin	0,41
	Razormin	0,81
	Razormin	1,21
	Fitomare	0,41

Para el desarrollo y evaluación estadística del ensayo se aplicó el diseño “Bloques completos al azar” con arreglo factorial 2 x 7 en tres repeticiones; cada bloque o repetición estuvo constituido por 14 tratamientos; distribuidos aleatoriamente. Se empleó la prueba de significancia estadística de Tukey al 95 % de probabilidades para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos. La parcela experimental estuvo constituida por 3 hileras de 12 m de longitud, separadas a 3 m, dando un área de 108 m². Con la finalidad de mantener el cultivo libre de malezas, se realizaron dos aplicaciones del herbicida glifosato en dosis de 3 l/ha, al inicio del ensayo y posteriormente a los 50 días. Durante el desarrollo del ensayo, se realizaron dos aplicaciones del fungicida Phyton en dosis de 0,80 l/ha; así mismo, se aplicó el insecticida Endosulfan en dosis de 0.7 l/ha; estos controles fueron preventivo para evitar la presencia de plagas y enfermedades; y así estimar los datos con mayor precisión. Se realizaron tres riegos por gravedad, uno al inicio del ensayo y luego a los 45 y 75 días después, con la finalidad de suplir los requerimientos hídricos del cultivo. El programa nutricional fue determinado en base a los resultados del análisis físico – químico del suelo; aplicándose 120 – 60 – 180 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio; utilizándose los fertilizantes Urea al 46% de N; Superfosfato triple al 46% P₂O₅ y Muriato de potasio al 60% de K₂O, respectivamente; las cuales fueron aplicados al inicio del ensayo. Los bioestimulantes se aplicaron mediante el empleo de una bomba de mochila, en las primeras horas de la mañana cuando la temperatura no exceda los 30°C. Previamente se determinó el volumen de agua requerida para rociar completamente los árboles, en cada aplicación. La mezcla del bioestimulante con el agua se hizo en un recipiente plástico. La cosecha se realizó cuando las mazorcas lograron la madurez fisiológica en cada parcela experimental.

En 4 plantas tomadas al azar por parcela experimental, se procedió a determinar la altura desde el nivel del suelo hasta la copa del árbol; y el promedio se expresó en metros. Cada 15 días se contabilizó el número de mazorcas sanas al momento de la cosecha. Se consideraron como tales aquellas sin síntomas conocidos de las enfermedades comunes del cacao.

Cada 15 días se contabilizó y registró el número de mazorcas enfermas con el hongo *Moniliophthora roreri* al momento de la cosecha. Se consideraron mazorcas enfermas aquellas que al abrirse mostraron almendras afectadas por dicha enfermedad, ya sea total o parcialmente. La floración se determinó seleccionando cuatro árboles por parcela experimental para cuantificar la emisión total de flores. Cada 15 días se contaron el número de flores caídas en el piso al pie de cada árbol y luego de cada conteo el piso se limpió de flores hasta la siguiente evaluación. Los datos se acumularon para presentar el total de flores al finalizar el ensayo.

La fructificación se determinó cada 15 días contabilizando los frutos recién formados en los mismos árboles seleccionados para contar las flores. Los frutos recién formados se diferenciaron de aquellos contabilizados en el último registro (15 días antes), básicamente por su tamaño. Los datos se acumularon para presentar el total de frutos.

Para determinar el rendimiento de peso fresco de almendras se abrieron las mazorcas maduras y sanas para extraer las almendras sin la placenta. A éstas se sumaron algunas

almendras sanas provenientes de mazorcas con daños parciales de alguna enfermedad. La masa fresca total se colocó en un balde para obtener el peso en gramos mediante una balanza de reloj. El peso fresco por parcela se determinó restando el peso del balde.

El rendimiento del peso seco de almendras se determinó multiplicando por la constante 0.4 primero para obtener el rendimiento de peso seco, luego este valor se multiplicó por 1666 árboles (población de plantas en función de la densidad de siembra utilizada) para obtener el rendimiento de cacao seco en kilogramos por hectárea.

El índice de mazorca se determinó al azar donde se colectaron 10 mazorcas por parcela experimental. Luego se abrieron las mazorcas y extrajeron las almendras, éstas se pusieron a fermentar mediante el método de las cajas Rohan por cuatro días. Después se procedió al secamiento hasta que las almendras presentaron un 7% de humedad. Finalmente, se dividió el peso de cacao seco y fermentado, para el número de mazorcas, obteniéndose así el índice de mazorca.

El índice de mazorca se determinó tomando aleatoriamente dos grupos de 100 almendras fermentadas y secas del material utilizado para la determinación del índice de mazorca. El promedio de los pesos de cada grupo se dividió para 100. El resultado de este cociente represento el índice de semillas.

Resultados

Los valores promedios de altura de planta, se muestran en la Tabla 2. Realizado el análisis de varianza se determinó alta significancia estadística para los clones y dosis de los bioestimulantes; cuyo coeficiente de variación fue 1.21%. Los clones '558' y '62' con promedios 2.30 y 2.19 m respectivamente, difirieron significativamente. El Razormin en dosis de 1.2 l/ha con promedio 2.31 m, fue superior y diferente estadísticamente a las restantes dosis de los bioestimulantes, los cuales se comportaron iguales estadísticamente. Los tratamientos que incluye el clon '558' en presencia de 1.2 l/ha y 0.8 l/ha, obtuvieron los mayores promedios de altura de planta con 2.35 y 2.31m respectivamente, siendo diferentes estadísticamente entre sí y con los restantes tratamientos. Mientras que los tratamientos que contienen al clon '62' con dosis de 0.8 l/ha de Razormin y sin bioestimulante, registraron el menor promedio con 2.16 m, siendo iguales estadísticamente.

Tabla 2. Valores promedios de altura de planta, en el estudio de aplicación de bioestimulantes orgánicos en el cultivo de cacao.

Clones	Bioestimulantes	l/ha	PROMEDIO (m)
'558'			2,30 a*
'62'			2,19 b
	Razormin	0,4	2,23 b*
	Razormin	0,8	2,24 b
	Razormin	1,2	2,31 a
	Fitomare	0,4	2,24 b
	Fitomare	0,6	2,23 b
	Fitomare	0,8	2,23 b
	Sin bioestimulante		2,21 b
'558'	Razormin	0,4	2,29 bc*

	Razormin	0,8	2,31 b
	Razormin	1,2	2,35 a
	Fitomare	0,4	2,28 bc
	Fitomare	0,6	2,28 bc
	Fitomare	0,8	2,29 bc
	Sin bioestimulante		2,27 c
'62'	Razormin	0,4	2,18 de
	Razormin	0,8	2,16 e
	Razormin	1,2	2,27 c
	Fitomare	0,4	2,2 d
	Fitomare	0,6	2,19 de
	Fitomare	0,8	2,18 de
	Sin bioestimulante		2,16 e
PROMEDIO			2,24
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			1,21

* Promedios con una misma letra para el grupo de medias de los clones, no difieren significativamente según prueba DMS; y para el grupo de medias de dosis de bioestimulante e interacciones según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

En la Tabla 3, se pueden apreciar los promedios del número de mazorcas sanas por árbol de cacao; existiendo alta significancia estadística para los clones y bioestimulantes. El coeficiente de variación fue 5.87%. El clon '558' se comportó superior y diferente estadísticamente al clon '62' con promedios 28.67 y 26.71 mazorcas sanas, respectivamente. Con el bioestimulante Razormin en dosis de 1.2 y 0.8 l/ha, se registraron los mayores promedios con 32.0 y 31.33 mazorcas sanas, respectivamente, siendo iguales estadísticamente, difiriendo con las restantes dosis de los bioestimulantes ensayados. El testigo sin bioestimulante alcanzó el menor promedio con 23.5 mazorcas sanas. Los tratamientos que incluyen el clon '558' en presencia de 1.2 y 0.8 l/ha de Razormin, se comportaron superiores e iguales estadísticamente con 34.0 y 33.33 mazorcas sanas; difiriendo con los restantes tratamientos. Luego siguió el tratamiento que contiene al clon '62' con 1.2 l/ha de Razormin, con 30.0 mazorcas sanas por árbol. Cabe mencionar que los tratamientos que incluyen a los clones '558' y '62' sin bioestimulante, lograron los menores promedios con 24.0 y 23.0 mazorcas sanas, respectivamente, siendo iguales estadísticamente.

Tabla 3. Valores promedios de números de mazorcas sanas, en el estudio de aplicación de bioestimulantes orgánicos en el cultivo de cacao.

Clones	Bioestimulantes	l/ha	PROMEDIO
'558'			28,67 a*
'62'			26,71 b
	Razormin	0,4	27,67 b*
	Razormin	0,8	31,33 a

	Razormin	1,2	32,00 a
	Fitomare	0,4	26,33 bc
	Fitomare	0,6	26,67 b
	Fitomare	0,8	26,33 bc
	Sin bioestimulante		23,50 c
'558'	Razormin	0,4	28,00 cd*
	Razormin	0,8	33,33 a
	Razormin	1,2	34,00 a
	Fitomare	0,4	27,00 de
	Fitomare	0,6	27,33 de
	Fitomare	0,8	27,00 de
	Sin bioestimulante		24,00 fg
'62'	Razormin	0,4	27,33 de
	Razormin	0,8	29,33 bc
	Razormin	1,2	30,00 b
	Fitomare	0,4	25,67 ef
	Fitomare	0,6	26,00 e
	Fitomare	0,8	25,67 ef
	Sin bioestimulante		23,00 g
PROMEDIO			27,69
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			5,87

* Promedios con una misma letra para el grupo de medias de los clones, no difieren significativamente según prueba DMS; y para el grupo de medias de dosis de bioestimulante e interacciones según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

Los promedios del número de mazorcas enfermas por árbol de cacao, se presentan en la Tabla 4. El análisis de varianza detectó significancia estadística solo para las dosis de los bioestimulantes; siendo el coeficiente de variación 12.87%. De acuerdo a la prueba DMS, los clones '558' y '62' con promedios 11.19 y 11.38 mazorcas enfermas, respectivamente, se comportaron iguales estadísticamente. En lo que respecta a la dosis de los bioestimulantes, estos se comportaron iguales estadísticamente, a excepción del bioestimulante Fitomare en dosis de 0.8 l/ha, que obtuvo el menor promedio 9.67 mazorcas enfermas. Los tratamientos que incluyen al clon '558' en presencia de Fitomare 0.8 l/ha y Razormin 1.2 l/ha y el clon '62' con Fitomare 0.8 l/ha, registraron los menores promedios con 9.33; 10.0 y 10.0 mazorcas enfermas, respectivamente, siendo iguales estadísticamente entre sí, pero diferentes a los demás tratamientos. Mientras que, el tratamiento que contiene el clon '558' con Razormin 0.4 l/ha, alcanzó el mayor número de mazorcas enfermas, luego siguieron los tratamientos con el clon '558' sin bioestimulante y el clon '62' con Razormin 0.4 l/ha con valores 12.67; 12.33 y 12.33 mazorcas enfermas, respectivamente, siendo iguales estadísticamente.

Tabla 4. Valores promedios de número de mazorcas enfermas con *Moniliophthora roreri*, en el estudio de aplicación de bioestimulantes orgánicos en el cultivo de cacao.

Clones	Bioestimulantes	l/ha	PROMEDIO
'558'			11,19 a*
'62'			11,38 a
	Razormin	0,4	12,50 a*
	Razormin	0,8	10,83 ab
	Razormin	1,2	11,00 ab
	Fitomare	0,4	11,67 ab
	Fitomare	0,6	11,17 ab
	Fitomare	0,8	9,67 b
	Sin bioestimulante		12,17 ab
'558'	Razormin	0,4	12,67 a*
	Razormin	0,8	11,33 abcd
	Razormin	1,2	10,00 de
	Fitomare	0,4	12,00 abc
	Fitomare	0,6	10,67 bcde
	Fitomare	0,8	9,33 e
	Sin bioestimulante		12,33 ab
'62'	Razormin	0,4	12,33 ab
	Razormin	0,8	10,33 cde
	Razormin	1,2	12,00 abc
	Fitomare	0,4	11,33 abcd
	Fitomare	0,6	11,67 abcd
	Fitomare	0,8	10,00 de
	Sin bioestimulante		12,00 abc
PROMEDIO			11,29
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			12,87

* Promedios con una misma letra para el grupo de medias de los clones, no difieren significativamente según prueba DMS; y para el grupo de medias de dosis de bioestimulante e interacciones según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

En la Tabla 5, se muestran los promedios del número de flores por árbol de cacao; existiendo alta significancia estadística para los clones y bioestimulantes. El coeficiente de variación fue 3.01%. Los clones '558' y '62' difirieron significativamente con promedios 345.52 y 322.67 flores, respectivamente. Los bioestimulantes Razormin y Fitomare con sus dosis ensayadas, se comportaron iguales estadísticamente con promedios oscilando de 329.17 a 346.0 flores correspondientes a los bioestimulantes Fitomare 0.6 l/ha y Razormin 1.2 l/ha respectivamente, difiriendo con el testigo sin bioestimulante que promedió 319.83 flores por

árbol. De acuerdo a la prueba de Tukey, los tratamientos que incluye el clon '558' con Razormin 1.2 l/ha y Fitomare 0.8 l/ha, obtuvieron los mayores promedios con 359.33 y 352.67 flores por árbol, respectivamente, sin diferir estadísticamente; pero si con los demás tratamientos. En cambio, el clon '62' en presencia de Razormin 0.8 l/ha, Fitomare 0.4 y 0.6 l/ha y sin bioestimulante, logran los menores promedios con 316.0; 317.33; 312.33 y 317.67 flores por árbol, respectivamente; siendo iguales estadísticamente entre sí.

Tabla 5. Valores promedios del número de flores por árbol, en el estudio de aplicación de bioestimulantes orgánicos en el cultivo de cacao.

Clones	Bioestimulantes	l/ha	PROMEDIO
'558'			345,52 a*
'62'			322,67 b
	Razormin	0,4	344,17 a*
	Razormin	0,8	329,00 ab
	Razormin	1,2	346,00 a
	Fitomare	0,4	332,17 ab
	Fitomare	0,6	329,17 ab
	Fitomare	0,8	338,33 ab
	Sin bioestimulante		319,83 b
'558'	Razormin	0,4	349,67 abc*
	Razormin	0,8	342,00 bcd
	Razormin	1,2	359,33 a
	Fitomare	0,4	347,00 bc
	Fitomare	0,6	346,00 bc
	Fitomare	0,8	352,67 ab
	Sin bioestimulante		322,00 ef
'62'	Razormin	0,4	338,67 cd
	Razormin	0,8	316,00 f
	Razormin	1,2	332,67 de
	Fitomare	0,4	317,33 f
	Fitomare	0,6	312,33 f
	Fitomare	0,8	324,00 ef
	Sin bioestimulante		317,67 f
PROMEDIO			334,10
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			3,01

* Promedios

con una misma para el grupo de medias de los clones, no difieren significativamente según prueba DMS; y para el grupo de medias de dosis de bioestimulante e interacciones según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

Los promedios del número de frutos formados por plantas (fructificación) se presentan en la Tabla 6. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística sólo para las dosis de los bioestimulantes. El coeficiente de variación fue 2.78%. Según la prueba DMS, los clones '558' y '62' con 50.9 y 50.05 frutos formados por árbol, respectivamente, se comportaron iguales estadísticamente. El bioestimulante Razormin en dosis de 0.8 y 1.2 l/ha, lograron los mayores promedios con 54.33 y 53.67 frutos, respectivamente, siendo iguales estadísticamente; pero diferentes a las demás dosis. Mientras que el testigo sin bioestimulante logró el menor promedio 47.0 frutos por árbol. Los tratamientos que contienen el clon '558' en presencia de 0.8 y 1.2 l/ha de Razormin; y el clon '62' con Razormin 0.8 l/ha, obtuvieron los mayores promedios con 55.0; 54.33 y 53.67 frutos formados, siendo iguales estadísticamente entre sí; difiriendo con los restantes tratamientos. Mientras que, los tratamientos que incluye el clon '558' sin bioestimulante y el clon '62' con Fitomare 0.4 l/ha y sin bioestimulante alcanzaron los menores promedios con 46.33; 46.67 y 47.67 frutos respectivamente, sin diferir estadísticamente.

Tabla 6. Valores promedios de fructificación, en el estudio de aplicación de bioestimulantes orgánicos en el cultivo de cacao.

Clones	Bioestimulantes	l/ha	PROMEDIO
'558'			50,90 a*
'62'			50,05 a
	Razormin	0,4	49,83 bc*
	Razormin	0,8	54,33 a
	Razormin	1,2	53,67 a
	Fitomare	0,4	47,83 cd
	Fitomare	0,6	49,83 bc
	Fitomare	0,8	50,83 b
	Sin bioestimulante		47,00 d
'558'	Razormin	0,4	50,33 cd*
	Razormin	0,8	55,00 a
	Razormin	1,2	54,33 ab
	Fitomare	0,4	49,00 de
	Fitomare	0,6	50,67 cd
	Fitomare	0,8	50,67 cd
	Sin bioestimulante		46,33 f
'62'	Razormin	0,4	49,33 cde
	Razormin	0,8	53,67 ab
	Razormin	1,2	53,00 b
	Fitomare	0,4	46,67 f
	Fitomare	0,6	49,00 de
	Fitomare	0,8	51,00 c

Sin bioestimulante	47,67 ef
PROMEDIO	50,48
COEFICIENTE DE VARIACION (%)	2,78

* Promedios con una misma para el grupo de medias de los clones, no difieren significativamente según prueba DMS; y para el grupo de medias de dosis de bioestimulante e interacciones según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

En la Tabla 7, se registran los promedios de rendimiento de cacao fresco obtenidos por los diferentes tratamientos ensayados. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística solo para las dosis de los bioestimulantes; siendo el coeficiente de variación 2.39%. Los clones '558' y '62' con rendimientos de cacao fresco de 5.144 y 5.079 Ton/ha, respectivamente, se comportaron iguales estadísticamente. El bioestimulante Razormin en dosis de 1.2 l/ha y Fitomare en dosis de 0.8 l/ha, lograron los mayores rendimientos de cacao fresco con 6.011 y 5.480 Ton/ha, respectivamente, siendo diferente estadísticamente entre sí y con las restantes dosis. En cambio, el testigo sin bioestimulante obtuvo el menor rendimiento con 4.25 Ton/ha. Los tratamientos que incluyen a los clones '558' y '62' en presencia de 1.2l/ha de Razormin, obtuvieron los mayores rendimientos con 6.029 y 5.992 Ton/ha respectivamente, siendo iguales estadísticamente entre sí, pero diferentes a los restantes tratamientos. Luego siguió el tratamiento Fitomare 0.8 l/ha con 5.627 Ton/ha. En cambio, los clones '558' y '62' sin presencia de los bioestimulantes, obtuvieron los menores rendimientos con 4.272 y 4.228Ton/ha, en su orden, sin diferir estadísticamente.

Tabla 7. Valores promedios del rendimiento de cacao fresco, en el estudio de aplicación de bioestimulantes orgánicos en el cultivo de cacao.

Clones	Bioestimulantes	l/ha	PROMEDIO (Ton/ha)
'558'			5,144 a*
'62'			5,079 a
	Razormin	0,4	4,795 d*
	Razormin	0,8	5,373 bc
	Razormin	1,2	6,011 a
	Fitomare	0,4	4,693 d
	Fitomare	0,6	5,182 c
	Fitomare	0,8	5,480 b
	Sin bioestimulante		4,250 e
'558'	Razormin	0,4	4,832 f*
	Razormin	0,8	5,463 c
	Razormin	1,2	6,029 a
	Fitomare	0,4	4,676 gh
	Fitomare	0,6	5,115 e
	Fitomare	0,8	5,627 b

		Sin bioestimulante	4,272	hi
'62'		Razormin 0,4	4,758	fg
		Razormin 0,8	5,282	d
		Razormin 1,2	5,992	a
		Fitomare 0,4	4,710	fg
		Fitomare 0,6	5,250	de
		Fitomare 0,8	5,333	cd
		Sin bioestimulante	4,228	i
PROMEDIO			5,112	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			2,39	
* Promedios				

con una misma para el grupo de medias de los clones, no difieren significativamente según prueba DMS; y para el grupo de medias de dosis de bioestimulante e interacciones según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

Los valores promedios del rendimiento de cacao seco por hectárea, se muestran en la Tabla 8. El análisis de varianza reportó significancia estadística para los clones y bioestimulantes; cuyo coeficiente de variación fue 2.56%. De acuerdo a la prueba DMS, los clones '558' y '62' con rendimientos de cacao seco de 2.068 y 2.031 Ton/ha en su orden, se comportaron diferentes estadísticamente. El bioestimulante Razormin 1.2l/ha y Fitomare 0.8 l/ha, obtuvieron los mayores rendimientos de cacao seco con 2.404 y 2.192 Ton/ha, difiriendo estadísticamente entre sí y con las demás dosis de los bioestimulantes; mientras que el testigo sin bioestimulante logró el menor rendimiento de 1.7 Ton/ha. Los tratamientos que contienen a los clones '558' y '62' en presencia del bioestimulante Razormin en dosis de 1.2 l/ha, obtuvieron los mayores rendimientos de cacao seco con 2.412 y 2.397 Ton/ha, respectivamente, siendo iguales estadísticamente entre sí, pero diferentes a los demás tratamientos. Luego siguieron los tratamientos que incluye el clon '558' con Fitomare 0.8 l/ha y Razormin 0.8 l/ha con promedios 2.251 y 2.203 Ton/ha respectivamente, sin diferir estadísticamente. Mientras que los clones '558' y '62' sin bioestimulante, lograron los menores rendimientos con 1.708 y 1.691 Ton/ha, en su orden, sin diferir estadísticamente.

Tabla 8. Valores promedios del rendimiento de cacao seco, en el estudio de aplicación de bioestimulantes orgánicos en el cultivo de cacao.

Clones	Bioestimulantes	l/ha	PROMEDIO (Ton/ha)
'558'			2,068 a*
'62'			2,031 b
	Razormin	0,4	1,917 d*
	Razormin	0,8	2,158 bc
	Razormin	1,2	2,404 a
	Fitomare	0,4	1,903 d
	Fitomare	0,6	2,073 c
	Fitomare	0,8	2,192 b
	Sin bioestimulante		1,700 e

'558'	Razormin	0,4	1,932 e*
	Razormin	0,8	2,203 b
	Razormin	1,2	2,412 a
	Fitomare	0,4	1,921 e
	Fitomare	0,6	2,046 d
	Fitomare	0,8	2,251 b
	Sin bioestimulante		1,708 f
'62'	Razormin	0,4	1,902 e
	Razormin	0,8	2,113 c
	Razormin	1,2	2,397 a
	Fitomare	0,4	1,884 e
	Fitomare	0,6	2,100 cd
	Fitomare	0,8	2,133 c
	Sin bioestimulante		1,691 f
PROMEDIO			2,049
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			2,56

* Promedios con una misma para el grupo de medias de los clones, no difieren significativamente según prueba DMS; y para el grupo de medias de dosis de bioestimulante e interacciones según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

En la Tabla 9, se pueden observar los promedios del índice de mazorca de los tratamientos ensayados. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística solo para las dosis de los bioestimulantes; cuyo coeficiente de variación fue 2.66%. Los clones '558' y '62' no difirieron estadísticamente, con índices de mazorca 37.21 y 37.14 gramos, respectivamente. El bioestimulante Razormin en dosis de 1.2 y 0.8 l/ha, lograron los mayores índices de mazorca con 40.38 y 39.17 gramos en su orden, siendo iguales estadísticamente; pero diferentes a las demás dosis. Mientras que el testigo sin bioestimulante registró el menor índice de mazorca con un valor de 33.75 gramos, difiriendo con todas las dosis de los bioestimulantes. Los tratamientos que incluyen a los clones '62' y '558' en presencia de 1.2 l/ha de Razormin, lograron los mayores índices de mazorca con promedios 40.50 y 40.27 gramos respectivamente, sin diferir estadísticamente, pero si con los demás tratamientos. Mientras que los tratamientos que incluyen a los clones '62' y '558' sin bioestimulante, presentaron los menores índices de mazorca con valores de 33.5 y 34.0 gramos, respectivamente, sin diferir estadísticamente.

Tabla 9. Valores promedios del índice de mazorca, en el estudio de aplicación de bioestimulantes orgánicos en el cultivo de cacao.

Clones	Bioestimulantes	l/ha	PROMEDIO (g)
'558'			37,21 a*
'62'			37,14 a
	Razormin	0,4	36,82 b*
	Razormin	0,8	39,17 a

	Razormin	1,2	40,38	a
	Fitomare	0,4	36,03	b
	Fitomare	0,6	36,82	b
	Fitomare	0,8	37,28	b
	Sin bioestimulante		33,75	c
'558'	Razormin	0,4	36,97	cde*
	Razormin	0,8	39,13	b
	Razormin	1,2	40,27	ab
	Fitomare	0,4	36,10	de
	Fitomare	0,6	36,63	cde
	Fitomare	0,8	37,40	c
	Sin bioestimulante		34,00	f
'62'	Razormin	0,4	36,67	cde
	Razormin	0,8	39,20	b
	Razormin	1,2	40,50	a
	Fitomare	0,4	35,97	e
	Fitomare	0,6	37,00	cde
	Fitomare	0,8	37,17	cd
	Sin bioestimulante		33,50	f
PROMEDIO			37,18	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			2,66	

* Promedios con una misma letra para el grupo de medias de los clones, no difieren significativamente según prueba DMS; y para el grupo de medias de dosis de bioestimulante e interacciones según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

- El clon '558' se comportó superior y diferente estadísticamente al clon '62' en los caracteres altura de planta, número de mazorcas sanas, flores por árbol y rendimiento de cacao seco por hectárea.
- La aplicación de los bioestimulantes orgánicos Razormin y Fitomare, influyeron significativamente en las variables evaluadas.
- La aplicación de Razormin 1.2 l/ha y Fitomare 0.8 l/ha a los 30 y 60 días del inicio del ensayo, se obtuvieron los mayores rendimientos de cacao seco con 2.404 y 2.192 Ton/ha, con incrementos del 41.41 % y 28.98 % respectivamente en comparación al testigo sin bioestimulante.
- El bioestimulante Razormin fue superior en 9.67 % al Fitomare, en el rendimiento de cacao seco.
- Los clones '558' y '62' en presencia del bioestimulante orgánico Razormin en dosis de 1.2 l/ha a los 30 y 60 del inicio del ensayo, reportaron los mayores rendimientos de cacao seco, superando en 41.21% y 41.75 % al testigo sin bioestimulante, respectivamente.

- El clon ‘558’ fue superior en rendimientos de cacao seco al clon ‘62’ en presencia de los bioestimulantes orgánicos.

Referencias bibliográficas

- Amores, F. (2014). *Clima, Suelos, Nutrición y Fertilización de cultivos en el Litoral Ecuatoriano*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental “Pichilingue”. Manual Técnico N° 26 pp: 35 – 36.
- Barrezueta-Unda, S. A., & Chabla-Carrillo, J. E. (2017). Características sociales y económicas de la producción de cacao en la provincia El Oro, Ecuador. *La Técnica: Revista de Las Agrociencias*. 25. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i0.952
- Bermeo, M.K. (2010). *Estudio de cuatro bioestimulantes orgánicos en el cultivo de arroz, en condiciones de secano* (Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo). Ecuador. 73 p.
- Camargo, N. (2014). *Principios de Nutrición Foliar*. Agronómica Ceres. Piracicaba, Brasil. 118p.
- Echeverría Salazar, A. J., Vega Armijos, J. E., & Luna-Romero, A. E. (2023). Evaluación de bioestimulante orgánico en cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad nacional en etapa de vivero. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(1), 52-58. Recuperado a partir de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/596>
- Farah, S. (2022). *Uso de técnicas en viveros de cacao (Theobroma cacao L.) para el manejo sustentable en el Cantón Ventanas Provincia de Los Ríos* (Tesis de grado, Universidad de Guayaquil). <https://repositorio.ug.edu.ec/items/0d6d6f0e-e286-425e-a1f1-faf846f924b7>
- Gutiérrez, M., Gómez, R., & Rodríguez, N. F. (2011). Comportamiento del crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(1), 33-41
- Hevila, D. (2021). *Efecto de tres bioestimulantes y dos tipos de sustratos, en la obtención de plántulas para patrón de Theobroma cacao L. (cacao) en vivero en Tingo María* (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva). <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/2433>
- Montoya, A. (2022). *Evaluación de la floración de cacao (Theobroma cacao L.) en respuesta a la aplicación de algas marinas en el Cantón Urdaneta, Provincia de Los Ríos* (Tesis de grado, Universidad de Guayaquil). <https://repositorio.ug.edu.ec/items/5dd41f4c-a619-48a5-9257-7cd3ceffd8e2>
- Mejía, G. (2022). *Respuesta del cacao (Theobroma cacao L.) a cuatro dosis de un biofertilizante a base de algas marinas en Río Chico I, Simón Bolívar, Guayas* (Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador). <http://181.198.35.98/Archivos/MEJIA%20ALVARADO%20GABRIEL%20MAURICIO.PDF>
- Melo, C. & Hollander, G. (2013). Unsustainable development: Alternative food networks and the Ecuadorian Federation of Cacao Producers, 1995-2010. *Journal of Rural Studies*. 32(1): 251- 263.
- Phillips, W., Aimes, M. & Wilkinson, M. (2007). Biodiversity and biogeography of the cacao (*Theobroma cacao* L.) pathogen *Moniliophthora roreri* in tropical America. *Plant Pathology*. 56(6): 911-922.
- Rodríguez-Arrobo, Thalia, Cajamarca-Crespo, Karla, Barrezueta-Unda, Salomón, Luna-Romero, Angel, & Villaseñor-Ortiz, Diego. (2023). Efectos de bioestimulantes en el crecimiento morfológico de plántulas de cacao en etapa de vivero. *Manglar*, 20(2), 117-122. Epub 05 de julio de 2023. <https://dx.doi.org/10.57188/manglar.2023.013>

- Rimache, A. M. (2008). *Cultivo del cacao. Colección de cultivos tropicales*. Empresa Editora Macro EIRL. Lima, Perú. pp: 28 – 31; 75 – 77.
- Santos, C. (2023). *Efecto de dos abonos orgánicos (compost y biol) en plantones de cacao (Theobroma cacao L.), Cumba, Amazonas, 2023* (Tesis de grado, Universidad Politécnica Amazónica). <https://repositorio.upa.edu.pe/handle/20.500.12897/309>
- Souza, O. J. (2008). *Evaluación de los efectos de los bioestimulantes orgánicos Vigor plus y Aminhum en el rendimiento de grano en el cultivo de maíz en condiciones de secano* (Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Técnica de Babahoyo). 79 p.
- Thompson, L. M. y F. R. Troeh. (2008). Los suelos y su fertilidad. Editorial Reverté, S. A. España. pp; 229 - 231.
- Yamada, T. (2003). *Como mejorar la eficiencia de la fertilización aprovechando las interacciones entre nutrientes. Instituto de la Potasa y el Fósforo*. Informaciones Agronómicas N° 50. pp: 1 – 6.