

Efecto del biol en el crecimiento de plántulas de cacao, *Theobroma cacao* L. Distrito de San Juan de Bigote, Morropón – Piura

Effect of biol on the growth of cocoa seedlings, Theobroma cacao L. San
Juan de Bigote, District, Morropón – Piura

  Merary Ithamar Torres Chanamé¹

  César Augusto Torres-Díaz¹

  Jesús Manuel Charcape-Ravelo¹

¹Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú

*Correspondencia:

Merary Ithamar, Torres-Chanamé

Como citar: Torres-Chanamé, M.I., D., Charcape-Ravelo, J.M. y Torres-Díaz, C.A. (2025). Efecto del biol en el crecimiento de plántulas de cacao, *Theobroma cacao* L. Distrito de San Juan de Bigote, Morropón – Piura. *Revista de Investigación Científica de la UNF-Aypate*, 4(1), 127–146. <https://doi.org/10.57063/ricay.v4i1.142>

Fecha de recepción : 30/05/2025
Fecha de Revisión : 17/06/2025
Fecha de aceptación : 20/06/2025
Fecha de publicación : 30/06/2025

RESUMEN

El cultivo de *Theobroma cacao* L. se ha consolidado como una fuente clave de ingresos para diversas comunidades en el Perú, generando un incremento en la demanda de fertilizantes orgánicos tanto en la agricultura a pequeña escala como en la producción agroindustrial. Esta investigación evaluó el efecto del biol en el crecimiento de plántulas de cacao en la etapa de vivero en el distrito de San Juan de Bigote, Morropón-Piura, mediante un diseño experimental con tres tratamientos: T1 (testigo con suelo limoso arenoso), T2 (suelo limoso arenoso + biol al 10%) y T3 (suelo limoso arenoso + compost en proporción 2:1). Se utilizó una población de 600 plántulas distribuidas equitativamente entre los tratamientos, evaluando quincenalmente durante 90 días las variables longitud y diámetro del tallo, así como número y longitud de hojas. Los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar con ANOVA y prueba de Tukey HSD al 5% de significancia. Los resultados mostraron que el tratamiento con biol (T2) obtuvo valores significativamente superiores en todas las variables evaluadas: crecimiento promedio de longitud de tallo de 19.05 cm (de 7.05 cm inicial a 26.1 cm final), diámetro de tallo superior estadísticamente significativo respecto al testigo y compost, número promedio máximo de 17.93 hojas por planta, y crecimiento de longitud de hoja de 12.42 cm (de 0.58 cm inicial a 12.57 cm final). El tratamiento testigo (T1) mostró un crecimiento de longitud de tallo de 16.57 cm y un promedio máximo de 14.05 hojas por planta,

mientras que el compost (T3) presentó los menores valores de crecimiento en todos los parámetros evaluados. Se concluye que el biol tiene un efecto positivo significativo en el crecimiento de plántulas de cacao en etapa de vivero, superando tanto al tratamiento control como al compost, lo que lo posiciona como una alternativa viable para mejorar la producción de plantones de calidad en sistemas de agricultura sostenible.

Palabras clave: biol, plántulas, cacao, crecimiento, vivero

ABSTRACT

The cultivation of *Theobroma cacao* L. has established itself as a key source of income for various communities in Peru, generating an increase in demand for organic fertilizers in both small-scale agriculture and agro-industrial production. This research evaluated the effect of biol on the growth of cocoa seedlings in the nursery stage in the district of San Juan de Bigote, Morropón-Piura, using an experimental design with three treatments: T1 (control with sandy loam soil), T2 (sandy loam soil + 10% biol), and T3 (sandy loam soil + compost in a 2:1 ratio). A population of 600 seedlings was used, distributed equally among the treatments, and the variables of stem length and diameter, as well as the number and length of leaves, were evaluated every two weeks for 90 days. The data were analyzed using a completely randomized design with ANOVA and Tukey HSD test at 5% significance. The results showed that the treatment with Biol (T2) obtained significantly higher values in all the variables evaluated: average stem length growth of 19.05 cm (from 7.05 cm initial to 26.1 cm final), statistically significant higher stem diameter compared to the control and compost, maximum average number of 17.93 leaves per plant, and leaf length growth of 12.42 cm (from 0.58 cm initial to 12.57 cm final). The control treatment (T1) showed stem length growth of 16.57 cm and an average maximum of 14.05 leaves per plant, while compost (T3) had the lowest growth values in all parameters evaluated. It is concluded that Biol has a significant positive effect on the growth of cocoa seedlings in the nursery stage, outperforming both the control treatment and compost, positioning it as a viable alternative for improving the production of quality seedlings in sustainable agriculture systems.

Keywords: biol, seedlings, cocoa, growth, nursery.

1. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el cultivo de *Theobroma cacao* L. ha cobrado gran relevancia económica y social, principalmente en las regiones amazónicas. Esta actividad se ha convertido en una fuente significativa de ingresos para miles de pequeños agricultores, contribuyendo al fortalecimiento del producto interno bruto (PIB) regional y facilitando la inserción de

productores locales en los mercados internacionales. No obstante, este crecimiento acelerado enfrenta desafíos importantes, especialmente en lo relacionado con la sostenibilidad económica y ambiental del sistema productivo, ya que la mayoría de los productores pertenecen al sector de la agricultura familiar.

Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2023), durante el año 2019 la producción de cacao en el país alcanzó las 135,9 mil toneladas, cultivadas en una superficie de 130,3 mil hectáreas. Esta actividad generó aproximadamente 11 millones de jornales, beneficiando directamente a más de 90 mil familias e impactando a unas 450 mil personas de manera indirecta. Además, el Perú destaca como el segundo mayor productor mundial de cacao orgánico, posicionándose como un actor estratégico en el mercado de productos de alto valor agregado.

La diversidad de variedades cultivables, junto con un entorno político y económico favorable, el reconocimiento del país como productor de cacao fino de aroma (CFdA) por parte de la Organización Internacional del Cacao (ICCO), y una cultura cacaotera en expansión, han convertido al Perú en un destino atractivo para empresas internacionales del sector. Estas compañías buscan operar en países que ofrezcan garantías de responsabilidad social y ambiental en sus cadenas de suministro, lo que incrementa el potencial del Perú para consolidarse como líder global en la industria del cacao (Morales et al., 2015).

Sin embargo, uno de los principales problemas que enfrenta el cultivo de cacao en el país es la baja fertilidad de los suelos, especialmente en zonas con suelos ácidos, donde las condiciones físico-químicas limitan el desarrollo del cultivo (López, 2019). Ante esta problemática, el uso de fertilizantes orgánicos surge como una alternativa sostenible. Estos abonos,

elaborados a partir de residuos orgánicos vegetales o animales, mejoran la calidad del suelo al aportar nutrientes esenciales y favorecer la actividad biológica (Gutiérrez Arce et al., 2019).

Dentro de las opciones disponibles, el biol ha demostrado ser un fertilizante orgánico líquido altamente eficaz. Se obtiene mediante la digestión anaeróbica de residuos orgánicos, y contiene una combinación de compuestos que incluyen nitrógeno, micronutrientes, hormonas vegetales, vitaminas y aminoácidos. Su aplicación mejora el crecimiento, el enraizamiento, la floración y la resistencia de las plantas frente a enfermedades, lo que lo convierte en una alternativa viable para pequeños y medianos productores que buscan mejorar su producción sin recurrir al uso excesivo de fertilizantes químicos (Gil Ramírez et al., 2023; INIA, 2023; Mendizábal, 2009).

Bajo este panorama, la presente investigación evaluó el efecto del uso de biol, elaborado a base de residuos agropecuarios con la finalidad de obtener una alternativa de bajo costo y, lo más importante, un insumo orgánico necesario para la producción de cacao que contribuya a su crecimiento y posterior cosecha desarrollándose en el distrito de San Juan de Bigote uno de los principales productores de cacao orgánico del departamento de Piura, los objetivos fueron determinar cuál es el efecto del biol en el crecimiento de plántulas de cacao *Theobroma cacao* L etapa vivero en el distrito de San Juan de Bigote.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo, el diseño es experimental, el nivel es descriptivo y es de tipo básica.

Población y muestra

Para esta investigación se tuvo en cuenta una población de 600 plántulas de cacao *Theobroma cacao* L, distribuidas equitativamente en los 3 tratamientos, con una muestra para el análisis estadístico de 300 plántulas de cacao *Theobroma cacao*

L, 100 plántulas analizadas por cada uno de los 3 tratamientos, las cuales fueron medidas quincenalmente (día 15,30, 45,60,75 y 90).

Formulación de los tratamientos

En la figura 1 se observa la formulación de los tres tratamientos realizados en la investigación, la cual fue ejecutada en el vivero municipal del distrito San Juan de Bigote, Morropón, Piura, Perú.

Figura 1

Formulación de los tratamientos



En la tabla 1 se observa la formulación de los 3 tratamientos utilizados en la investigación, las bolsas que se usaron tuvieron 30 cm de largo por 15 cm de ancho, con ocho perforaciones en la base para eliminar el exceso de agua y

con un fuelle (base plana de la bolsa) que permitió su mejor asentamiento.

Para el T1 (Testigo), sólo se utilizó suelo limoso arenoso, para el T2 (biol), se aplicó el biol en una dilución del 10%, en los días 1,16,31,46, 61 y 76, para el T3 (compost) se agregó al suelo el compost en una proporción de 2:1, fue una sola aplicación,

esto se hizo con el fin de establecer una diferencia entre este y el abono foliar antes mencionado.

Tabla 1

Formulación de los tratamientos

Tratamiento	Formulación
T1	Suelo limoso arenoso
T2	Suelo limoso arenoso + Biol
T3	Suelo limoso arenoso + Compost

Medición del crecimiento.

Este procedimiento se realizó de manera quincenal después de la primera aplicación del abono foliar antes mencionado, utilizando el instrumento de medición “vernier” y una regla graduada teniendo como variables a medir las siguientes:

a. Longitud del tallo: La medida se tomó desde el cuello de la raíz hasta la yema terminal. El crecimiento se determinó por la variación de su longitud desde la primera medición hasta la última medición (longitud final-longitud inicial).

b. Diámetro del tallo: El diámetro se midió en el cuello de la raíz. El crecimiento se determinó por la variación de su longitud desde la primera medición día 15 hasta la última medición día 90 (diámetro final-

diámetro inicial). Las mediciones fueron realizadas con un vernier de 2 cm.

c. Longitud de la hoja: La medida se tomó marcando su pecíolo (parte que une a la hoja con el tallo). Su longitud se midió utilizando la vena central como referencia donde se determinó la variación de su longitud desde la primera medición día 15 hasta la última medición día 90 (longitud final-longitud inicial), (Taiz y Zeiger, 2002).

d. Número de hojas: Se realizó la medición manual de cada hoja presente en la planta, teniendo en cuenta su estado y vigor.

En la figura 2 se grafica las medidas tomadas para determinar el crecimiento de la planta.

Figura 2

Medidas de crecimiento para la plántula de cacao Theobroma cacao L



Análisis de Resultados

El estudio contempló la evaluación de tres tratamientos experimentales: T1 (control sin fertilización), T2 (aplicación de biol) y T3 (aplicación de compost comercial), con el propósito de determinar su efecto sobre los parámetros de crecimiento de las plántulas de cacao. El análisis estadístico se fundamentó en un diseño completamente aleatorizado (DCA), empleando análisis de varianza (ANOVA) con $\alpha = 0.05$.

El procesamiento estadístico se ejecutó utilizando el software STATGRAPHICS, previa verificación de los supuestos de normalidad de residuos y homogeneidad de varianzas requeridos para la validez del análisis paramétrico. La evaluación de las

hipótesis se basó en el valor p obtenido, donde $p < 0.05$ indicó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, llevando al rechazo de la hipótesis nula de igualdad de medias.

Para la identificación específica de las diferencias entre pares de tratamientos, se implementó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey HSD, metodología que proporcionó la discriminación precisa de los efectos diferenciales de cada tipo de fertilización orgánica sobre el desarrollo morfológico de las plántulas evaluadas.

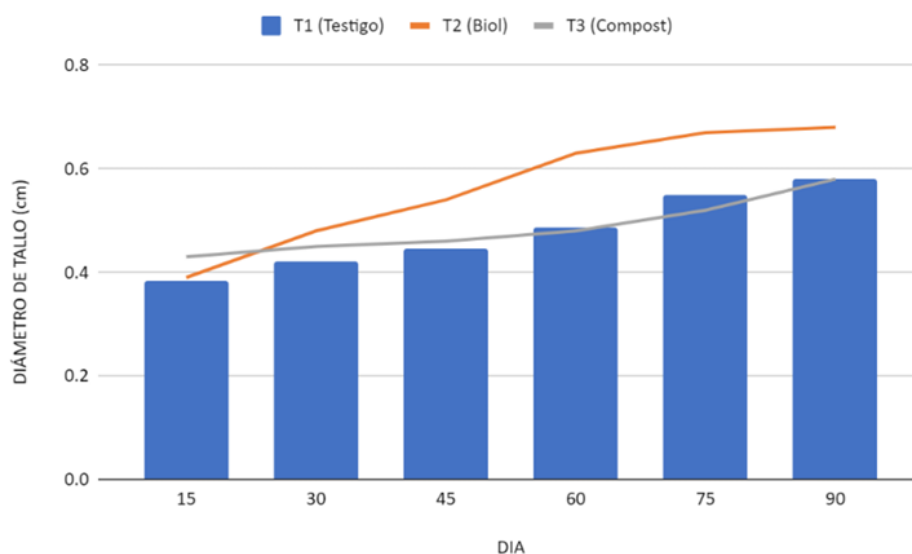
3. RESULTADOS

En la figura 3 muestra que el mayor crecimiento de diámetro de tallo lo tuvieron

las plántulas de cacao del T2 (biol) durante los 90 días de investigación.

Figura 3

Comparación del crecimiento de diámetro de tallo entre T1(Testigo) y T2(Biol) durante la investigación

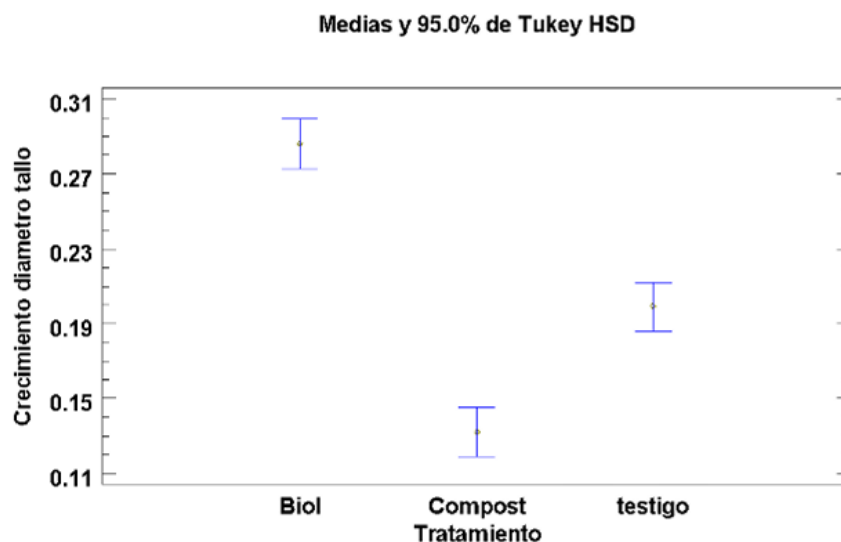


En la figura 4 al realizar el análisis estadístico, se observa que el crecimiento del diámetro de tallo del T2 (Biol) es estadísticamente significativo al T1 (Testigo) y al T3 (Compost), dado a que no se evidencia interacción entre las medias del T2(biol) y los demás tratamientos, lo que indica que la aplicación de biol en las plántulas de cacao presenta mejores resultados en el desarrollo del diámetro de tallo, respecto al tratamiento que no se aplicó abono

orgánico (Testigo) y al tratamiento que se aplicó compost en la etapa de vivero.

Figura 4

Gráfico de medias Tukey para el crecimiento diámetro de tallos.



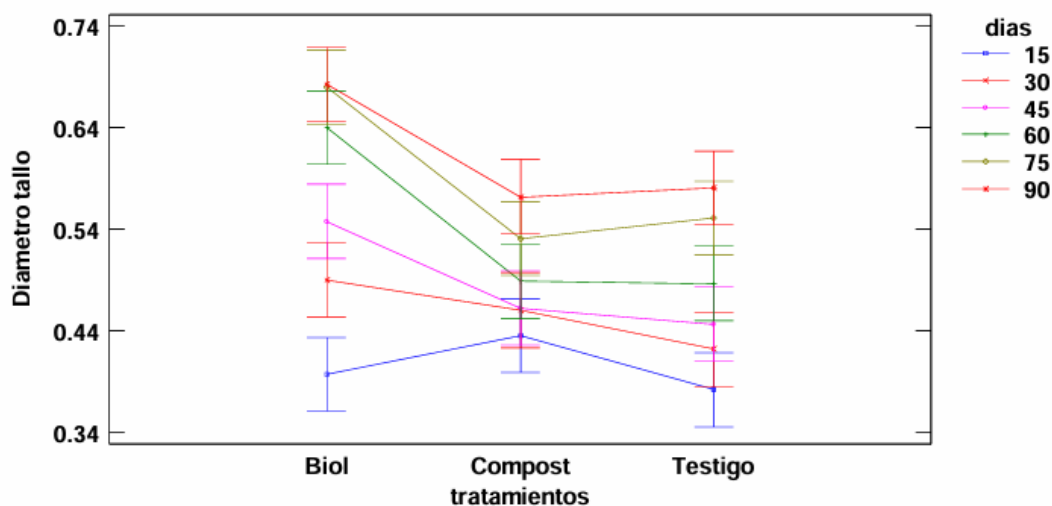
En la figura 5 gráfico de interacción y 95 % de Tukey HDS, se muestra la interacción entre dos variables, el tipo de tratamiento y su efecto en el crecimiento de diámetro de tallo en el periodo de 90 días, teniendo 6 intervalos de tiempo con 15 días cada uno (día 15, 30, 45, 60 y 90) periodos en los que se realizaron las mediciones, así mismo se muestran los valores máximos y mínimos de crecimiento que se obtuvieron los tratamientos durante cada periodo y la

interacción entre los tratamientos, se observa que hasta el día 45 no se puede determinar cuál tratamiento es el que presenta mejores resultados en el crecimiento de diámetro de tallo, ya que los valores son similares, a partir del día 60 se observan diferencias estadísticamente significativas entre el T2 (Biol) el T1(Testigo) y T3(Compost), siendo T2 (Biol) que obtiene los mayores valores de crecimiento en los días 75 y 90.

Figura 5

Gráfico de interacción y 95.0% de Tukey H SD

Interacciones y 95.0% de Tukey HSD

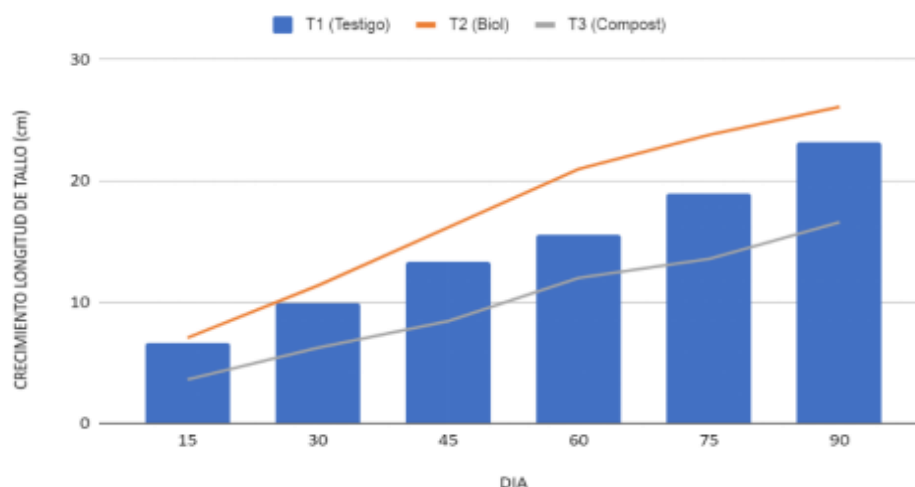


En la figura 6, se observa el crecimiento de longitud de tallo a lo largo de los 90 días de investigación, visualizándose que el tratamiento que mayor tendencia de crecimiento tuvo durante este periodo fue el T2 (Biol) cuya longitud promedio de longitud de tallo inicial fue

de 7,05 cm y final de 26,1 cm, obteniendo un crecimiento de 19,05 cm durante el periodo de la investigación, Para el T1 (Testigo) se tuvo una longitud promedio de tallo inicial de 6,66 cm y final de 23,23 cm, teniendo un crecimiento de 16,57 cm durante la investigación.

Figura 6

Comparación del crecimiento de longitud de tallo entre T1(Testigo), T2(Biol) y T3(Compost) durante la investigación



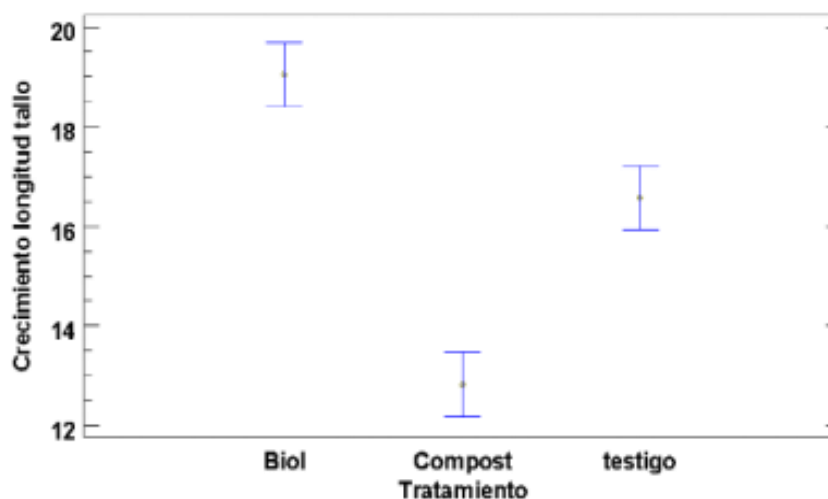
En la Figura 7 gráfico de medias se puede observar que el T3 (Compost) presenta menores valores de media en el crecimiento de longitud de tallo que el

T2 (Biol), siendo la diferencia estadísticamente significativa, lo que indica que hay un efecto positivo del biol en el crecimiento de la longitud de tallo en las plántulas de cacao.

Figura 7

Gráfico de medias para el crecimiento longitud tallo

Medias y 95.0% de Tukey HSD



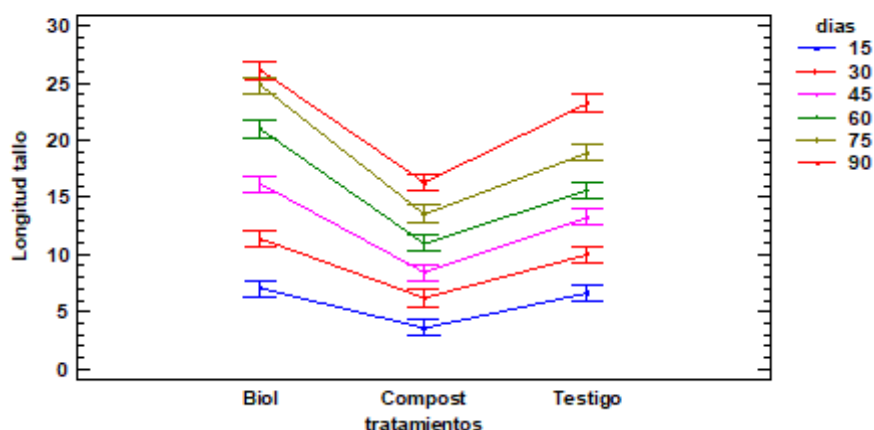
En la figura 8 se muestra la interacción entre dos variables, el tipo de tratamiento y su efecto en el crecimiento de longitud de tallo en el periodo de 90 días y la interacción de los tratamientos, teniendo 6 intervalos de tiempo con 15 días cada uno (día 15, 30, 45, 60 y 90) periodos en los que se realizaron las mediciones, así mismo se muestran los valores máximos y mínimos de crecimiento que obtuvieron los

tratamientos durante cada periodo. Se observa que el mayor crecimiento de longitud de tallo lo obtuvo el T2 (Biol) en todo el periodo de la investigación, obteniendo diferencias estadísticamente significativas con T1 (Testigo) y T3 (Compost), consiguiendo las mayores diferencias de crecimiento en los días 75 y 90 con medias de crecimiento 23,79 y 26,1 cm respectivamente.

Figura 8

Gráfico de interacción y 95.0% de Tukey H SD

Interacciones y 95.0% de Tukey H SD

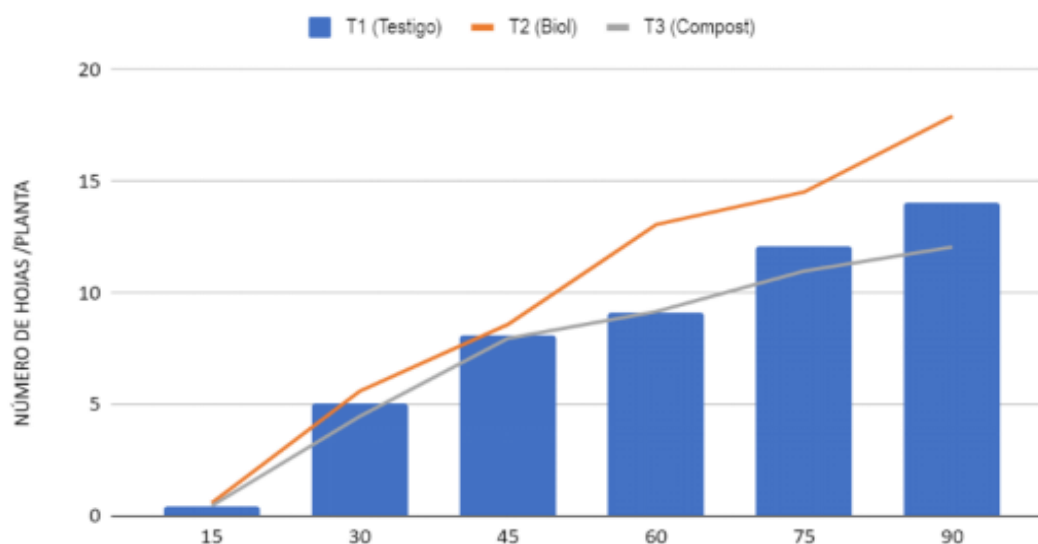


En la figura 9 al igual que, altura y diámetro, el T2 (Biol) muestra mayor efecto en el número de hojas el T2, en la figura 11, se observa al T1 (Testigo) con un promedio máximo 14,05 hojas por planta, el T2 (Biol) con un promedio máximo de

17,93 hojas por planta siendo así el tratamiento que obtuvo el mayor valor en el crecimiento de número de hojas, siendo más observables las diferencias de crecimiento desde el día 45 hasta el día 90.

Figura 9

Comparación del crecimiento de número de hoja entre T1(Testigo), T2(Biol) y T3(Compost) durante la investigación



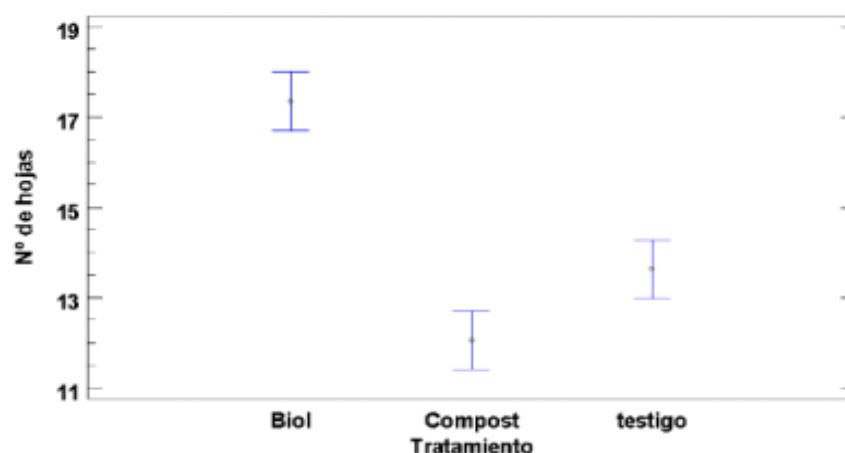
En la figura 10 se puede observar que en el T2 (Biol) su crecimiento es mayor con respecto al número de hojas por planta en el periodo de 90 días, teniendo una diferencia estadísticamente significativa respecto al T1 (Testigo) y al T3

(Compost), el crecimiento del T2 (Biol) es de 17,35 hojas por planta, el del T1 (Testigo) de 13,6 hojas por plantas y el menor valor lo tiene el T3 (Compost) con 12,06 hojas por planta.

Figura 10

Gráfico de medias para número de hojas

Medias y 95.0% de Tukey HSD



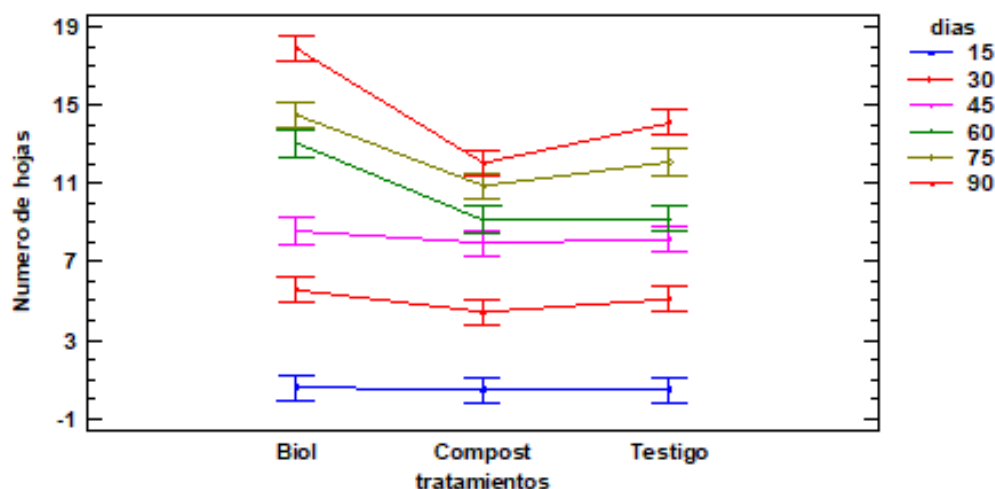
En la figura 11 se muestra la interacción entre dos variables, el tipo de tratamiento y su efecto en el número de hojas en el periodo de 90 días y la interacción de los tratamientos, teniendo 6 intervalos de tiempo con 15 días cada uno (día 15, 30, 45, 60 y 90) periodos en los que se realizaron las

mediciones, así mismo se muestran los valores máximos y mínimos de crecimiento que obtuvieron los tratamientos durante cada periodo. Se observa que la mayor media en número de hoja lo obtuvo el T2 (Biol) obteniendo sus mayores valores en los días 60, 75 y 90 de la investigación.

Figura 11

Gráfico de interacciones y 95.0% de Tukey HSD

Interacciones y 95.0% de Tukey HSD

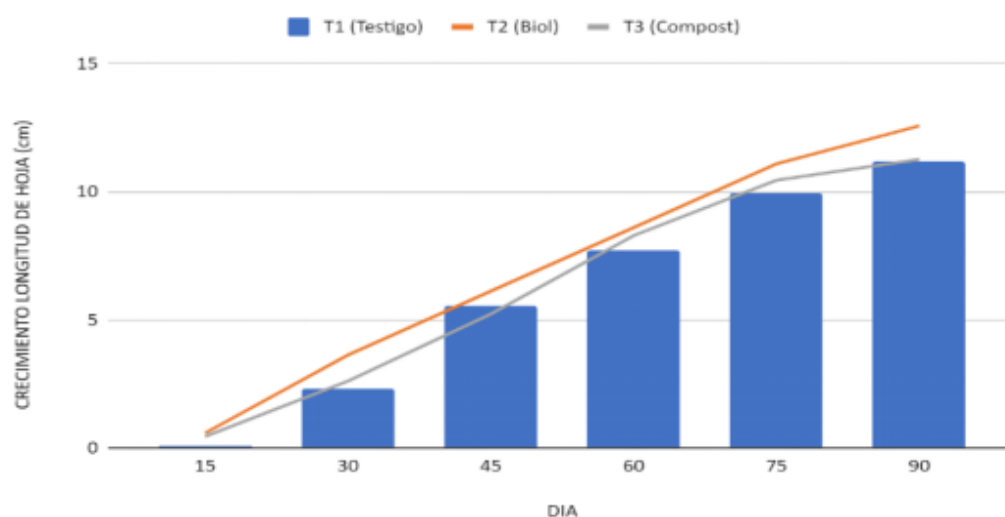


En la figura 12 se observa el crecimiento de longitud de hoja a lo largo de los 90 días de investigación, visualizándose que el tratamiento con mayor tendencia

a crecimiento durante este periodo fue el T2 (Biol) cuya longitud promedio de hoja inicial fue de 0,58 cm y final de 12,57 cm., obteniendo un crecimiento de 12,42 cm.

Figura 12

Comparación del crecimiento de longitud de hoja entre T1(testigo), T2(Biol) y T3 (compost)

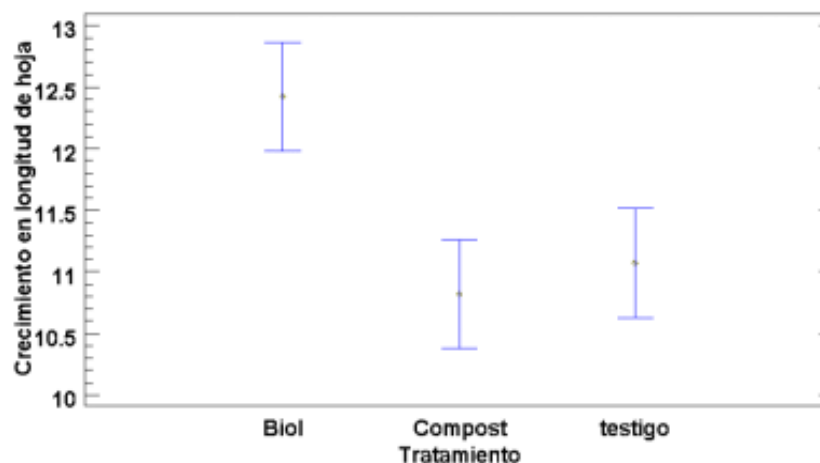


En la figura 13 gráfico de medias se puede observar que la media de crecimiento de longitud de hoja del T2(Biol) en el periodo de 90 días es superior a las medias de crecimiento obtenidas en T1(Testigo) y en el T3

(Compost) siendo este último tratamiento el que presenta el menor valor, la diferencia que se presenta entre el T2 (Biol) y los T1 y T3 es estadísticamente significativa.

Figura 13

Gráfico de medias para crecimiento en longitud de hoja
Medias y 95.0% de Tukey HSD

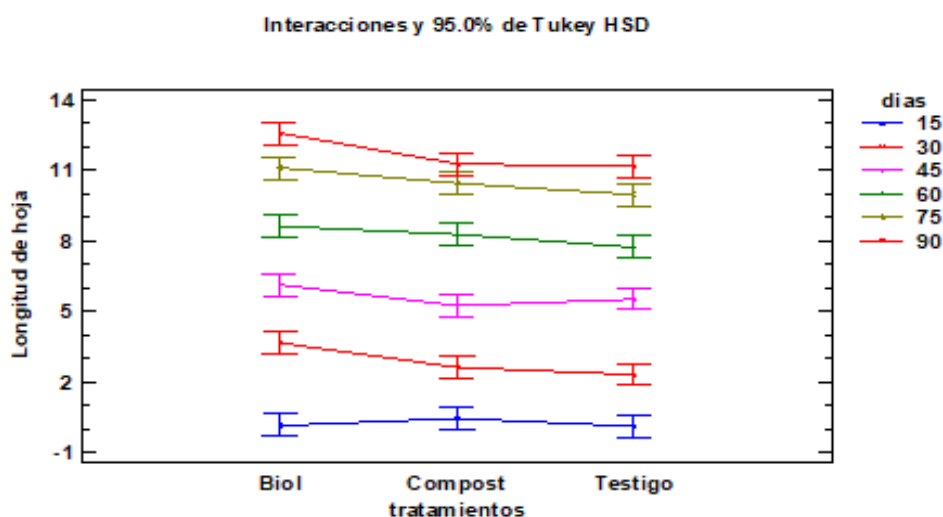


En la figura 14 se muestra la interacción entre dos variables, el tipo de tratamiento y su efecto en el crecimiento de longitud de hoja en el periodo de 90 días y la interacción de los tratamientos, teniendo 6 intervalos de tiempo con 15 días cada uno (día 15, 30, 45, 60 y 90) periodos en los que se realizaron las mediciones, así mismo se muestran los valores máximos y mínimos de

crecimiento que obtuvieron los tratamientos durante cada periodo. Se observan valores de crecimiento similares entre los tres tratamientos, siendo en el día 30 y 90 donde se presentaron las mayores diferencias de medias de longitud de hoja para el T2 (Biol), siendo superior al T1 y T3 obteniendo diferencias estadísticamente significativas.

Figura 14

Gráfico de interacciones y 95.0% de Tukey HSD



4. DISCUSIÓN

Mamilovich (2018) llevó a cabo un análisis comparativo entre dos tipos de abonos orgánicos, biol y estiércol de ovino, para evaluar su impacto en el crecimiento de plantones de cacao (*Theobroma cacao L.*), específicamente la variedad CCN-51. Los resultados indicaron que el tratamiento que combinó suelo agrícola con 1,5 litros de biol (T4) obtuvo la mayor altura

promedio en los plantones, con 0,59 cm, mientras que el testigo (T5) mostró la menor altura, con 0,44 cm. En cuanto al diámetro del tallo, también el tratamiento con biol (T4) superó a los demás con un promedio de 0,71 cm, mientras que el testigo presentó el valor más bajo (0,45 cm). Respecto al número de hojas, el testigo fue el que mayor cantidad registró (7,15 unidades), y el tratamiento T2 el que menos (6,51 unidades). Finalmente, en la medición



del área foliar, el tratamiento con biol destacó con un área de 174,05 cm², superando ampliamente al testigo, que alcanzó solo 126,35 cm². Por lo tanto, se concluyó que el uso de biol combinado con suelo agrícola proporcionó los mejores resultados en todos los parámetros evaluados.

De manera complementaria, Martínez (2018) investigó el efecto de distintas dosis de biol aplicado de forma foliar en plántulas de cacao en vivero. La investigación utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizado con 600 plántulas distribuidas en cuatro tratamientos: tres con diferentes concentraciones de biol (2.5%, 5% y 7.5%) y un testigo sin fertilización. Las aplicaciones se realizaron diez veces desde el séptimo hasta el día 70 tras la siembra. Los resultados mostraron que la dosis más alta de biol (7.5%) generó los mejores promedios en altura, diámetro y longitud del tallo, así como en número y tamaño de hojas, mientras que el testigo mostró los valores más bajos de desarrollo vegetativo.

Núñez y López (2020) investigaron los efectos comparativos de dos formulaciones de biol, una basada en estiércol bovino y otra en microorganismos de montaña frente a fertilización química (NPK) y un tratamiento control no fertilizado sobre el rendimiento productivo del cacao. Mediante un diseño experimental en bloques completamente aleatorizados con cuatro repeticiones, determinaron

que la aplicación del biol elaborado con estiércol bovino generó incrementos significativos en la longitud de ramas, diámetro del tallo y desarrollo de ramificaciones laterales. En contraste, la fertilización química indujo una mayor formación de cojines florales y desarrollo foliar, en tanto que el biol con microorganismos de montaña destacó por estimular significativamente la producción de frutos.

López (2021) reportó un diámetro promedio del tallo de 0,64 cm a los 120 días en plantas de cacao tratadas con biol, cifra que coincide con los 0,68 cm observados a los 90 días en el presente estudio para el tratamiento con biol (T2). Angulo (2009) también concluyó que los bioabonos ricos en ácidos fúlvicos mejoran significativamente el diámetro de las plántulas respecto al testigo. Este patrón favorable se replicó en la longitud del tallo, con mejores resultados en las plantas tratadas con biol, lo cual está en línea con Garbanzo, Molina y Cabalceta (2016), quienes señalan que los abonos orgánicos que contienen ácidos húmicos incrementan la absorción de calcio y magnesio, mejorando el desarrollo vegetal.

En investigaciones sobre otros cultivos, como la de Vicente et al. (2014) en maíz, la aplicación de abonos orgánicos líquidos favoreció el crecimiento en altura. López (2021) también reportó un rango de altura promedio entre 23,33 y 27,15 cm a los 120 días en plantas de cacao con tratamiento de biol,



coincidiendo con el valor máximo de 26,1 cm a los 90 días obtenido en el presente trabajo. Noboa (2019) y Garbanzo et al. (2016) destacan que los abonos líquidos orgánicos promueven una acción rápida y positiva sobre la altura de las plantas, resultados que concuerdan con la evidencia del presente estudio, donde la aplicación de biol favoreció el crecimiento en altura de las plántulas de cacao.

López (2021) también documentó un incremento en el área foliar en plantas de cacao tratadas con biol durante la fase de vivero, hallazgo que se refleja en estudios similares, como el de Camacho (2015) en sorgo, donde se observó mayor área foliar y número de hojas. Esto confirma la importancia de los nutrientes presentes en el biol para el desarrollo temprano de plantas con características superiores. Varnero (2011) sostiene que el biol estimula actividades fisiológicas esenciales, como el enraizamiento y el desarrollo foliar, lo cual se traduce en un aumento significativo de biomasa vegetal.

Finalmente, Chávez (2012) subraya que el biol, siendo un producto orgánico, promueve el crecimiento y desarrollo fisiológico de las plantas. En concordancia, Martínez (2018) concluyó que la aplicación foliar de biol mejora significativamente parámetros como altura, diámetro y longitud del tallo, así como el número y tamaño de hojas, mientras que el tratamiento sin fertilizante evidencia índices medio de

desarrollo vegetativo, resultados que coinciden plenamente con los obtenidos en la presente investigación.

5. CONCLUSIONES

6. Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que la aplicación foliar de biol cada 15 días durante 90 días incrementó significativamente ($p < 0.05$) el crecimiento de plántulas de *Theobroma cacao* L. en condiciones de vivero, evidenciándose aumentos del 14.9% en longitud de tallo (19.05 cm vs 16.57 cm del control) y 27.6% en número de hojas por planta (17.93 vs 14.05 del control), además de mejoras significativas en diámetro del tallo y longitud foliar comparado con el tratamiento testigo. El biol superó consistentemente al compost en todos los parámetros morfométricos evaluados, con efectos diferenciales que se manifestaron principalmente a partir del día 60 de evaluación, sugiriendo un período de establecimiento necesario para la expresión completa de sus propiedades bioestimulantes. Estos hallazgos validan la eficacia del biol como alternativa de fertilización orgánica para la producción de plántulas de cacao de calidad en sistemas de vivero, contribuyendo al desarrollo de prácticas agrícolas más sostenibles en la región de Morropón-Piura y proporcionando evidencia científica para su implementación en programas de mejoramiento de la

productividad cacaotera mediante el uso de biofertilizantes líquidos fermentados. Futuras investigaciones deberían abordar la caracterización química y microbiológica del biol utilizado para identificar los componentes bioactivos responsables de los efectos observados, así como evaluar diferentes concentraciones y frecuencias de aplicación para optimizar su eficacia.

7. AGRADECIMIENTOS

A la municipalidad distrital de San Juan de Bigote, Morropón, Piura.

8. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

M. I. Torres-Chaname: El concepto del estudio, diseño, recolección e interpretación de datos, boceto inicial del artículo, revisión y aprobación de la versión final. M.J. Charcape-Ravelo: Revisión y edición del manuscrito para mejorar su calidad. C.A. Torres-Díaz: Contribuciones conceptuales, aportes intelectuales y teóricos al desarrollo del trabajo.

9. CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGULO, R. 2009. Evaluación de cuatro bioestimulantes comerciales en el desarrollo de plantas injertadas de

cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivar a nivel nacional. Ecuador. 99 p.

CAMACHO, M., CABALCETA, G., MOLINA, E. 2015. Efecto de las enmiendas líquidas en un utisol cultivado en sogo. Costa Rica. Agronomía Mesoamericana. Vol. 26. N° 2. ISSN 2215. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/scielo>. (Revisado el 24 de agosto del 2020).

Gallegos, T., Acosta, I., & Jara-Samaniego, J. (2022). Preparación de biol a partir de residuos orgánicos. Revista Red BioLAD, 6(1), 51-55. Obtenido de <http://www.revistaredbiolac.org/index.php/revistaredbiolac/article/view/28>

GARBANZO, G., MOLINA, E., CABALCETA, G. 2016. Efecto de la aplicación de enmiendas líquidas en el suelo y en el crecimiento de maíz bajo condiciones de invernadero. Revista Agronomía costarricense. ISSN:0377-9424. 33 – 53 p. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/> (Revisado el 23 de junio del 2024)

Gil Ramirez, L. A., Leiva Cabrera, F. A., Lezama Escobedo, M. K., Bardales Vasquez, C. B., & Leon Torres, C. (2023). Biofertilizante "biol": caracterización física, química y microbiológica. ALFA Revista de



- investigación en ciencias agronómicas y veterinarias, 7(20), 336–345.
doi:<https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/273>
- Gutiérrez Arce, F., Díaz Plasencia, S., Rojas Vásquez, Z., Gutiérrez Arce, W., & Vallejos Fernández, L. A. (2019). Elaboración de abono orgánico (biol) para su utilización en la producción de alfalfa (*Medicago sativa* v. *vicus*) en Cajamarca. REV. PERSPECTIVA, 20(4), 441–447.
doi:<https://doi.org/10.33198/rp.v20i2.00057>
- INIA. (2021). Elaboración y usos del BIOL en la producción sostenible de alimentos. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/bee98506-c6a1-4c1a-8901-7609d62d2bb6/content>
- López, J. (2019). Promoción del manejo del cultivo de cacao en los distritos de Padre Abad e Irazola. Ucayali.
- López, J. (2021). Efecto de bioles en el crecimiento de plántones de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero. Tesis, Tingo María-Perú.
- Mamilovich, L. (2018). EFECTO DEL BIOL Y ESTIERCOL DE OVINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO Y CRECIMIENTO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN EL VIVERO FORESTAL DE LA FACULTAD DE R.N.R. – UNAS. Tingo María.
- Martínez, A. (2018). EFECTO DE TRES DOSIS DE ABONO FOLIAR LIQUIDO “BIOL” EN LA FASE DE VIVERO DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.), EN LA JUNTA VECINAL DE PAMPA YURAC, DISTRITO Y PROVINCIA DE PADRE ABAD. PUCALLPA.
- Mendizabal, N. (2009). Estimación del potencial contaminante de las granjas porcinas y avícolas del estado de Yucatan. Revista Académica, 13–21.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2023a). Boletín Estadístico Mensual El Agro en Cifras. Mes: Diciembre 2022 [cuadros en Excel, Agrícola diciembre 2022, C. 18]. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI).
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4131406/Cuadros%20en%20Excel%20del%20bolet%C3%ADn%20%22El%20Agro%20en%20Cifras%22%20Diciembre%202022.zip?v=1676570940>
- Miranda Ruiz, E. (2018). EFECTO DE TRES TIPOS DE ABONO ORGÁNICO LÍQUIDO (BIOL), EN LA ETAPA DE DESARROLLO EN VIVERO DE BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita* C.Martius) EN PUCALLPA PERÚ. Revista científica institucional TZHCOEN, 10(3).
doi:<https://doi.org/10.26495/rtzh1810.327529>



Morales, O., Borda, A., Argandoña, A., Farach, R., García-Naranjo, L. y Lazo, K. (2015). La Alianza Cacao Perú y la cadena productiva del cacao fino de aroma. Serie Gerencia para el Desarrollo 49. ESAN Ediciones. <https://hdl.handle.net/20.500.12640/111>

NOBOA, F. 2019. Efecto de la aplicación de tres productos a base de bioles y fúlvicos sobre el crecimiento y desarrollo de plántones de cacao (*Theobroma cacao L.*) en la zona de Valencia. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. 2 p. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/>. (Revisado el 20 de agosto del 2022).

Núñez, J., & López, D. (2020). Caracterización de bioles y su efecto sobre parámetros morfológicos y componentes del rendimiento en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*). Puyo.

Ramos Agüero, D., & Terry-Alfonso, E. (2014). Generalidades de los

abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Cultivos tropicales, 35(4), 52-59. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193232493007>

THOMAS LAZAR, Taiz, L. y Zeiger, E. Fisiología vegetal. 3.ª ed., Annals of Botany, volumen 91, número 6, mayo de 2003, páginas 750-751, <https://doi.org/10.1093/aob/mcg079>

VICENTE, J., ASCENCIO, J., UGARTE, J., YZAQUIRRE, L. 2014. Efecto del Humusbol (Humato doble de potasio y fósforo) en el crecimiento del maíz en fase vegetativa. Venezuela. Bioagro. Vo. 26 N° 3. 143-152 p. ISSN 1316-3361. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/>. (Revisado el 13 de enero del 2025)