

ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria RECOA

Inducción floral por bioestimulación en el cultivo de cacao

(*Theobroma cacao* L.)

Floral induction by biostimulation in cocoa crops

(*Theobroma cacao* L.)

Carlos Enrique Machuca Pazmiño¹, ORCID <https://orcid.org/00009-0009-3495-800X>

Christian Alejandro Durán Mera^{1*}, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2376-7522>

Juan Pablo Zambrano Bosquez¹, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8831-3460>

¹Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil, Ecuador.

*Autor de correspondencia. christian.duranm@ug.edu.ec

Recibido: 19 octubre 2023

Aprobado: 05 diciembre 2023

Publicado: 31 diciembre 2023

RESUMEN

El cacao en el Ecuador representa uno de los cultivos de mayor importancia económica a nivel nacional. El cacao al igual que otros cultivos puede comprometer su producción por diversos factores tanto bióticos como abióticos y para ello se han implementado la aplicación de varios productos con la finalidad de aumentar su producción. El objetivo de la investigación fue evaluar la inducción floral en respuesta de la aplicación de bioestimulantes. La presente investigación se realizó en el cantón Santa Rosa de la provincia El Oro en una plantación de cacao variedad "CNN-51" con siete años de haber sido sembrada. Los tratamientos utilizados fueron: testigo, ácido fúlvico, extracto de algas marinas + citoquinina, aminoácidos y aminoácidos + citoquinina, todos los tratamientos se aplicaron vía foliar. Posterior a los 30 días de la aplicación se evaluaron las variables del número de: cojinetes

florales (CF), flores por cojinete floral (FCF), flores abiertas (FA) y frutos cuajados (FC). Los resultados obtenidos demostraron que con la aplicación del bioestimulante de aminoácidos + citoquininas se obtuvieron los promedios más altos en las 4 variables evaluadas en comparación con el testigo. En las variables CF, FCF, FA y FC se obtuvo 107, 15, 12 y 3 respectivamente. De nuestra investigación podemos concluir que los bioestimulantes participan o estimulan determinados procesos fisiológicos de las plantas, como se demostró en nuestra investigación.

Palabras claves: Cacao; estimulación floral; nutrición vegetal.



ABSTRAC

Cocoa in Ecuador represents one of the crops of greatest economic importance at the national level. Cocoa, like other crops, can compromise its production due to various biotic and abiotic factors and to this end, the application of various products has been implemented in order to increase its production. The objective of the research was to evaluate floral induction in response to the application of biostimulants. The present investigation was carried out in the Santa Rosa canton of the El Oro province in a cocoa plantation variety "CNN-51" that had been planted for seven years. The treatments used were: control, fulvic acid, seaweed extract + cytokinin, amino acids and amino acids + cytokinin, all treatments were applied foliarly. After 30 days of application, the variables of the number of: floral pads (CF), flowers per floral pad (FCF), open flowers (FA) and set fruits (FC) were evaluated. The results obtained demonstrated that with the application of the biostimulant of amino acids + cytochianins, the highest averages were obtained in the 4 variables evaluated compared to the control. In the variables CF, FHR, FA and FC, 107, 15, 12 and 3 were obtained respectively. From our research we can conclude that biostimulants participate in or stimulate certain physiological processes in plants, as demonstrated in our research.

Keywords: Cocoa; floral stimulation; vegetal nutrition.

1. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es nativo de Sur América y uno de los cultivos tropicales perennes de mayor importancia, producido por pequeños agricultores, que impulsan la economía de varios países en vías de desarrollo (Perú, Ecuador, Colombia, Costa Rica, Honduras, México). Su producción es utilizada en su mayoría para la fabricación de chocolate (Bridgemohan *et al.*, 2016 ; Zhang y Motilal,

2016). Posee capacidad antioxidante y el contenido de compuestos como polifenoles, los cuales están vinculados con potenciales beneficios para la salud. Además, posee otros compuestos orgánicos de utilidad farmacológica, por ejemplo, la cafeína, la teofilina y la teobromina (Waizel *et al.*, 2012). La Organización Internacional de cacao (ICCO, 2021), indicó que el área total del cultivo en el mundo es de 12,315,836 hectáreas, donde los tres países con mayor área de producción son Costa de Marfil, Indonesia y Ghana. En América Latina y el Caribe (ALC), este cultivo está presente desde México hasta Brasil, este último país cuenta con la mayor área cosechada 588,501 ha⁻¹ y es el sexto país a nivel mundial, seguido por Ecuador, Colombia, República Dominicana y Perú.

En el año 2021 el Ecuador se obtuvo una producción de 302,094 toneladas de cacao en grano aumentando su producción en aproximadamente un 15,6 % con un rendimiento de 621,8 kg ha⁻¹ y un total de área cosechada de 543,547 ha⁻¹ lo cual "representa tan solo 5 % de la producción mundial y el 70 % de la producción mundial de cacao fino de aroma" (FAOSTAT, 2021).

El cultivo de cacao alcanza su madurez productiva después de los tres años de su establecimiento en campo, tiempo a partir del cual su fenología es influenciada por la humedad del suelo, distribución de las lluvias, sombra y manejo del cultivo, que inciden sobre el ritmo de la floración y cosecha. Esta planta, se caracteriza por presentar durante su vida productiva abundantes flores, a lo largo del tronco y ramas (Mejía y Arguello, 2000).

Según du-Jardin (2015) manifiesta que los bioestimulantes son compuestos derivados de extractos de plantas que pueden contener fitohormonas o microorganismos, suelen



utilizarse para aumentar el rendimiento cuando dos o más reguladores vegetales se combinan con otras sustancias (aminoácidos, nutrimentos, vitaminas, entre otros), estos compuestos aumentan la actividad enzimática y la energía de la planta, generalmente haciéndola más resistente al uso moderno de fertilizante.

De acuerdo con Villanueva (2019) indica que los ácidos fúlvico actúan como bioestimulante al catalizar procesos bioquímicos de la planta además de fomentar o promover la formación de ácidos nucleicos, se ha demostrado que ayuda a la absorción y traslocación de nutrientes vía foliar incluso estimulan al crecimiento general de la planta.

Los extractos de algas marinas se usan en agricultura por sus componentes bioactivos únicos y sus efectos; tienen propiedades fitoestimulantes que provocan un aumento en el crecimiento vegetal, mejora en la absorción de minerales, la floración y el rendimiento de muchos cultivos (Salazar *et al.*, 2022).

Los aminoácidos son bioestimulantes que influyen en el equilibrio fisiológico de la planta por su aporte de sustancias proteínicas que actúan como catalizadores de crecimiento a través de mecanismos enzimáticos y regulan el contenido hídrico de la planta (Arriaga, 2006).

La citoquininas, son un grupo de fitohormonas, que cumplen la función de estimular la división y la diferenciación celular, para la formación de órganos vegetales como raíz, hojas, flores y posteriormente la formación del fruto. Existe una mayor concentración en frutos jóvenes en formación, estas actúan como un facilitador de la demanda de nutrientes en el transporte de savia elaborada en el floema (Alcantara, 2019).

Estudios realizados por Rodríguez-Arrobo *et al.* (2023) demostraron que la utilización de ácidos húmicos, fúlvicos, algas marinas en diferentes combinaciones promovieron el desarrollo de diferentes variables agronómicas en el cultivo de cacao, además de mejorar los valores nutricionales de N, P, K, Zn, Mn, Mg, Ca y Fe a nivel foliar.

Por esta razón, el objetivo de la investigación fue evaluar la inducción floral en respuesta de la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de cacao clon CCN-51.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se la realizó en la finca “Las Zuriaga” en el sitio Estero Medina perteneciente al cantón Santa Rosa, provincia de El Oro-Ecuador, durante los meses de diciembre del año 2022 a marzo del año 2023, localizada en una altitud de 100 m.s.n.m y posesionada geográficamente en las coordenadas 3° 50 '41" latitud Sur y 79° 93' 09" longitud. La temperatura media anual es de 23 °C, con precipitación promedio de 1100 mm, humedad relativa entre los 52% a 80 %, con un promedio de 52 horas luz mensual.

Se utilizó una plantación de cacao con un área de 1,8 ha⁻¹ sembradas con el clon CCN-51, la cual tiene siete años de haber sido plantada, con un distanciamiento entre planta e hilera de 2,6 m x 2,6 m respectivamente. Además, no se realizó ningún tipo de poda.

Diseño experimental

El estudio se lo realizó mediante un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y tres repeticiones. Para determinar las diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad y se utilizó el software estadístico Infostat 2020.



Tabla 1. Especificaciones del área experimental.

Parámetros	Um.	Cantidad
Total de unidades experimentales	u	15
Número de tratamientos	u	5
Número de repeticiones	u	3
Distancia entre planta	m	2,60
Distancia entre hilera	m	2,60
Número de plantas útiles	-	3 plantas
Número de plantas por tratamiento	-	12 plantas
Número total de plantas por tratamiento	-	180 plantas
Distanciamiento entre tratamiento	m	6
Distancia entre bloque	m	6
Área por tratamiento	m ²	81,12
Área total del ensayo	m ²	2721,60

Tabla 2. Tratamientos evaluados en la investigación.

Tratamientos	Bioestimulantes	Dosis ha ⁻¹
1	Testigo	-
2	Ácido fúlvico	1 kg
3	Extracto de algas marinas + citoquinina	250 g + 250 g
4	Aminoácidos	500 g
5	Aminoácidos + citoquinina	500 g + 250 g

Manejo del experimento:

Para la determinación de la fertilidad del suelo se realizó un análisis y se recolectó diez submuestras que fueron depositadas en un balde plástico hasta obtener 1 kg y posteriormente ser analizada en el laboratorio del INIAP-Litoral Sur-Ecuador, dichos resultados de las características físico-químicas del sitio experimental se ven reflejados en la (Tabla 3).

Tabla 3. Resultado del análisis de suelo del sitio experimental

Criterio	Unidad	Resultado	Valor
Textura	%	Arena: 41	Franco
		Limo: 34	
		Arcilla: 25	
pH	PN	6	Medianamente ácido
Materia orgánica	%	0,70	Bajo
NH ₄	ug/ml	4	Bajo
P	ug/ml	14	Medio
K	meq/100 ml	0,36	Medio
Ca	meq/100 ml	11,46	Alto
Mg	meq/100 ml	3,71	Alto
S	ug/ml	9	Bajo
Zn	ug/ml	14,2	Alto
Cu	ug/ml	6,3	Alto
Fe	ug/ml	54	Alto
Mn	ug/ml	50	Alto
B	ug/ml	0,84	Medio

INIAP: 2022 - 9342

La fertilización se la realizó en el mes de diciembre del año 2022 y en función a los requerimientos nutricionales del cultivo tomando como referencia lo indicado por (NUTRESA, 2021) y en función a los reportes del análisis del suelo (Tabla 1), como fuentes de fertilizantes para satisfacer las necesidades del cultivo fueron: Urea 442,73 kg ha⁻¹, Fosfato diamónico 113,04 kg ha⁻¹ y Muriato de potasio 333,33 kg ha⁻¹, aplicándolos mediante una mezcla uniforme mediante una sola aplicación (100 %) de forma manual. Luego se realizó la aplicación de los bioestimulantes con una bomba a mochila de 20 L vía foliar a los 30 días después de haber realizado la aplicación de fertilizantes, la dosis y composición de cada bioestimulantes se reflejan en la (Tabla 2; Tabla 4).



Tabla 4. Composición de los bioestimulantes utilizados en la investigación.

Nombre	Composición	Cantidad
Ácido fúlvico	Ácido fúlvico	55 % (p/p)
	Aminoácidos	10 % (p/p)
	Materia orgánica	5 % (p/p)
	Carbono orgánico	5 % (p/p)
	Nucleótido	1 % (p/p)
	Ácido glutámico	1 % (p/p)
	Betaína	1 % (p/p)
	Proteína bruta	22 % (p/p)
	Extracto de algas	100 % (p/p)
	Extracto de algas marinas	Nitrógeno total
Fósforo (P ₂ O ₅)		5 % (p/p)
Potasio (K ₂ O)		17 % (p/p)
Materia orgánica		45 % (p/p)
Ácido algínico		30 % (p/p)
Aminoácidos totales	5 % (p/p)	
Citoquininas	Citoquininas	3,0 g/L p/v
	Nitrógeno (N)	13,62 %
	Fósforo (P ₂ O ₅)	<0,1 %
Aminoácidos	Potasio (K ₂ O)	<0,1 %
	pH	5-6
	Aminoácidos	80 %

Agrosver S.A

Variables evaluadas:

Las variables evaluadas durante la investigación fueron: número de cojinetes florales, cojinetes florales por flor (N°), número de flores abiertas, número de frutos cuajados (Figura. 1). Además, los datos se registraron a los 30 y 40 días después de la aplicación de los bioestimulantes en cada uno de los tratamientos.



Figura 1. Cojinetes florales (A); flores por cojinetes (B); flores abiertas (C); fruto cuajado (D). Fuente: Google Images.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de cojinetes florales:

Los promedios del número de cojinetes florales se presentan en la (Figura. 2) reflejando en el análisis de varianza que existe significancia estadística, con un coeficiente de variación de 7,74 % con respecto a los 40 días después de la aplicación.

Como resultado de esta variable el ácido fúlvico obtuvo la mayor cantidad de cojinetes florales con un promedio de 112 valor superior a lo reportado por Bravo (2019) quién aplicó un biocarbono sobre la absorción de cadmio en la productividad de cacao y obtuvo un promedio de 87 cojinetes florales. Además, Tarazona (2021) menciona que los ácidos fúlvicos estimulan el crecimiento acelerado de las plantas por medio del transporte activo de nutrientes a nivel membrana celular, promoviendo la división celular, aumentado el vigor y estimulando la floración de las plantas.

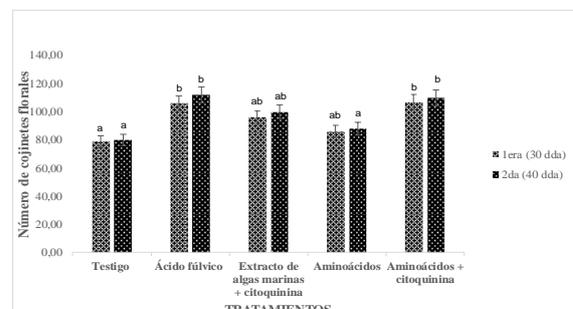


Figura 2. Número de cojinetes florales por efecto de la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de cacao clon CCN-51. Letras distintas son estadísticamente diferentes de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidad.

Cojinetes florales por flor (N°):

Los promedios del número de flores por cojinete floral se presentan la (Figura. 3), se pudo determinar que hubo diferencia estadística significativa, con un coeficiente de variación de 11,80 % con respecto a la evaluación de los 40 días después de la aplicación.

El tratamiento de aminoácidos + citoquininas obtuvo el mejor promedio con un valor de 18 flores por cojinete floral esto coincide con Terralia (2014) en donde indica que los aminoácidos poseen una acción de promover los procesos metabólicos en las fases de brotación, floración, fructificación de los cultivos; además a lo manifestado por Mok (1994) quién indica que las citoquininas se involucran en la división celular, desarrollo de brotes y el antagonismo de la senescencia.

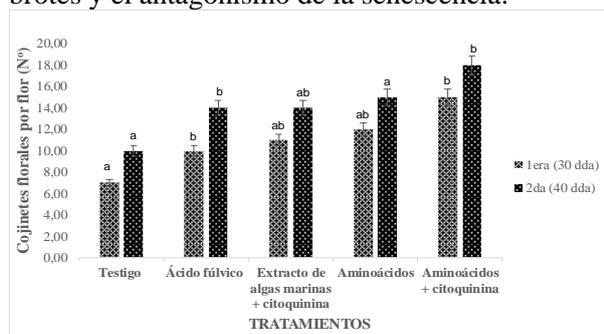


Figura 3. Número de cojinetes florales por flor por efecto de la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de cacao clon CCN-51. Letras distintas son estadísticamente diferentes de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidad.

Número de flores abiertas:

En el resultado de los promedios del número de flores abiertas como se presentan en la (Figura. 4) se logró determinar que hubo diferencia

estadística significativa, con un coeficiente de variación de 24,63 % con respecto a la evaluación de los 40 días después de la aplicación.

Con el tratamiento aminoácidos + citoquinina se obtuvo la mayor cantidad de flores abiertas con un promedio de 15, esto concuerda con Sanabria (2014) donde menciona que los aminoácidos ayudan a las plantas a mejorar la floración y cuajado de frutos, al igual a lo indicado por Fichet (2017) que las citoquininas ayudan a la división celular e inducción floral.

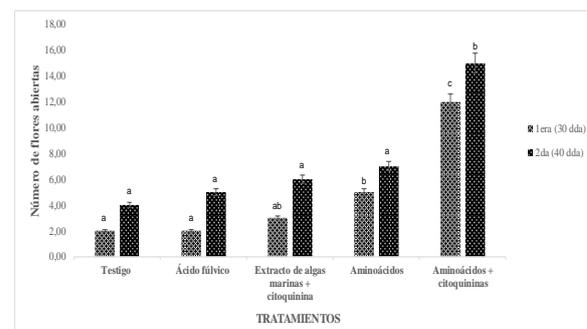


Figura 4. Número de flores abiertas por efecto de la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de cacao clon CCN-51. Letras distintas son estadísticamente diferentes de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidad.

Número de frutos cuajados:

El promedio de número de frutos cuajados se muestra en la (Figura. 5) se determinó que hubo significancia estadística con un coeficiente de variación de 16,35 % con respecto a la evaluación de los 40 días después de la aplicación.

El tratamiento de aminoácidos + citoquinina fue el mejor con un promedio de 7 frutos cuajados valor superior a la investigación realizada por Montoya (2022) quién aplicó algas marinas en dosis de 25 ml en el clon CCN-51, cantón Urdaneta y obtuvo un promedio de 1 fruto cuajado. Por otro lado, un trabajo realizado por León (2015) quién utilizó un producto orgánico Bioplus en dosis de 12 cc/L y obtuvo 12 frutos



cuajados con el clon de cacao CCN-51 en el cantón Quininde, provincia de Esmeraldas.

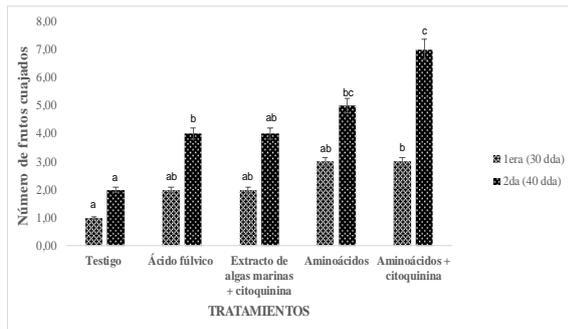


Figura 5. Número de frutos cuajados por efecto de la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de cacao clon CCN-51. Letras distintas son estadísticamente diferentes de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidad.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la inducción y comportamiento floral del cacao clon CCN-51 en esta investigación, se pudo determinar que con la aplicación de aminoácidos + citoquinina hubo una respuesta numéricamente diferente en las variables: cojinetes florales por flor (N°), número de flores abiertas y número de frutos cuajados, mientras que en la variable número de cojinetes florales fue con el tratamiento de ácidos fulvicos.

En función de los resultados se deberían evaluar otros materiales de cacao en meses y zonas diferentes a lo realizado en esta investigación, además continuar con evaluaciones de variables productivas.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores: Carlos Enrique Machuca Pazmiño participó en la fase de campo y recolección de los datos de cada variable. Christian Alejandro Durán Mera participó en el diseño de la investigación; revisión bibliográfica, análisis e interpretación de los

datos, preparación y edición del manuscrito. Juan Pablo Zambrano Bósquez participó en la edición del manuscrito, corrección de estilo y revisión del contenido del manuscrito.

Referencias bibliográficas

- Alcantara Cortes, J., Godoy Jovanna, A., Alcántara Cortés, J. D., & Sánchez Mora, R. M. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *NOVA*, 32(17), 109-129. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>
- Arriaga Duran, F. (2006). Efectividad biológica de dos aminoácidos en la calidad de plántulas de chile pimiento marrón cv "Capistrano". Mexico: Tesis de grado.
- Bravo Medina, C. A., Alemán Pérez, R. D., Freile Almeida, J. A., Reyes Morán, H. F., Andino Inmunda, M. W., Alba Rojas, J. L., . Ibarra, E. M. (2019). Evaluación del uso de un biocarbono sobre la absorción de cadmio del suelo y la productividad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonía ecuatoriana. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 2(1), 06-15. doi:<https://doi.org/10.46380/rias.v2i1.33>
- Bridgemohan, P., Sharief Mohamed, M. E., Mohammed, M., Singh, K., & Hemsley Bridgemohan, S. R. (2016). The Application of BBCH Scale for Codification and Illustrations of the Floral Stages of Caribbean Fine Cacao *Theobroma cacao* L. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 6, 1-10. doi:10.17265/2161-6256/2016.01.001
- du-Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14.





- doi:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- FAOSTAT. (2021). *Cultivos y productos de ganadería Cantidades de producción de cacao por país*. Obtenido de <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Fichet Lagos, T. (2017). *INTAGRI*. Obtenido de Fitohormonas y Reguladores del Crecimiento Vegetal: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/biosintesis-de-las-fitohormonas-y-reguladores-de-crecimiento>
- ICCO. (2021). *Produccion de granos de cacao*. Obtenido de https://www.procomer.com/alertas_comerciales/exportador-alerta/icco-predice-deficit-mundial-de-cacao-en-la-actual-temporada-2021-22/
- León Vivar, E. E. (2015). Eficacia del bioplus en diferentes dosis de aplicación para aumentar el número de frutos cuajados en una plantación de cacao (*Theobroma cacao*, L.). 1-117. Riobamba, Ecuador: Tesis de pregrado. Obtenido de <http://dspace.espe.edu.ec/bitstream/123456789/4342/1/TESIS-ELOY%20LE%20E%20VIVAR.pdf>
- Mejía Flores, L. A., & Arguello Castellanos, O. (2000). *Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao*. Bucaramanga, Colombia: Corpoica. Obtenido de <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3832/1/220.1.pdf>
- Mok, M. C. (1994). *Cytokinins and Plant Development — An Overview*. Boca Raton. doi:<https://doi.org/10.1201/9781351071284>
- Montoya Naranjo, A. G. (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 Los Ríos. 37. Guayaquil, Ecuador: Tesis de grado. Obtenido de <chrome-extension://efaidhhttp://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/63738/1/TESIS%20FINAL-MONTOYA%20NARANJO%20AXEL%20GIUSEPPE.pdf>
- NUTRESA. (2021). *Modelo productivo para el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) nutrición y fertilización*. Medellín, Colombia. Obtenido de <https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2021/08/PDF-WEB-FOLLETO-NUTRICION-Y-FERTILIZACION.pdf>
- Rodríguez-Arrobo, T., Cajamarca-Crespo, K., Barzueeta-Unda, S., Luna-Romero, A., & Villaseñor-Ortiz, D. (2023). *Efectos de bioestimulantes en el crecimiento morfológico de plántulas de cacao en etapa de vivero*. *Manglar* 20(2): 117-122 (2023). <https://orcid.org/0000-0001-8463-8965>
- Salazar Salazar, W., Monge Pérez, J. E., & Loría Coto, M. (2022). Aplicación foliar de extracto de algas y fertilizantes en pimiento (*Capsicum annuum*). *UNED Research Journal*, 14(2), 1-12. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/365153105_Aplicacion_foliar_de_extracto_de_algas_y_fertilizantes_en_pimiento_Capsicum_annuum
- Sanabria, H. (2014). *Hortalizas*. Obtenido de Beneficios de aminoácidos ante situaciones de estrés del cultivo: <https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/beneficios-de-aminoacidos-ante-situaciones-de-estres-del-cultivo/?amp>
- Tarazona. (2021). *Ácidos Húmicos y fúlvicos*. Obtenido de <https://www.antoniotarazona.com/blog/a>





- gricoltura/ácidos-húmicos-y-fulvicos-agricultura-moderna-y-sostenible/Terralia. (2014). *Los aminoácidos y su interacción con los vegetales*. Obtenido de <https://aefa-agronutrientes.org/wp-content/uploads/entrevista-a-vicente-lopez-sobre-aminoacidos-vegetales-2.pdf>
- Villanueva Reategui, D. J. (2019). Effect of foliar fertilizers on the performance of the purple corn variety improved pmv-581 (*Zea mays* l.) in conditions edafoclimáticas de Cayhuayna –2017. *Revista Investigación Agraria*, 1, 42-45. doi:<https://doi.org/10.47840/ReInA20195>
- Waizel Haiat, S., Waizel Bucay, J., Magaña Serrano, J. A., Campos Bedoya, P., & Esteban Sosa, J. E. (2012). Cacao y chocolate: seducción y terapéutica. *Anales medicos*, 57(3), 236-245. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/abc/bc-2012/bc123k.pdf>
- Zhang , D., & Motilal , L. (2016). Origin, Dispersal, and Current Global Distribution of Cacao Genetic Diversity. *Cacao Diseases*. Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-24789-2_1

