



## Efecto de distintos niveles de fertilización en el comportamiento agronómico del fréjol Caupí INIAP-463

### Effect of different fertilization levels on the agronomic performance of Cowpea bean INIAP-463

#### Autores

- ✉ <sup>1</sup>Karen Andrade Verduga
- ✉ <sup>2</sup>Rubén Darío Rivera Fernández
- ✉ <sup>3\*</sup>Edisson Wilfrido Cuenca Cuenca

<sup>1</sup>Maestrante del Programa de Maestría de Investigación en Agronomía mención: Agricultura Sostenible, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

<sup>2</sup>Carrera Agropecuaria, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, Ecuador.

<sup>3</sup>Departamento de Ciencias Agronómicas, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

\*Autor de correspondencia.

**Citación sugerida:** Andrade Verduga, K., Rivera Fernández, R. D., Cuenca Cuenca, E. W. (2023). Efecto de distintos niveles de fertilización en el comportamiento agronómico del fréjol Caupí INIAP-463. *La Técnica*, 13(2), 73-78. DOI: <https://doi.org/10.33936/latecnica.v13i2.5375>

Recibido: Diciembre 05, 2022

Aceptado: Mayo 12, 2023

Publicado: Junio 30, 2023

#### Resumen

La disponibilidad de nutrientes en el suelo es de mucha importancia, puesto que la carencia puede limitar significativamente el rendimiento del fréjol Caupí. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de distintos niveles de fertilización sobre el comportamiento agronómico del fréjol Caupí INIAP-463. Se estudiaron cinco niveles de N-P-K-S aplicados al fréjol Caupí INIAP-463: (T1) 37-3,2-31-9; (T2) 73-6,5-61-17; (T3) 110-9,7-92-26; (T4) 147-13,9-123-35; (T5) 183-16,2-153-43 kg·ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Además, se contó con un testigo al cual no se aplicó fertilizante. Los tratamientos se establecieron en un diseño de bloques completos al azar (DBCA). El cultivo se estableció a un distanciamiento de 1 m entre hilera y 0,5 m entre planta con dos plantas por sitio. Se midieron variables vegetativas como altura de la planta, diámetro del tallo y longitud de la guía; biomasa seca de la raíz, tallo y hoja; y productivas como el rendimiento (kg·ha<sup>-1</sup>), además, la eficiencia agronómica de NPKS. Las variables vegetativas no fueron afectadas significativamente ( $P>0,05$ ) por los tratamientos de fertilización probados. La biomasa seca de la planta (raíz, tallo y hojas) fueron influenciadas estadísticamente ( $P<0,05$ ) por las dosis de fertilización, donde los tratamientos T1 y T2 lograron los mayores promedios. El rendimiento fue afectado de forma significativa ( $P<0,05$ ) por la fertilización, donde el T1 alcanzó el mayor rendimiento de grano (2.702,9 kg·ha<sup>-1</sup>) con respecto a los demás tratamientos. Por otro lado, la menor dosis de fertilización incrementó la eficiencia agronómica. Los resultados encontrados permiten concluir que la producción del Caupí INIAP-463 está ligada a la cantidad de nutrientes adicionados donde 37(N)-3,2(P)-31(K)-9(S) kg·ha<sup>-1</sup> generó los mayores rendimientos.

**Palabras clave:** eficiencia agronómica; elementos nutritivos; rendimiento.

#### Abstract

The availability of nutrients in the soil is of great importance, since deficiencies can significantly limit the yield of Cowpea. The objective of the research was to evaluate the effect of different fertilization levels on the agronomic performance of Cowpea INIAP-463. Five levels of N-P-K-S applied to Cowpea INIAP-463 were studied: (T1) 37-3.2-31-9; (T2) 73-6.5-61-17; (T3) 110-9.7-92-26; (T4) 147-13.9-123-35; (T5) 183-16.2-153-43 kg·ha<sup>-1</sup> respectively. In addition, there was a control to which no fertilizer was applied. The treatments were established in a randomized complete block design (RCBD). The crop was established at a distance of 1 m between rows and 0.5 m between plants with two plants per site. Vegetative variables were measured as plant height, stem diameter and guide length; root, stem and leaf dry biomass; and yield (kg·ha<sup>-1</sup>), as well as NPKS agronomic efficiency. Vegetative variables were not significantly affected ( $P>0.05$ ) by the fertilization treatments tested. Plant dry biomass (root, stem and leaves) were statistically influenced ( $P<0.05$ ) by fertilization doses, where treatments T1 and T2 achieved the highest averages. Yield was significantly ( $P<0.05$ ) affected by fertilization, where T1 achieved the highest grain yield (2,702.9 kg·ha<sup>-1</sup>) with respect to the other treatments. On the other hand, the lower fertilization dose increased agronomic efficiency. The results found allow concluding that the production of Cowpea INIAP-463 is linked to the amount of nutrients added, being 37(N)-3.2(P)-31(K)-9(S) kg·ha<sup>-1</sup> the one that causes the highest yields.

**Keywords:** agronomic efficiency; nutrients; yield.

## Introducción

El fréjol Caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) es un importante cultivo de leguminosa que crece en todo el mundo, principalmente en las regiones tropicales y subtropicales (Kebede y Bekeko, 2020), este producto constituye una valiosa fuente de proteínas en la dieta de millones de personas (Boukar et al., 2019), así como también aporta con vitaminas, minerales y fibra dietética desempeñando un papel importante en la nutrición humana (Devi et al., 2015).

Según lo reportado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2021), en Ecuador el fréjol es cultivado en las regiones costa, sierra y oriente, teniendo un área sembrada de 31.350 ha, con una producción de 17.717 t y un rendimiento de 565 kg·ha<sup>-1</sup>, el cual se considera bajo en relación a lo que reporta Mendoza et al. (2013), puesto que ellos indicaron que los rendimientos superaron los 1.250 kg·ha<sup>-1</sup>. Esta afectación en el cultivo de fréjol se debe a que los productores no usan semilla de buena calidad, uso inadecuado de pesticidas, y a la escasa fertilización que se realiza al cultivo, siendo este último uno de los factores que mayormente afecta el rendimiento.

El fréjol a pesar de ser una planta que puede fijar nitrógeno atmosférico a través de las bacterias nitrificantes (Guzmán et al., 2021), este proceso puede ser afectado por factores del suelo y planta (Diatta et al., 2020), por lo que se debe suministrar en las cantidades requeridas por el cultivo, puesto que este nutriente interviene en el metabolismo de aminoácidos y proteínas, necesarios para la generación de follaje (Eckert et al., 2009) y crecimiento. Además del nitrógeno, es necesario aportar con la fertilización de los demás nutrientes que el suelo no pueda suministrarle a la planta. Bajo estos antecedentes se han encontrado que hay diferentes investigaciones de fertilización en fréjol, donde Quintero et al. (2018) reportaron que mediante la aplicación de bioestimulantes el rendimiento del fréjol aumentó significativamente en relación a las plantas que no llevaron ningún tipo de aplicación, en el mismo sentido, Serna et al. (2020) indicaron que para que el fréjol tuviera un mayor rendimiento fue necesario realizar una aplicación combinada de fertilización química y orgánica.

Por otra parte, en Ecuador, es escasa la información sobre estudios de la nutrición y fertilización en esta leguminosa, por lo que, se desconoce la cantidad real de nutrientes que se debe aplicar al fréjol basado en estudios de análisis químico del suelo y requerimiento del cultivo. Por lo anterior, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de distintos niveles de fertilización en el comportamiento agronómico del fréjol Caupí INIAP-463.

## Materiales y métodos

El experimento se realizó entre julio y noviembre de 2021 en la Finca Experimental Tigrillo, Universidad Laica Eloy Alfaro

de Manabí, Extensión Chone, ubicada en el Bijagual, parroquia Ricaurte, cantón Chone, localizada geográficamente a una latitud de 0,69819 y longitud de 80,09 y una altitud de 17 msnm. El sitio experimental cuenta con una época seca (junio a noviembre) y lluviosa (diciembre a mayo) bien definida, con una temperatura media anual de 23,4 °C, precipitación anual de 1.068,2 mm y humedad relativa media de 74%. Además, la presencia de formaciones montañosas circundante que aportaron a la formación del valle (Loor y Mendoza, 2022).

El suelo donde se desarrolló la investigación fue plano y profundo, de textura arcillosa en sus primeros 44 cm y estructura columnar y migajosa clasificado como Vertic Haplusters (Vera et al., 2017). Con un contenido químico de bajo en nitrógeno y alto en fósforo, potasio y azufre.

El material experimental fue fréjol Caupí INIAP-463 establecido a un distanciamiento de 0,5 m entre planta y 1 m entre hilera. En el cual se estudiaron cuatro dosis de fertilización a base de nitrógeno, fósforo, potasio y azufre (N-P-K-S); además, de un testigo con omisión de fertilización. En la tabla 1, se muestran las dosis aplicadas.

**Tabla 1.** Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Cantidad de nutriente en kg·ha <sup>-1</sup>			
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Azufre
T1	37	3,2	31	9
T2	73	6,5	61	17
T3	110	9,7	92	26
T4	147	13,9	123	35
T5	183	16,2	153	43
Testigo	0	0	0	0

Los tratamientos contaron con tres replicas, estos se distribuyeron en un diseño de bloques completamente al azar, debido al gradiente de fertilidad que poseen los suelos. Cada unidad experimental contó con 80 plantas, de las cuales se descartaron 44 por efecto borde, y de las 36 plantas restantes en forma aleatoria se seleccionaron 10 para la medición de las variables.

## Manejo del experimento

Previo a la siembra se preparó el terreno mediante el arado y rastrado del mismo. La siembra se realizó de manera directa usando dos semillas por sitio a un distanciamiento de 1 m entre hilera y 0,5 m entre plantas. Con el objetivo de evitar daños de insectos tierraeros las semillas fueron tratadas con thiodicarb en dosis de 20 cc·kg<sup>-1</sup>. Una vez germinadas se realizó controles de malezas periódicas evitando que interfiera con el cultivo. El control de insectos chupadores se realizó con aplicaciones de Imidacloprid en dosis de 1 cc·L<sup>-1</sup>. Para la fertilización se realizó un hoyo en el suelo donde se encontraba la zona radical de la planta, y se adicionó el fertilizante en cuatro fracciones (tabla 2)

debido a que se optimizó el proceso de absorción de nutrientes en plantas. Se efectuaron dos riegos por semana en función de los requerimientos hídricos del cultivo mediante riego localizado. La cosecha fue manual durante cuatro semanas y realizando dos pases de cosecha por semana.

**Tabla 2.** Fraccionamiento de la fertilización en función de los elementos nutricionales.

Fraccionamiento	Porcentaje de nutriente aplicado			
	N	P	K	S
1ra 10 dds	10	100	10	10
2da 20 dds	20	0	20	20
3ra 40 dds	30	0	30	30
4ta 55 dds	40	0	40	40

Abreviaturas: dds: días después de la siembra.

### Variables evaluadas

Variables vegetativas: la altura de planta fue registrada desde la base del tallo hasta el punto apical de la misma y se midió a los 20 y 30 días después de la siembra (dds). El diámetro del tallo (cm) se midió a los 20 y 30 dds, a los 20 cm de la base del tallo utilizando un vernier. La longitud de la guía se midió a los 20 dds, donde el dato fue registrado desde el tallo hasta el punto apical.

Biomasa seca del fréjol (g): las raíces, tallos y hojas fueron separadas y lavadas con agua destilada, para estimar esta variable, cada órgano se secó con papel absorbente para eliminar el exceso de agua y luego las muestras se colocaron en fundas de papel para ser secadas en una estufa a 70 °C hasta obtener biomasa constante, luego se registró la biomasa seca de cada muestra. El rendimiento (kg·ha<sup>-1</sup>) fue estimado con la suma de las cosechas realizadas durante cuatro semanas.

Eficiencia agronómica de nutrientes (AE): se expresó como la cantidad adicional de rendimiento del grano por unidad de nutriente aplicado (Baligar et al., 2001).

$$AE = \frac{\text{Rendimiento (Fertilizado)}(kg) - \text{Rendimiento (testigo)}(kg)}{\text{Cantidad de nutrientes aplicando (kg)}} \text{ kg kg}^{-1}$$

### Análisis de los datos

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza y la separación de medias con la prueba de Tukey (P<0,05). Además, se midió la asociación entre la variable eficiente agronómica y la dosis de fertilización. El procesamiento de los datos se realizó con el Software estadístico InfoStat versión 2018 (Di Rienzo et al., 2018).

### Resultados y discusión

En la tabla 3, se presentan los valores promedios de los parámetros vegetativos evaluados al fréjol Caupí INIAP-643 sometido a diferentes dosis de fertilizantes. Cada variable evaluada no mostró influencia estadística (P>0,05), lo que sugirió que las diferentes dosificaciones de fertilizante no provocaron cambios significativos en las variables vegetativas puesto que se presentaron valores similares a los alcanzados por el tratamiento testigo. Estos resultados difirieron a los encontrados por Kawaka et al. (2018), quienes concluyeron que el crecimiento del fréjol

se vio beneficiado cuando hubo aplicación química de nutrientes. La altura de la planta a los 20 dds presentó un promedio entre 27,3 y 29 cm y aumentó entre 47,3 y 49,3 cm a los 30 dds. El diámetro del tallo presentó un incremento de 0,5 cm entre 20 y 30 dds. La longitud de la guía presentó valores con variaciones muy leves con promedios entre 75,6 y 77,6 cm.

**Tabla 3.** Promedio de las variables vegetativas del fréjol Caupí INIAP-463 bajo la influencia de diferentes dosis de fertilización.

Dosis de N-P-K-S	Altura de la planta (cm)		Diámetro del tallo (cm)		Longitud de la guía (cm)
	20 dds	30 dds	20 dds	30 dds	20 dds
37-3,2-31-9	28,3	48,3	1,03	1,50	76,0
73-6,5-61-17	29,0	47,3	1,04	1,50	77,6
110-9,7-92-26	29,0	47,4	1,12	1,43	76,7
147-13,9-123-35	27,3	49,3	0,98	1,43	75,8
183-16,2-153-43	27,3	47,2	1,03	1,57	76,8
0-0-0-0	28,3	49,3	1,03	1,37	75,6
Probabilidad	0,9	0,90	0,60	0,70	0,9
Error estándar	1,8	2,65	0,05	0,10	1,8

A diferencia de las variables vegetativas la biomasa seca de la raíz, tallo y hoja presentaron diferencias estadísticas significativas (P<0,01), lo que sugirió la influencia de la dosis del fertilizante entre los tratamientos. Resultados similares fueron hallados por Kumar et al. (2022) cuando aplicó nutrientes a las plantas. En todas las variables se evidenció que la omisión de fertilización logró los menores promedios, mientras que los mayores promedios se lograron con la dosis 37-3,2-31-9 (N-P-K-S), y a medida que se incrementaron las cantidades de nutrientes los valores de las variables analizadas disminuyeron (tabla 4).

Con respecto a la variable productiva, el rendimiento fue influenciado significativamente (P<0,01) por las dosis de fertilización evaluadas, donde los valores mostraron consistencia con los encontrados en la tabla 4, dado que la dosis de 37-3,2-31-9 (N-P-K-S) alcanzó el mayor rendimiento con 2.702,9 kg·ha<sup>-1</sup> (tabla 5). Los resultados encontrados sugirieron que el cultivo de fréjol respondió positivamente a la fertilización con base a N-P-K-S, lo que concordó con lo propuesto por Mirbolook et al. (2021), quienes mencionaron que la aplicación de fertilizantes mejoró el crecimiento, rendimiento y calidad del fréjol. Sin embargo, esta investigación mostró que la aplicación excesiva de las dosis de fertilizantes provocó una disminución de la productividad, lo que se corroboró con lo encontrado por Li et al. (2019), puesto que proporciones inadecuadas de N, P y K afectaron la absorción y utilización de otros nutrientes, debido al desequilibrio que se generó (Xie et al., 2021; Saha et al., 2022), lo que afectó negativamente y redujo el crecimiento y rendimiento de las plantas.

Estos resultados fueron similares a los encontrados por Yin et al. (2018), quienes indicaron que la producción de semillas por vaina disminuyó significativamente con el aumento de las dosis

de fertilización. Por otra parte, Carvalho et al. (2018) indicaron que para poder nutrir a una planta eficientemente se debe realizar la fertilización en función a las necesidades del cultivo, con lo cual se pudo potenciar su productividad.

**Tabla 4.** Promedio de la biomasa seca de diferentes órganos del fréjol caupí INIAP 463 sometidos a la influencia de la dosis de fertilización.

Dosis de N-P-K-S	Biomasa de la raíz (g·pl <sup>-1</sup> )	Biomasa del tallo (g·pl <sup>-1</sup> )	Biomasa de la hoja (g·pl <sup>-1</sup> )
37-3,2-31-9	3,7 a	52,9 a	24,2 a
73-6,5-61-17	3,5 ab	48,5 ab	21,4 a
110-9,7-92-26	3,3 bc	44,4 bc	15,7 b
147-13,9-123-35	3,1 cd	41,7 c	13,9 b
183-16,2-153-43	2,9 cd	40,4 cd	11,4 bc
0-0-0-0	2,8 d	35,3 d	9,01 c
Probabilidad	<0,001	<0,001	<0,001
Error estándar	0,08	1,08	0,93

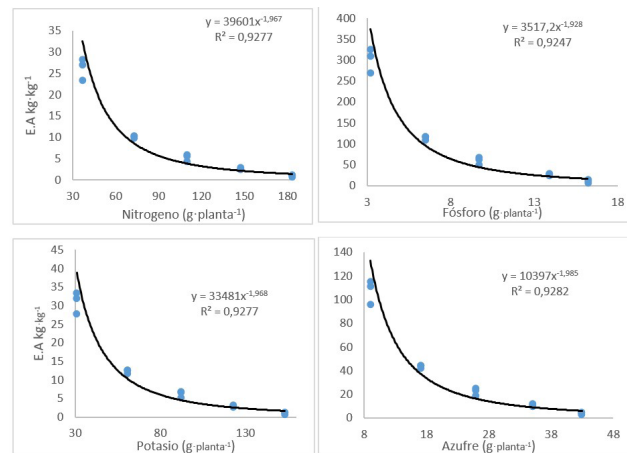
Letras diferentes en una misma columna indican diferencias estadísticas según Tukey al 0,05. Abreviaturas: pl= planta.

**Tabla 5.** Parámetros productivos de fréjol Caupí INIAP-463 sometido a diferentes dosis de fertilización.

Dosis de N-P-K-S	Rendimiento (kg·ha <sup>-1</sup> )
37-3,2-31-9	2.702,9 a
73-6,5-61-17	2.482,1 b
110-9,7-92-26	2.316,8 c
147-13,9-123-35	2.112,0 d
183-16,2-153-43	1.909,3 e
0-0-0-0	1.737,6 f
Probabilidad	<0,001
Error estándar	34,3

Letras diferentes en una misma columna indican diferencias estadísticas según Tukey al 0,05.

En la figura 1, se muestra la relación de la eficiencia agronómica en cada elemento y la cantidad de nutrientes aplicados al cultivo de fréjol INIAP-643; además, se observó el comportamiento potencial evidenciando que el incremento en la cantidad de nutrientes provocó una disminución de la eficiencia agronómica. El fósforo presentó la mayor eficiencia agronómica con 325 kg de grano por cada kg de P aplicado. El nitrógeno y potasio con similares comportamientos y el azufre con 112 kg·kg<sup>-1</sup>.



**Figura 1.** Relación de los elementos nutricionales aplicados al fréjol Caupí INIAP-463 y la eficiencia agronómica (EA).

Por el general la eficiencia agronómica disminuyó con el aumento de las dosis de aplicación de nutrientes (Argaw et al., 2015), lo que pudo ser provocado por algún desbalance nutricional del cultivo, originado a cambios en la constitución de la solución del suelo (Puentes-Páramo et al., 2014).

### Conclusión

El crecimiento del fréjol no se ve influenciado por las dosis de fertilización aplicadas; sin embargo, la fertilización obtuvo una respuesta de la planta cuando se evaluó la generación de biomasa seca, rendimiento y eficiencia agronómica de nitrógeno fósforo, potasio y azufre, presentando sus mejores resultados, cuando se aplicó la menor dosis de nutrientes (37-3,2-31-9 kg NPKS·ha<sup>-1</sup>), lo que sugiere que con un exceso de fertilización se provocaría un desbalance nutricional y se perjudica al desarrollo normal del fréjol.

### Referencias bibliográficas

Argaw, A., Mekonnen, E. and Muleta, D. (2015). Agronomic efficiency of N of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in some representative soils of Eastern Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, 1(1), 1074790. <https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1074790>

Baligar, V. C., Fageria, N. K. and He, Z. L. (2001). Nutrient use efficiency in plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32(7-8), 921-950. <https://doi.org/10.1081/CSS-100104098>

Boukar, O., Belko, N., Chamarthi, S., Togola, A., Batieno, J., Owusu, E., Haruna, M., Diallo, S., Lawan Umar, M., Olufajo, O. and Fatokun, C. (2019). Cowpea (*Vigna unguiculata*): Genetics, genomics and breeding. *Plant Breeding*, 138(4), 415-424. <https://doi.org/10.1111/pbr.12589>



- Carvalho, M. D., Nascente, A. S., Ferreira, G. B., Mutadiua, C. A. and Denardin, J. E. (2018). Phosphorus and potassium fertilization increase common bean grain yield in Mozambique. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22, 308-314. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n5p308-314>
- Devi, C. B., Kushwaha, A. and Kumar, A. (2015). Sprouting characteristics and associated changes in nutritional composition of cowpea (*Vigna unguiculata*). *Journal of Food Science and Technology*, 52, 6821-6827. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1832-1>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., y Robledo, C. W. InfoStat. (2017). *Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agropecuarias*. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Diatta, A. A., Thomason, W. E., Abaye, O., Thompson, T. L., Battaglia, M. L., Vaughan, L. J. and Lo, M. (2020). Assessment of nitrogen fixation by mungbean genotypes in different soil textures using  $^{15}\text{N}$  natural abundance method. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20(4), 2230-2240. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00290-2>
- Eckert, F. R., Kandel, H. J., Johnson, B. L., Rojas-Cifuentes, G. A., Vander-Wal, A. J., Deplazes, C. and Osorno, J. M. (2009). Row spacing and nitrogen fertilization effect on architectural traits and yield loss of dry bean varieties under direct harvest. *Annu. Rep. Bean Improv. Coop.*, 52, 126-127. [http://www.bic.uprm.edu/wp-content/uploads/2018/05/BIC\\_2009\\_volume\\_52.pdf](http://www.bic.uprm.edu/wp-content/uploads/2018/05/BIC_2009_volume_52.pdf)
- Guzmán Duchén, D. and Montero Torres, J. (2021). Interacción de bacterias y plantas en la fijación del nitrógeno. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 8(2), 87-101. <https://riiarn.umsa.bo/index.php/RIARn/article/view/194/174>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2021). *Boletín técnico de encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2021*. Unidad de Estadísticas Agropecuarias.
- Kawaka, F., Dida, M., Opala, P., Ombori, O., Maingi, J., Amoding, A. and Muoma, J. (2018). Effect of nitrogen sources on the yield of common bean (*Phaseolus vulgaris*) in western Kenya. *Journal of Plant Nutrition*, 41(13), 1652-1661. <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1458870>
- Kebede, E. and Bekeko, Z. (2020). Expounding the production and importance of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1), 1769805. <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1769805>
- Kumar, A. T., Somasundaram, E. and Thavaprakash, N. (2022). Influence of various organic nutrient sources on dry matter partitioning and physiological parameters of vegetable cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.). *Biological Forum—An International Journal*, 14(2), 1575-1579.
- Li, Z., Zhang, R., Xia, S., Wang, L., Liu, C., Zhang, R., Fan, Z., Chen, F. and Liu, Y. (2019). Interactions between N, P and K fertilizers affect the environment and the yield and quality of satsumas. *Global Ecology and Conservation*, 19, e00663. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00663>
- Loor-Palma, K. D. y Mendoza-Minaya, M. M. (2022). *Determinación de las características físicas del suelo de la Finca Experimental Tigrillo de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone*. Tesis de Licenciatura. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Chone, Ecuador.
- Mendoza Zambrano, H., López, M., J. C. and Mejía, Z., N. (2013). *INIAP-462 e INIAP-463: Variedades de caupí de alto rendimiento para el Litoral ecuatoriano*. Portoviejo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Portoviejo, Programa de Horticultura.
- Mirbolook, A., Rasouli-Sadaghiani, M., Sepehr, E., Lakzian, A. and Hakimi, M. (2021). Synthesized Zn (II)-amino acid and-chitosan chelates to increase Zn uptake by bean (*Phaseolus vulgaris*) plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, 40(2), 831-847. <https://doi.org/10.1007/s00344-020-10151-y>
- Puentes-Páramo, Y., Menjivar-Flores, J. y Aranzazu-Hernández, F. (2014). Eficiencias en el uso de nitrógeno, fósforo y potasio en clones de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Bioagro*, 26(2), 99-106. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612014000200004&lng=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612014000200004&lng=es&nrm=iso)
- Quintero Rodríguez, E., Calero Hurtado, A., Pérez Díaz, Y. y Enriquez Gómez, L. (2018). Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del frijol común. *Centro Agrícola*, 45(3), 73-80. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-57852018000300073&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000300073&lng=es&nrm=iso)
- Saha, S., Verma, B. C., Bhaduri, D. and Roy, S. (2022). Management of phosphorus-zinc antagonism to improve nutrient use efficiency. *Food and Scientific Reports*, 3(5), 40-42.
- Serna, S. A., Barrios, M. A., Díaz-Nájera, J. F. and Morales, A. M. B. A. J. (2020). Rendimiento de frijol ejotero con manejo químico, biológico y orgánico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 201-208. Memorias.
- Vera, L., Mesías, F., Cedeño, A., Guzmán, A., Hernández, A. y Zambrano, D. (2017). *Aportes al conocimiento edafológico para lograr la agricultura sostenible del sistema Carrizal-Chone*. 1ra edición: Editorial Humus. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Calceta, Manabí-Ecuador. 188 p. [https://www.researchgate.net/profile/Angel\\_Guzman\\_Cedeno/publication/330968102\\_Aportes\\_al\\_conocimiento\\_edafologico\\_para\\_lograr\\_la\\_agricultura\\_sostenible\\_del\\_sistema\\_Carrizal-Chone/links/5c5d9cdb299bf1d14cb4b3f8/Aportes-al-conocimiento-edafologico-para-lograr-la-agricultura-sostenible-del-sistema-Carrizal-Chone.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Angel_Guzman_Cedeno/publication/330968102_Aportes_al_conocimiento_edafologico_para_lograr_la_agricultura_sostenible_del_sistema_Carrizal-Chone/links/5c5d9cdb299bf1d14cb4b3f8/Aportes-al-conocimiento-edafologico-para-lograr-la-agricultura-sostenible-del-sistema-Carrizal-Chone.pdf)

Xie, K., Cakmak, I., Wang, S., Zhang, F. and Guo, S. (2021). Synergistic and antagonistic interactions between potassium and magnesium in higher plants. *The Crop Journal*, 9(2), 249-256. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2020.10.005>

Yin, Z., Guo, W., Xiao, H., Liang, J., Hao, X., Dong, N., Leng, T., Wang, Y. Wang, Q. and Yin, F. (2018). Nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization to achieve expected yield and improve yield components of mung bean. *PLOS ONE*, 13(10), e0206285. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206285>

**Contribución de los autores**

<b>Autores</b>	<b>Contribución</b>
Karen Andrade Verduga	Revisión bibliográfica, análisis e interpretación de los datos, preparación y edición del manuscrito
Rubén Darío Rivera Fernández	Participó en la preparación y edición del manuscrito, interpretación de los datos y edición del manuscrito.
Edisson Wilfrido Cuenca Cuenca	Diseño de la investigación, discusión de los resultados, revisión del contenido del manuscrito y corrección de estilo.

