



## Efecto de la asociación con chocho (*Lupinus mutabilis*) y haba (*Vicia faba*) sobre los parámetros agronómicos del amaranto (*Amaranthus quitensis*)

Effect of the association with lupine (*Lupinus mutabilis*) and broad bean (*Vicia faba*) on the agronomic parameters of amaranth (*Amaranthus quitensis*)

Efeito da associação com tarwi (*Lupinus mutabilis*) e fava (*Vicia faba*) sobre os parâmetros agrônômicos do cultivo de amaranto (*Amaranthus quitensis*)

**Marco Pérez-Salinas**

mo.perez@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4186-1590>

**José Mangui**

je.mangui@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7928-826X>

**Segundo Curay**

se.curay@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4186-1590>

**Rita Santana**

rc.santana@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7026-2047>

**Carlos Vásquez**

ca.vasquez@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-8214-3632>

Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Campus Querochaca. Tungurahua, Ecuador

Artículo recibido el 1 de febrero 2022 / Arbitrado el 6 de abril de 2022 / Publicado el 29 de abril 2022

### RESUMEN

En Ecuador, el cultivo de amaranto (*Amaranthus quitensis*) está adquiriendo cada vez mayor importancia debido al incremento en la demanda, sin embargo, existe hasta la fecha un escaso conocimiento sobre las variedades y los diferentes sistemas de siembra que optimicen su producción. En tal sentido, en la presente investigación se evaluó el efecto de la asociación con chocho (*Lupinus mutabilis*) y habas (*Vicia faba*) sobre los parámetros agronómicos del cultivo de amaranto bajo las condiciones del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. El amaranto fue sembrado a diferentes distancias de siembra (0,4; 0,6 y 0,8 m) y luego de 30 días se realizó la siembra de las especies de leguminosas (chocho y haba) y fueron evaluadas las variables altura de planta, diámetro de tallo y rendimiento (expresado como el peso total de la semilla en Kg/ha). Los resultados mostraron que el rendimiento del amaranto varió de acuerdo con el tipo de asociación de plantas, observándose que, los mayores valores fueron obtenidos cuando este se sembró en asociación con chocho, siendo superior cuando se usó una distancia de siembra de 60 cm. Con relación a la altura de planta, el mayor valor fue alcanzado cuando el amaranto fue sembrado en asociación con plantas de haba a una distancia de 0,40 y 0,60 m y cuando se usó la asociación con chocho a 0,40 m. Finalmente, el diámetro del tallo también mostró diferencias por efecto del tipo de asociación, obteniéndose el mayor valor en la asociación amaranto + haba a una distancia de 0,60 m. En vista del efecto positivo sobre los parámetros productivos de la planta de amaranto, es posible concluir que, bajo las condiciones evaluadas, la asociación de *A. quitensis* con leguminosas podría ser una opción promisoriosa.

**Palabras clave:** Cultivos asociados; Leguminosas; Rendimiento; Estrategias sustentables

### ABSTRACT

In Ecuador, the cultivation of amaranth (*Amaranthus quitensis*) is becoming increasingly important due to the increase in demand, however, to date there is little knowledge about the varieties and the different planting systems to ensure optimal production level. In this regard, in this study, the effect of the association with lupine (*Lupinus mutabilis*) and broad beans (*Vicia faba*) on the agronomic parameters of amaranth cultivation was evaluated under the conditions of the municipality of Cevallos, province of Tungurahua. Amaranth was planted at different planting distances (0.4; 0.6 and 0.8 m) and after 30 days the legume species were planted (lupine and broad bean) and the variables plant height, stem diameter and yield (expressed as the total weight of the seed in Kg/ha) were evaluated. The results showed that the yield of amaranth varied according to the type of plant association, observing the highest values when it was planted in association with lupine, being higher when a planting distance of 60 cm was used. Regarding plant height, the highest value was reached when amaranth was planted in association with broad bean plants at 0.40 and 0.60 m and when the association with lupine at 0.40 m. Finally, the diameter of the stem also showed differences due to the effect of the type of association, obtaining the highest value in the association amaranth + broad bean at a distance of 0.60 m. In view of the positive effect on the productive parameters of the amaranth plant, it is possible to conclude that, under the conditions evaluated, the association of *A. quitensis* with legumes could be a promising option.

**Key words:** Associated crops; Legumes; Yield; Sustainable strategies

### RESUMO

No Equador, o cultivo de amaranto (*Amaranthus quitensis*) está se tornando cada vez mais importante devido ao aumento da demanda, no entanto, até o momento, há pouco conhecimento sobre as variedades e os diferentes sistemas de plantio para garantir o nível ideal de produção. Neste estudo, avaliou-se o efeito da associação com tarwi (*Lupinus mutabilis*) e fava (*Vicia faba*) sobre os parâmetros agrônômicos do cultivo de amaranto nas condições da Municipalidade de Cevallos, província de Tungurahua. O amaranto foi plantado em diferentes distâncias de plantio (0,4; 0,6 e 0,8 m) e após 30 dias foram plantadas as espécies leguminosas (tarwi e fava) e as variáveis altura da planta, diâmetro do caule e produtividade (expressas como o peso total da semente em Kg/ha) foram avaliadas. Os resultados mostraram que a produtividade do amaranto variou de acordo com o tipo de associação de plantas, observando-se os maiores valores quando foi plantado em associação com tarwi, sendo maiores quando foi utilizada uma distância de plantio de 60 cm. Em relação à altura das plantas, o maior valor foi alcançado quando o amaranto foi plantado em associação com fava a 0,40 e 0,60 m e quando a associação com tarwi a 0,40 m. Por fim, o diâmetro do caule também apresentou diferenças devido ao efeito do tipo de associação, obtendo o maior valor na associação amaranto + fava na distância de 0,60 m. Diante do efeito positivo sobre os parâmetros produtivos da planta de amaranto, é possível concluir que, nas condições avaliadas, a associação de *A. quitensis* com leguminosas pode ser uma opção promissora.

**Palavras-chave:** Culturas associadas; Leguminosas; Rendimento; Estratégias sustentáveis

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de amaranto (*Amaranthus quitensis* Kunth) se practicó en América desde hace 6000 a 7000 años inicialmente por los Mayas, pero también por aztecas e Incas aprendieron su consumo (1). La semilla de amaranto es reconocida por su alto valor nutritivo, tanto en cantidad como en calidad de proteína, así como del aminoácido lisina, el cual por lo general está en niveles bajos en otros cereales de uso común como el trigo (*Triticum aestivum*), el arroz (*Oryza sativa*), la avena (*Avena sativa*) y el maíz (*Zea mays*), por lo que puede colocarse en diferentes nichos importantes de mercado (2). Sin embargo, la conquista europea sometió a las culturas del "Nuevo Mundo", y se impusieron nuevos esquemas agrícolas, relegando cultivos como el amaranto, quinua, chocho, etc. En los últimos años se ha reconocido el verdadero valor de estos cultivos, los cuales constituyen un componente estratégico en la lucha contra el hambre y la desnutrición (3).

A pesar de la importancia del amaranto, en Ecuador no existen datos históricos para este cultivo, sin embargo, la obtención de variedades mejoradas, la guía de manejo agronómico y el uso de semilla de buena calidad, la productividad se ubica en alrededor de 1.000 kg/ha para amaranto negro (4). En la actualidad se cultivan ciertas variedades mejoradas de alta producción, además se cuenta con tecnología de cultivo y transformación adecuada que permitiría un desarrollo destacado del cultivo en Ecuador (5).

Junto con el chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), el amaranto y el ataco o sangorache, granos de origen andino, son considerados estratégicos para la soberanía alimentaria de los pueblos de la región (6). Estos granos sobresalen por su alto contenido de proteína (14 a 46 % en grano seco), grasa, carbohidratos, minerales y fibra, de ahí su importancia en la alimentación humana. A la cantidad de proteína, se suma su calidad, la fibra, el hierro, fósforo y zinc y otros son útiles para la salud. En la región sierra del Ecuador los granos andinos forman parte de los sistemas de producción, ya que se cultivan en asociación, intercaladas, en monocultivos o en rotación con otros cultivos (7).

En las últimas décadas se ha reconocido el verdadero valor de estas especies, que en la actualidad constituyen cultivos estratégicos en la lucha contra el hambre y la desnutrición de los pueblos latinoamericanos (3). Adicionalmente, los valles de la sierra con altitudes que no superan los 2800 msnm y que presentan alta luminosidad y poca pluviosidad presentan las mejores condiciones para el cultivo de amaranto, las provincias de Loja, Azuay, Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y en las zonas secas y con riego en la costa tienen posibilidad de tener una buena producción (4). En vista de la relevancia de este cultivo, en el presente estudio se evaluó el efecto de la asociación con chocho (*Lupinus mutabilis*) y haba sobre los parámetros agronómicos del cultivo de amaranto bajo las condiciones del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la Granja Experimental Docente Querochaca, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato, localizada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua-Ecuador, sus coordenadas geográficas son: 01° 22' 0,2'' de latitud Sur y 78° 36' 22'' de longitud Oeste (sistema de posicionamiento global, GPS). Se encuentra a una altitud de 2865 msnm. La precipitación acumulada es de 362,6 mm, con temperaturas máxima y mínima absoluta de 22,1 y 6,4 °C.

El agua utilizada para el riego en la granja procede del canal Ambato-Huachi-Pelileo, caracterizada por tener un pH de 7,8, la

alcalinidad total es de 100 mg/L, la dureza es de 88 mg/L, la conductividad eléctrica de 321.5 mmhos/cm.

Se evaluó el comportamiento del amaranto sembrado en asociación con chocho o haba sembrados a 0,4; 0,6 y 0,8 m de distancia, de acuerdo con el esquema señalado en la Tabla 1. Para ello, el terreno fue preparado con rastra, se realizó la nivelación del área y luego se trazaron los bloques y las parcelas utilizando una cinta métrica, se delimitó de acuerdo con el diseño experimental utilizado, para facilitar la identificación de los tratamientos al momento de tomar los datos se ubicaron rótulos en cada parcela.

**Tabla 1.** Distribución de los tratamientos.

N°	Simbología	Descripción (m)
1	A1D1	A. quitensis + chocho + 0,40
2	A1D2	A. quitensis + chocho + 0,60
3	A1D3	A. quitensis + chocho + 0,80
4	A2D1	A. quitensis + haba + 0,40
5	A2D2	A. quitensis + haba + 0,60
6	A2D3	A. quitensis + haba + 0,80
7	Testigo	A. quitensis

El amaranto fue sembrado solo y en asociación con chocho o haba, a diferentes distancias de siembra (0,4; 0,6 y 0,8 m) y luego de 30 días se realizó la siembra de las especies de leguminosas (chocho y haba). Durante el cultivo se realizaron dos deshierbas, la primera a los 45 días después del trasplante y la segunda a los 70 días del trasplante.

Se realizaron controles fitosanitarios durante el desarrollo del cultivo aplicando

Cipermetrina en dosis de 1 cc/L, para el control de lepidópteros trozadores (*Agrotis* sp), mientras que para el control de la mancha chocolate del cultivo de haba se aplicó Difenconazol (Score™). El aporte se efectuó con la finalidad de evitar que se caiga fácilmente, ya que las plantas tienen tendencia a acamarse.

Se realizaron riegos por goteo hasta cuando las plántulas prendieron completamente en el

terreno y durante todo el cultivo de acuerdo con las condiciones climáticas que imperaron en la zona, con un total de 14 riegos durante el tiempo que duró el experimento.

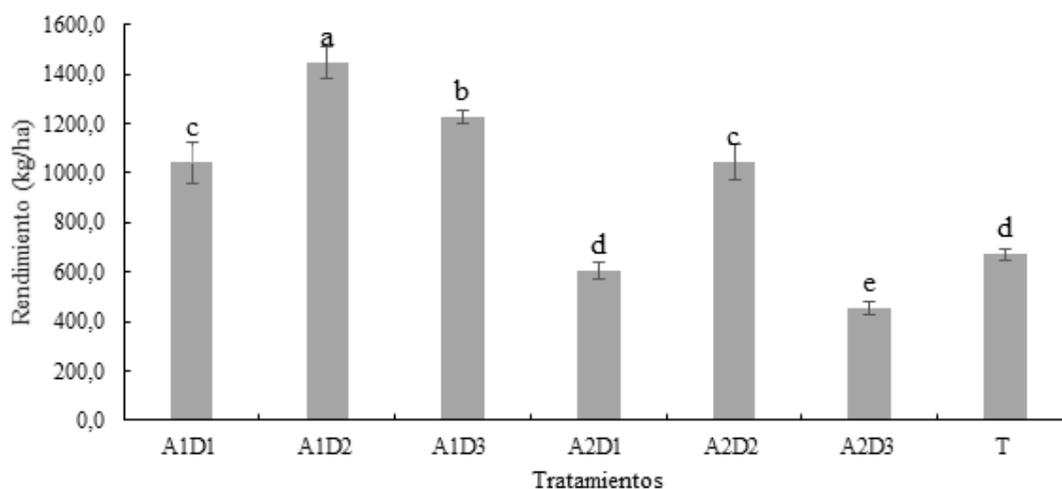
La cosecha se realizó de forma manual, 8 meses después del trasplante. La trilla que permite la separación del grano de la panoja se realizó manualmente, golpeando con un palo hasta que se desprenda el grano. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro de tallo y rendimiento. El rendimiento se determinó pesando la semilla del total de plantas cosechadas y fue expresado en Kg/ha.

El ensayo fue conducido en un diseño de bloques completos al azar, con los tratamientos dispuesto en arreglo factorial 2 x 3 + 1, con cuatro repeticiones. Las variables fueron

sometidas a análisis de varianza y aquellas que mostraron diferencias significativas fueron sometidas a comparación de medias según Tukey ( $p < 0,05$ ) usando el paquete estadístico Statistix para Windows versión 10.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

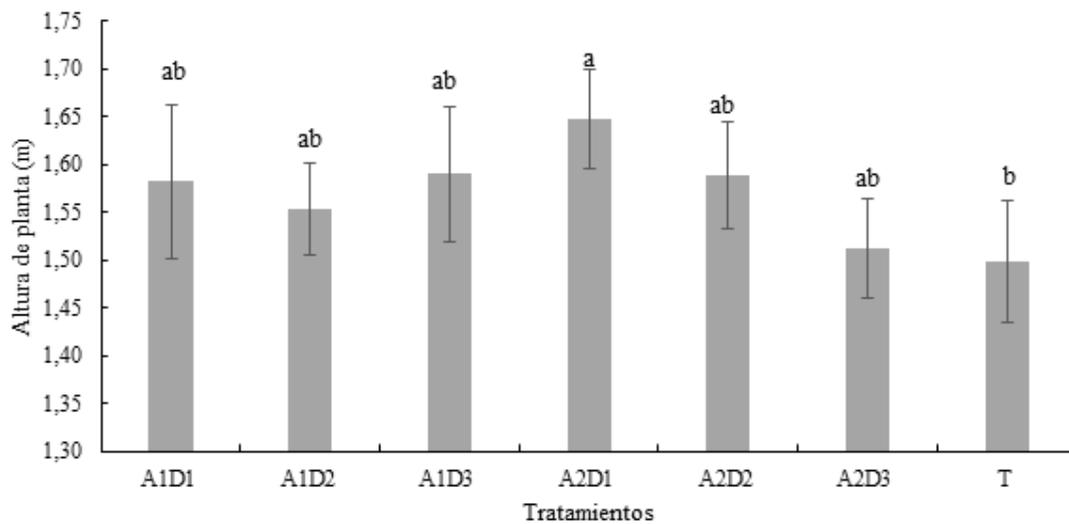
El rendimiento del amaranto varió de acuerdo con el tipo de asociación de plantas (Figura 1) observándose que, en general, los mayores valores fueron obtenidos cuando el amaranto se sembró en asociación con chocho, siendo superior cuando se usó una distancia de siembra de 60 cm (A1D2), seguido del rendimiento obtenido cuando la distancia de siembra fue de 80 y 40 cm, respectivamente (1446,4 kg/ha).



**Figura 1.** Rendimiento de plantas de amaranto en asociación con chocho o haba usando diferentes distancias de siembra.

Con relación a la altura de planta, el mayor valor fue alcanzado cuando el amaranto fue sembrado en asociación con plantas de haba a una distancia de 0,40 y 0,60 m y cuando se usó

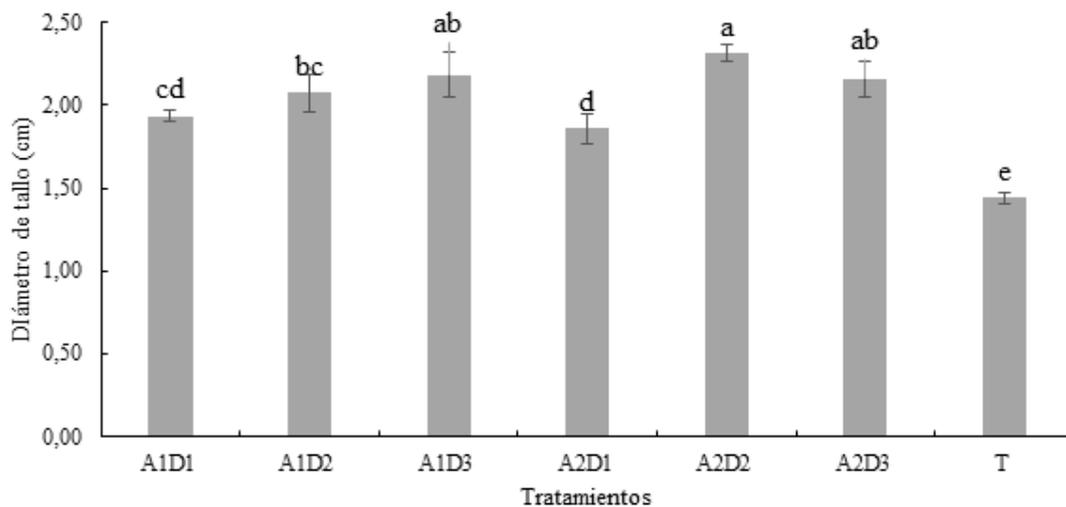
la asociación con chocho a 0,40 m (Figura 2), en tanto que el testigo presenta menor altura que los tratamientos estudiados.



**Figura 2.** Variación de la altura de plantas de amaranto en asociación con chocho o haba usando diferentes distancias de siembra.

Finalmente, también las evaluaciones del diámetro del tallo mostraron diferencias significativas, observándose el mayor valor en la asociación amaranto + haba a una distancia de 0,60 m, seguido de la asociación del

amaranto tanto con chocho como con haba sembradas a 0,80 cm en ambos casos, mientras que el resto de los tratamientos alcanzaron valores inferiores (Figura 3).



**Figura 3.** Variación del diámetro de tallo en plantas de amaranto en asociación con chocho o haba usando diferentes distancias de siembra.

De acuerdo con estudios previos, en sistemas de cultivos asociados existen interacciones que favorecen la supervivencia y crecimiento de ambos cultivos, puesto que mejora las actividades enzimáticas que favorecen la disponibilidad de los nutrientes en el suelo y consecuentemente contribuye con el incremento de la calidad nutricional de las plantas y su rendimiento (8). Adicionalmente, se ha demostrado que el chocho es un cultivo que se ajusta muy bien como cultivo asociado puesto que requiere de cantidades moderadas de agua, lo cual disminuye la competencia con el cultivo principal (9).

Así, la asociación de cultivo de amaranto con diferentes densidades de siembra del chocho mostró un efecto positivo sobre el rendimiento debido, posiblemente al equilibrio alcanzado entre la densidad de siembra y factores como la presencia de nutrientes, humedad y temperatura. Además, la asociación amaranto y haba mostraron resultados favorables en cuanto a la altura de planta debido probablemente a que tuvieron mejores condiciones de fertilidad, aireación y actividad fotosintética. Por otra parte, la mejor distancia de siembra para el cultivo de amaranto asociado con leguminosas fue de 0,60 m y 0,80 m puesto que se alcanzaron los mayores valores en el diámetro del tallo, probablemente debido a que con estas distancias no se presenta competencia entre plantas del mismo cultivo ni con los cultivos asociados por nutrientes, luz, ni humedad.

Según Rahman et al., (10), la densidad de plantas es un factor agronómico importante

que tiene un efecto sobre el microambiente del cultivo y a su vez afecta su desarrollo y rendimiento, observándose que, dentro de ciertos límites, el aumento de la densidad de población de plantas provoca disminución del crecimiento y rendimiento por planta, pero favorece el rendimiento por unidad de área. van de Vooren et al., (11) señalan que la producción por planta disminuye a partir de un nivel de densidad de siembra, mientras que la producción por unidad de superficie incrementa, así el incremento en la densidad permite alcanzar la cosecha máxima, mientras que excesivas densidades hacen bajar la cosecha.

Estudios previos demostraron que la asociación entre *Amaranthus tricolor* y *Vigna mungo* provocó incrementos en el peso fresco de la hoja, el peso fresco del tallo y el rendimiento de amaranto, lo cual fue más notorio a menores densidades de siembra por disminución del efecto de competencia entre ambos cultivos, por lo que los autores concluyeron sobre la compatibilidad de ambos cultivos para ser sembrados en asociación (12). Contrariamente, la asociación del cultivo de pepino con *Celosia*, *Amaranthus* y *Corchorus* no tuvo efectos significativos en el crecimiento, número de hojas ni longitud de plantas, pero sí en el número y peso de frutos y en consecuencia sobre el rendimiento, sin embargo, la menor reducción ocurrió cuando se asoció con *Amaranthus* donde apenas hubo una variación del 12% comparado con 18 y 30% de disminución observado con *Corchorus* y *Celosia*, respectivamente (13).

En general, el uso de plantas leguminosas como cultivos asociados ha mostrado tener un efecto positivo en el incremento de la productividad del cultivo principal, por lo que se recomienda hacer más estudios más profundos para determinar efectos de condiciones climáticas y tipos de suelos (14).

### CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados es posible concluir que, bajo las condiciones de la Granja Experimental Docente Querochaca, la asociación de *A. quitensis* con leguminosas como el chocho y haba podría ser promisoría en vista del efecto positivo sobre los parámetros productivos de la planta. Sin embargo, se sugiere que se realicen otros estudios que permitan determinar el rol de cada especie de planta en la interacción con el amaranto, de manera de tener una mejor comprensión de la asociación.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Amat Olazábal H. Los orígenes de la agricultura: nuevos paradigmas. *Investig Soc.* 2014;18(3):53–86.
2. Ayala-Garay A V, Espitia-Rangel E, Rivas-Valencia P, Martínez-Trejo G, Almaguer-Vargas G. Análisis de la cadena del valor de amaranto en México. *Agric Soc y Desarro.* 2016;13(1):87.
3. Martínez B, Rodríguez S. Evaluar la aplicación n de cuatro fuentes de materia orgánica en el n de cuatro fuentes de materia or cultivo de amaranto (*Amaranthus spp.*) en dos localidades de la provincia de Cotopaxi. Universidad Técnica de Cotopaxi; 2010.
4. Valenzuela G. El despertar de los granos andinos. *Gestión.* 2014; 237:38–41.
5. Peralta E. INIAP Alegría: Variedad mejorada de amaranto *Amaranthus caudatus* L. [Internet]. Vol. 346, Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. 2010. p. 5. Available from: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2640>
6. Peralta E. Amaranto y Ataco [Internet]. Programa Nacional de Leguminosas y granos andinos. Santa Catalina, INIAP. 2009. p. 78. Available from: <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf%0Ahttp://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/306/4/iniapscbd359.pdf>
7. Jiménez-Esparza LO, González-Parra MM, Bastidas-Tibanquiza ML, Decker-Campuzano FE. Evaluación del rendimiento de tres sistemas de siembra y dos variedades de amaranto (*Amaranthus quitensis*) y (*Amaranthus hypochondriacus*). *J Selva Andin Biosph.* 2018;6(2):65–75.
8. Mndzebele B, Ncube B, Fessehazion M, Mabhaudhi T, Amoo S, du Plooy C, et al. Effects of cowpea-amaranth intercropping and fertiliser application on soil phosphatase activities, available soil phosphorus, and crop growth response. *Agronomy.* 2020;10(1–20).
9. Adigbo SO. Performance of cowpea intercropped with amaranth in an inland valley of a derived savanna. *Agric Trop Subtrop.* 2009;42(2):59–64.
10. Rahman M, Hossain M, Bell RW. Plant density effects on growth, yield and yield components of two soybean varieties under equidistant planting arrangement. *Asian J Plant Sci.* 2011;10(5):278–86.
11. van de Vooren J, Welles GWH, Hayman G. Glasshouse crop production. In: Atherton JG, Rudich J, editors. *The Tomato Crop: A Scientific Basis for Improvement.* Londres, Reino Unido: Chapman and Hall; 1986. p. 581–623.
12. Nishanthi S, Brintha NKK, Sutharsan S. Study on black gram (*Vigna mungo*)/vegetable amaranthus (*Amaranthus tricolor* L.) intercropping sandy regosol. In: *5th International Symposium 2015.* 2015. p. 187–91.

**13.** Akinkouroye O. Effects of Intercropping Celosia, Amaranthus and Corchorus on the Growth and Yield of Cucumber (*Cucumis sativus* L.). In: Umar T, editor. Multifarious Issues in Nigeria Today: Multidisciplinary Approaches. Akure: Science and Education Development Inst; 2019. p. 57–69.

**14.** Derebe B, Worku A, Chanie Y, Wolie A. On-farm participatory evaluation and selection of legumes intercropped with finger millet (*Eleusine coracana* L) in Western Amhara. Heliyon [Internet]. 2021;7(11): e08319. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08319>