

Aplicación de un complemento nutricional con efecto en aumento de la actividad fotosintética en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*)

Application of a nutritional supplement with effect on increasing photosynthetic activity in the crop of watermelon (Citrullus lanatus)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7724612>

AUTORES: Danilo Valdez Rivera^{1*}
Wilmer Baque-Bustamante²
María Valerya García Araujo³
Simón Farah Asang⁴

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: dvaldez@uagraria.edu.ec

Fecha de recepción: 01 / 09 / 2022

Fecha de aceptación: 21 / 11 / 2022

RESUMEN

El cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) se produce principalmente en zonas áridas, en el Ecuador uno de los principales productores del cultivo se encuentra en el Recinto Paraíso en la Provincia del Guayas. Entre las principales problemáticas en la producción de la cucurbitácea en esta zona, es la deficiente fertilización que se da al cultivo. En el presente trabajo se aplicó un complemento nutricional para estimular la asimilación de dióxido de carbono (CO₂) del suelo en diferentes dosis, con el objetivo de evaluar el número de frutos por ha, determinación de la tasa respiratoria y la actividad metabólica del cultivo de sandía. De acuerdo con los resultados al analizar el número de frutos por ha, la media más alta se obtuvo en el T2 con 57.80 frutos, mientras que la media más baja fue del T4 (Testigo) con 47.20 frutos. Con respecto a la clorofila a los 45 días, T2 tuvo el mayor valor con 89.46 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$, mientras que el de menor valor de clorofila fue Testigo con 87.26 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$. Al analizar la tasa respiratoria (CO₂) tomada por dos ocasiones se observó que el T2, tuvo el mayor valor de CO₂ con 13334.92 ppm, mientras que el de menor valor de CO₂ fue Testigo con 7390.84 ppm. Concluyendo que aplicaciones del complemento nutricional en dosis de 1kg/Ha aumenta la actividad fotosintética, por consiguiente, mejora los rendimientos en

^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-5004-930X>, Universidad Agraria del Ecuador, dvaldez@uagraria.edu.ec

² <https://orcid.org/0000-0002-5604-2192>, Universidad Agraria del Ecuador, wbaque@uagraria.edu.ec

³ <https://orcid.org/0000-0002-6836-1086>, Milagro-Ecuador, marival_garcia@hotmail.com

⁴ <https://orcid.org/0000-0003-3245-2936>, Universidad Agraria del Ecuador, sfarah@uagraria.edu.ec

producción del cultivo de sandía.

Palabras claves: Complemento nutricional, dióxido de carbono, tasa fotosintética, rendimiento.

ABSTRACT

Watermelon (*Citrullus lanatus*) is grown mainly in arid areas. In Ecuador, one of the main producers of this crop is in Recinto Paraíso in the Province of Guayas. Among the main problems in the production of the cucurbit in this area is the deficient fertilization given to the crop. In the present work, a nutritional supplement was applied to stimulate the assimilation of carbon dioxide (CO₂) from the soil at different doses, with the objective of evaluating the number of fruits per ha, determination of the respiratory rate and the metabolic activity of the watermelon crop. According to the results when analyzing the number of fruits per ha, the highest mean was obtained in T2 with 57.80 fruits, while the lowest mean was in T4 (Control) with 47.20 fruits. With respect to chlorophyll at 45 days, T2 had the highest value with 89.46 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$, while the lowest chlorophyll value was Witness with 87.26 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$. When analyzing the respiratory rate (CO₂) taken twice, it was observed that T2 had the highest value of CO₂ with 13334.92 ppm, while the lowest value of CO₂ was Witness with 7390.84 ppm. It was concluded that applications of the nutritional supplement at a dose of 1kg/Ha increases photosynthetic activity, and consequently, improves yields in watermelon crop production.

Keywords: Nutritional supplementation, carbon dioxide, photosynthetic rate, yield.

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de frutas entre el año 2000 y 2019 aumentó en un 54% , con 883 millones de toneladas, Cinco especies de frutas representaron el 57 por ciento de la producción total en el 2019, bananos y plátanos (18 por ciento), sandías (11 por ciento), manzanas (10 por ciento), naranjas y uvas (9 por ciento cada una) (Food, 2021). La sandía (*Citrullus lanatus*) es una fruta exótica por excelencia que contiene nutrientes y fitoquímicos considerados beneficiosos para la salud humana, su consumo puede ser como ensalada fresca, postre, merienda e incluso sirve para decorar (Alka et al., 2018). Es una buena fuente de vitaminas B, C y E, así como de minerales como el fósforo, el magnesio, el calcio y el hierro (Ileer et al., 2022; Maoto et al., 2019).

La sandía se produce principalmente en zonas áridas o cálidas del mundo, su producción de ocupado un lugar importante en la agricultura mundial, se siembran 3.4 millones de ha anualmente, con una producción superior a 102 millones de toneladas con un rendimiento medio de 28,7 t/ha (Gabriel-Ortega et al., 2021; Kumar et al., 2021). En el Ecuador el cultivo de sandía es considerado de amplia propagación y consumo, sembrado principalmente en las provincias de Manabí, Santa Elena, Guayas y Los Ríos, teniendo como promedio en rendimientos alrededor de 15 t/ha (Garcés & Mancero-Castillo, 2021; Orrala et al., 2018).

EL cultivo de sandía al igual que los demás productos vegetales cultivados, se ve afectado por

diversos factores que afectan en su desarrollo normal. A más de las plagas y las condiciones ambientales adversas, la nutrición deficiente causa una reducción significativa en la producción de la cucurbitácea (Keinath & Hassell, 2014; Sankar et al., 2022). El cultivo tiene una elevada exigencia de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, ya que mejoran significativamente el crecimiento y el desarrollo de los cultivos, la tasa fotosintética, el rendimiento, la calidad de la fruta entre otras cualidades (Kumar et al., 2021; Soliman et al., 2020; Torun et al., 2018).

El aumento de las concentraciones de CO₂ puede mejorar la tasa fotosintética neta de las hojas de las plantas y reducir la conductancia estomática y la tasa de transpiración, mejorando así la eficiencia del uso del agua en los cultivos. Además, algunos estudios han reportado un incremento y optimización de la tecnología de fertilización con la ayuda de CO₂ favoreciendo la captación eficiente de nutrientes. El CO₂ de la zona radicular es un factor importante que afecta al crecimiento, desarrollo, absorción de nutrientes y metabolismo de los cultivos (Gao et al., 2022; Hong et al., 2021). Dependiendo del tipo de fijación de CO₂, las plantas se clasifican en C-3, C-4 o CAM. La sandía es clasificada como C₃, caracterizada por tener estomas abiertos durante el día, para poder fijar CO₂, la cual si es sometida a estrés hídrico, automáticamente cierra sus estomas provocando una disminución en el proceso de la fotosíntesis (Mota et al., 2010).

En cuanto a la fijación de CO₂, altas concentraciones en plantas de tipo C₃, sintetizan más glucosas y se vería beneficiado en cuanto a crecimiento y reproducción (Pal & Anantharaman, 2022). Sin embargo, el aumento en la productividad y crecimiento de los diversos órganos de las plantas también están influenciados por la cantidad de agua y fertilizantes que requiere el cultivo, de igual manera la luz es fuente de energía necesaria que permite la transformación de azúcares (Fayolle, 1998; Hamurcu et al., 2020; León-Mejía et al., 2018). Según Bucaram (2016), Vuelta Larga el riego por bombeo de 1000 ha, genera 365000 Kg de CO₂, contribuyendo con el efecto invernadero en el planeta. El cambio climático es una realidad que el sector agrícola está travesando, el incremento de gases de efecto invernadero como el CO₂, forzará a tomar medidas de mitigación para que el impacto negativo no afecte en la producción y precios de los productos agrícolas (López-Feldman & Hernández-Cortés, 2016), por lo tanto, investigaciones para fijar CO₂ y acelerar la tasa de respiración se hace necesario realizarlas para medir el impacto en la agricultura.

METODOLOGÍA

Tratamientos

Se dio la aplicación de dióxido de carbono por medio de un producto complemento nutricional fijador de CO₂, a base de CALCIO 47,1% + MAGNESIO 3%, Si (8%), con tres dosis, 0,5, 1 y 1,5, kg/Ha., con dos frecuencias de aplicación al cultivo de sandía, usando la variedad Crimson-Glori. Para determinar si el incremento de los frutos se debió efectivamente al CO₂, debió colocarse un testigo (absoluto) (Tabla 1).

Tratamiento	Producto	Variedad	Dosis/Ha.	Frecuencia de aplicación
T1	Aplicación de un complemento nutricional de CO ₂	Crimson-Glori	0.5 kg/Ha	30-45 días después de la siembra.
T2	Aplicación de un complemento nutricional de CO ₂		1 kg/Ha	
T3	Aplicación de un complemento nutricional de CO ₂		1.5 kg/Ha	
T4 (Testigo)	Sin aplicación de fertilizantes		N/A	

Tabla 1. Tratamientos en estudio

Fuente: Los autores

Variables para evaluar

Número de frutos por ha (n)

Para determinar el número de frutos en los diferentes tratamientos, se contabilizó luego de la cosecha el total de frutos por cada unidad experimental y se realizó la media correspondiente para los diferentes tratamientos.

Determinación de la tasa respiratoria

Para determinar la tasa metabólica se utilizó el método descrito por Anderson (1983), donde el CO₂ es liberado durante la respiración aeróbica puede ser absorbido en solución alcalina y medida con un índice de tasa de respiración, con esto se determinó el índice de tasa de respiración y se captó el CO₂ con muestras obtenidas en campo, que fueron llevadas al análisis en laboratorio.

Actividad metabólica (Pigmentación de clorofila)

Para determinar la actividad metabólica se realizó un análisis por medio de espectrometría para determinar la pigmentación de las hojas (contenido de clorofila), para esto se procedió al peso de 0,5g de hojas de sandía, cortadas en pequeños trozos, diluyendo en 12 ml de alcohol al 90%, luego es sometido a baño maría por 20 minutos, a una temperatura de 80 C, luego se lo colocó a centrifugar por 5 minutos a 2000 rpm, luego con un espectrofotómetro se mide con longitudes de onda de 645 y 663 m.

Diseño experimental

Este trabajo se realizó usando el diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos, teniendo un testigo absoluto y tres tratamientos, con cinco repeticiones, con veinte unidades experimentales, para la comparación de los tratamientos, se usó la varianza y

la prueba de Tukey al 5% de nivel de significancia, donde el área total por cada ha en la que se llevó a cabo el diseño es de 54.00 m². Se lo realizó en un bloque completamente al azar como 4 tratamientos y 5 repeticiones.

RESULTADOS

Descripción del comportamiento agronómico del cultivo de sandía a la aplicación de CO₂

Número de frutos por ha (n)

De acuerdo con el análisis realizado en el número de frutos por ha, se obtuvo un p-valor de $0,0001 < 0,05$ y un CV de 2.08%, existe diferencia estadística entre los tratamientos, con una media general de 52.65 frutos; la media más alto lo tuvo el tratamiento T2 (Complemento nutricional con efecto CO₂ con dosis de 1kg/ha) con 57.80 frutos, mientras que la media más bajo fueron el tratamiento T4 (Testigo) con 47.20 frutos (Tabla 2).

Tratamientos	Número de frutos por ha (n)
T4 (Testigo)	47,20 a
T1 (Complemento nutricional con efecto CO ₂ con dosis de 0.5 Kg/ha)	50,80 b
T3 (Complemento nutricional con efecto CO ₂ con dosis de 1.5 Kg/ha)	54,80 c
T2 (Complemento nutricional con efecto CO ₂ con dosis de 1kg/ha)	57,80 d
Media	52,65
CV	2,08
E.E.	0,49
Significancia	**

Tabla 2. Número de frutos por ha (n)

Fuente: Los autores

Nota: Medias con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5% de significancia. ** = significativo (P<0,01); *(P<0.05); ns: no significativo.

Determinación de la tasa respiratoria

CO₂ (ppm) 30 días (ppm)

Las medias obtenidas al analizar la tasa de respiración a través del CO₂ de cada tratamiento a los 30 días; se evidenció que T2 (Complemento nutricional con efecto CO₂ con dosis de 1kg/ha) tuvo el mayor valor de CO₂ con 7294.74 ppm, seguido de T1 (Complemento nutricional con efecto CO₂ con dosis de 0.52 Kg/ha) con 7090.01 ppm, luego T3 (Complemento nutricional con efecto CO₂ con dosis de 0.56Kg/ha) con 6439.02 ppm, mientras que el de menor valor de CO₂ fue el Testigo Absoluto con 2624.63 ppm (Tabla 3).

Tratamientos	CO ₂ a los 30 días (ppm)
T2 (Complemento nutricional con efecto CO ₂ con dosis de 1kg/ha)	7294,74 ppm
T1 (Complemento nutricional con efecto CO ₂ con dosis de 0.5 Kg/ha)	7090,01 ppm

T3 (Complemento nutricional con efecto CO ₂ con dosis de 1.5 Kg/ha)	6439,02 ppm
T4 (Testigo)	2624,63 ppm

Tabla 32. CO₂ a los 30 días (ppm)

Fuente: Los autores

CO₂ a los 45 días (ppm)

Las medias obtenidas al analizar la tasa de respiración a través del CO₂ de cada tratamiento a los 45 días; se evidenció que T2 (Complemento nutricional con efecto CO₂ con dosis de 1kg/ha) tuvo el mayor valor de CO₂ con 13334.92 ppm, seguido de T1 (Complemento nutricional con efecto CO₂ con dosis de 0.52 Kg/ha) con 11251.81 ppm, luego T3 (Complemento nutricional con efecto CO₂ con dosis de 0.56Kg/ha) con 9737.92 ppm, mientras que el de menor valor de CO₂ fue Testigo con 7390.84 ppm (Tabla 4).

Tratamientos	CO ₂ a los 45 días (ppm)
T2 (Complemento nutricional con efecto CO ₂ con dosis de 1 kg/ha)	13334,92 ppm
T1 (Complemento nutricional con efecto CO ₂ con dosis de 0.5 kg/ha)	11251,81 ppm
T3 (Complemento nutricional con efecto CO ₂ con dosis de 1.5 kg/ha)	9737,92 ppm
T4 (Testigo)	7390,84 ppm

Tabla 4. CO₂ a los 45 días (ppm)

Fuente: Los autores

Actividad Metabólica

Clorofila a los 30 días μmol/m²

De acuerdo con el análisis de la actividad metabólica del cultivo por medio de la producción de clorofila de los tratamientos a los 30 días, se evidenció que T2 (Complemento nutricional con efecto CO₂ con dosis de 1kg/ha) tuvo el mayor valor de clorofila con 94.64 μmol/m², seguido de T1 (Complemento nutricional con efecto CO₂ con dosis de 0.52 Kg/ha) con 93.38 μmol/m², luego T3 (Complemento nutricional con efecto CO₂ con dosis de 0.56Kg/ha) con 93.30 μmol/m², mientras que el de menor valor de clorofila fue Testigo con 69.37 μmol/m² (Tabla 5).

Tratamientos	(λ)* 645	(λ)* 663	Clorofila 30 días μmol/m ² .
T2 (Complemento nutricional con efecto CO ₂ con dosis de 1kg/ha)	3,519	2,937	94,64
T1 (Complemento nutricional con efecto CO ₂ con dosis de 0.5 Kg/ha)	3,480	2,878	93,38
T3 (Complemento nutricional con efecto CO ₂ con dosis de 1.5 Kg/ha)	3,468	2,899	93,30

T4 (Testigo)	2,394	2,620	69,37
--------------	-------	-------	-------

Tabla 53. Clorofila a los 30 días $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ **Fuente:** Los autores**Clorofila a los 45 días $\mu\text{mol}/\text{m}^2$**

La actividad metabólica del cultivo por medio de la producción de clorofila de los tratamientos a los 45 días, se evidenció que T2 (Complemento nutricional con efecto estimulados de asimilación de CO_2 con dosis de 1kg/ha) tuvo el mayor valor de clorofila con 89.46 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$, seguido de T1 (Complemento nutricional con efecto CO_2 con dosis de 0.5 Kg/ha) con 88.19 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$, luego T3 (Complemento nutricional con efecto CO_2 con dosis de 0.56Kg/ha) con 87.67 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$, mientras que el de menor valor de clorofila fue Testigo con 87.26 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ (Tabla 6).

Tratamientos	(λ)* 645	(λ)* 663	Clorofila 45 días $\mu\text{mol}/\text{m}^2$
T2 (Complemento nutricional con efecto CO_2 con dosis de 1 kg/ha)	3,331	2,765	89,46
T1 (Complemento nutricional con efecto CO_2 con dosis de 0.5 Kg/ha)	3,268	2,765	88,19
T3 (Complemento nutricional con efecto CO_2 con dosis de 1.5 Kg/ha)	3,219	2,824	87,67
T4 (Testigo)	3,179	2,873	87,26

Tabla 6. Clorofila a los 45 días $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ **Elaboración:** Los autores**DISCUSIÓN**

La sandía (*Citrullus lanatus*) es un cultivo muy exigente con los requerimientos nutricionales. El contenido de clorofila de una hoja es el indicador de la condición fisiológica de una planta, la tasa fotosintética se relaciona directamente a la cantidad de clorofila en el vegetal, por tanto el aumento de la actividad fotosintética aumenta los procesos fisiológicos del vegetal favoreciendo a su buen desarrollo (Kumar et al., 2021; Orrala et al., 2018). En el presente trabajo se puede evidenciar que la aplicación de complementaria nutricional aumenta considerablemente los procesos fotosintéticos de la cucurbitácea en estudio.

Hong et al., (2021), menciona que el aumento de las concentraciones de CO_2 puede mejorar la tasa fotosintética de las plantas, favoreciendo al uso eficiente de agua y nutrientes dando como resultado un incremento en la producción de los cultivos. De acuerdo con la presente investigación, la aplicación del complemento nutricional con efecto de fijación de CO_2 aumento la producción de frutos en relación con el manejo convencional del cultivo, teniendo para el T2 (1Kg/Ha del complemento nutricional) una media 57.80 frutos por hectárea y para el T4 (testigo absoluto) una media de 47.20 frutos. Coincidiendo con Zhu et al., (2021), al afirmar que aumentar la concentración de CO_2 alrededor de las plantas puede aumentar significativamente el rendimiento de los cultivos.

La respiración de es un factor determinante en el desarrollo de los vegetales, en trabajo realizado por Edelstein (2001), el aumento en la tasa de respiración contribuye al desarrollo y vigor de las plantas cultivadas. En el presente trabajo se evidencio que tasa respiratoria el T2 obtuvo a los 30 días 7294.74 ppm y 13334.92 ppm., a los 45 días, en dosis de 1kg/ha, superando a los otros tratamientos y testigo. Para Pal & Anantharaman (2022), la entrega de CO₂ a las plantas por medio de una nueva tecnología denominada nanoburbujas, puede mejorar la actividad fotosintética y, por lo tanto, las características morfológicas de las plantas, la calidad del suelo, etc.

Las medias obtenidas al analizar la actividad metabólica del cultivo por medio de la producción de clorofila de los tratamientos a los 30 días, se evidenció que el T2 tuvo el mayor valor de clorofila con 94.64 µmol/m², mientras que el de menor valor de clorofila fue Testigo con 69.37 µmol/m². Coincidiendo con (Alves et al., 2020) donde afirma que la concentración de clorofila estuvo directamente relacionada con la absorción de CO₂, en muestras de lechugas y repollo.

CONCLUSIONES

Los resultados en la presente investigación evidencian que la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en el suelo y planta favorece de forma positiva al desarrollo de la sandía (*Citrullus lanatus*). La captación de agua y nutrientes por parte del vegetal aumenta su eficiencia con la presencia del CO₂ dando como resultado un incremento en la tasa fotosintéticas y por ende favorece la producción del cultivo.

La investigación revelo que la aplicación de complemento nutricional (a base de calcio, magnesio y silicio) para la estimulación de asimilación de CO₂ del suelo, en dosis de 1kg/ha (T2) obtuvo los mejores resultados en referencia del número de frutos producidos por hectárea (57.80), de igual manera los procesos metabólicos de respiración y producción de clorofila fueron mayores en relación con los demás tratamientos en estudio.

En conclusión, la implementación o aplicación de complemento nutricional con efecto estimulador en la asimilación de CO₂ en el cultivo de sandía, favorece la eficiencia de la planta en la absorción de nutrientes, aumentando la actividad fotosintética de la cucurbitácea, dando como resultado en una eficiente producción de frutos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alka, G., Anamika, S., & Ranu, P. (2018). A review on watermelon (*Citrullus lanatus*) medicinal seeds. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(3). <https://doi.org/10.5580/e6f>
- Alves, J. C. M., Camargo, L. de O., Botero, W. G., & Braga, J. do C. (2020). Absorção de CO₂ por extratos de clorofila: perspectiva de aplicações tecnológicas. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental Da Alta Paulista*, 16(5), 2020.

- <https://doi.org/10.17271/1980082716520202648>
- Anderson, J. P. E. (1983). Soil respiration. *Methods of Soil Analysis*. In A. L. Page (Ed.), *Agronomy Monographs* (Vol. 9, Issue 9, pp. 831–871). <https://doi.org/https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c41>
- Bucaram, J. O. (2016). Quinta Ola De Progreso de la Humanidad: Protección al Medio Ambiente. In *Anuario Científico* (1st ed., Vol. 1, Issue 1). Universidad Agraria del Ecuador. http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/revistas_cientificas/quinta-ola-1/CIEA-EA-QPH-001.pdf
- Edelstein, M., Bradford, K. J., & Burger, D. W. (2001). Metabolic heat and CO₂ production rates during germination of melon (*Cucumis*). *Seed Science Research*, 11(142), 265–272. <https://doi.org/10.1079/SSR200182>
- Fayolle, P. (1998). El CO₂, elemento de vida indispensable para la producción de vegetales. *Horticultura: Revista de Industria, Distribución y Socioeconomía Hortícola: Frutas, Hortalizas, Flores, Plantas, Árboles Ornamentales y Viveros*, ISSN 1132-2950, N° 132, 1998, Págs. 54-56, 132, 54–56. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=170924>
- Food, W. (2021). World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2021. In *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2021*. <https://doi.org/10.4060/cb4477en>
- Gabriel-Ortega, J., Barahona-Cajape, N., Burgos-López, G., Ayón-Villao, F., Narváez-Campana, W., & Vera-Tumbaco, M. (2021). Evaluación y selección participativa de híbridos de sandía [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum y Nakai] en invernadero. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 12(1), 52–63. <https://doi.org/10.36610/j.jsars.2021.120100052>
- Gao, L., Wang, W., Xu, C., Han, X., Li, Y., Liu, Y., & Qi, H. (2022). Physiological and Transcriptomic Analyses Reveal the Effects of Elevated Root-Zone CO₂ on the Metabolism of Sugars and Starch in the Roots of Oriental Melon Seedlings. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(20), 12537. <https://doi.org/10.3390/IJMS232012537>
- Garcés, A. C., & Mancero-Castillo, D. (2021). Cultivo de sandía Experiencia prácticas para un manejo integrado del cultivo. In *COMPAS* (1st ed., Vol. 1). Grupo de capacitación e investigación pedagógica. <http://142.93.18.15:8080/jspui/handle/123456789/729>
- García, M. V. A. (2022). Aplicación Complementaria nutricional con efecto en aumento de la actividad fotosintética en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) [Universidad Agraria del Ecuador]. In *Universidad Agraria del Ecuador*. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GARCÍA ARAUJO MARÍA VALERYA.pdf>
- Hamurcu, M., Khan, M. K., Pandey, A., Ozdemir, C., Avsaroglu, Z. Z., Elbasan, F., Omay, A. H., & Gezgin, S. (2020). Nitric oxide regulates watermelon (*Citrullus lanatus*) responses to drought stress. *3 Biotech*, 10(11), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02479-9>
- Hong, T., Cai, Z., Zhao, R., He, Z., Ding, M., & Zhang, Z. (2021). Effects of water and nitrogen coupling on the yield, quality, and water and nitrogen utilization of watermelon under CO₂ enrichment. *Scientia Horticulturae*, 286(March), 110213. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110213>

- Ileer, V., Peralta, J., Palacios, C., & Burgos, A. (2022). Bioinsecticidas elaborados con extractos botánicos utilizados contra *Spodoptera* spp. en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* T.) en Los Ríos-Ecuador. *Uniciencia*, 36(1), 1–11. <https://doi.org/10.15359/RU.36-1.42>
- Keinath, A. P., & Hassell, R. L. (2014). Suppression of fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* race 2 on grafted triploid watermelon. *Plant Disease*, 98(10), 1326–1332. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-14-0005-RE>
- Kumar, Y. P., Topno, S. E., & Kerketta, A. (2021). Effect of different levels of nitrogen on foliar chlorophyll content, nitrogen concentration and fruit yield of different varieties of watermelon (*Citrullus lanatus*). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(2), 1208–1212. <https://www.phytojournal.com/archives/2021/vol10issue2/PartP/10-2-231-320.pdf>
- León-Mejía, Á., Arzube-Mayorga, M., Catuto-Flores, D., & Hidalgo-Pincay, G. (2018). Comportamiento productivo de la sandía (*Citrullus lanatus*) bajo el efecto de diferentes láminas de riego en Santa Elena, Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 5(2), 6–9. <https://doi.org/10.26423/RCTU.V5I2.340>
- López-Feldman, A. J., & Hernández-Cortés, D. (2016). Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. *El Trimestre Económico*, 83(332), 459–496. <https://doi.org/10.20430/ETE.V83I332.231>
- Maoto, M. M., Beswa, D., & Jideani, A. I. O. (2019). Watermelon as a potential fruit snack. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 355–370. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1584212>
- Mota, C., Alcaraz-López, C., Iglesias, M., Martínez-Ballesta, M. C., & Carvajal, M. (2010). Investigación sobre la absorción de CO₂ por los cultivos mas representativos de la Región de Murcia. *LESSCO₂ - Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)*, 1(1), 43. http://www.lessco2.es/pdfs/noticias/ponencia_cisc_espanol.pdf
- Orrala, N. B., Herrera, L. sla, & Balmaseda, C. E. (2018). RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA SANDÍA BAJO DIFERENTES PATRONES DE INJERTO Y DOSIS DE NPK Watermelon yield and fruit quality under different graft patterns and NPK doses. *Cultivos Tropicales*, 39(3), 25–30. <http://ediciones.inca.edu.cu>
- Pal, P., & Anantharaman, H. (2022). CO₂ nanobubbles utility for enhanced plant growth and productivity: Recent advances in agriculture. *Journal of CO₂ Utilization*, 61, 102008. <https://doi.org/10.1016/J.JCOU.2022.102008>
- Sankar, C., Jayaraj, J., Shanthi, M., Chinniah, C., Vellaikumar, S., & Rajamanickam, C. (2022). Field Efficacy of Certain Biorational Pesticides against aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) on Watermelon, *Citrullus lanatus* Thunb. Matsum and Nakai. *Madras Agricultural Journal*, 108(december), 1. <https://doi.org/10.29321/MAJ.10.000569>
- Soliman, S. M., El-Morsy, A. M., El-Shinnawy, A. M., El-Ashry, G., & Osman, M. A. (2020). Utilization of Biologically Treated Watermelon Vine in Rations for Dairy Cows. *Journal*

of Animal and Poultry Production, 11(3), 117–123.
<https://doi.org/10.21608/JAPPMU.2020.87135>

Torun, A. A., Solmaz, İ., Duymuş, E., Aydın, O., Cenkseven, Ş., Yalçınkaya, A., Gülüt, K., & Torun, B. (2018). Effect of Different Doses of Nitrogen and Potassium Fertilization on Yield and Nutrient Uptake in Grafted Watermelon Growing in Çukurova Region Conditions. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1(3), 228–232.
<https://www.ijans.org/index.php/ijans/article/view/456>

Zhu, Y., Li, P., Feng, X., Sun, D., Fang, T., Zhu, X. X., Zhang, Y., Li, C., & Jia, X. (2021). Reversible CO₂ absorption and release by fatty acid salt aqueous solutions: From industrial capture to agricultural applications. *Journal of CO₂ Utilization*, 54, 101746.
<https://doi.org/10.1016/J.JCOU.2021.101746>