

# 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:** Valdez Danilo<sup>1\*</sup>

Baque-Bustamante Wilmer<sup>2</sup>

García Maria<sup>3</sup>

**DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:** [dvaldez@uagraria.edu.ec](mailto:dvaldez@uagraria.edu.ec)

**Fecha de recepción:** 01 / 09 / 2022

**Fecha de aceptación:** 21 / 11 / 2022

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el recinto El Paraíso, provincia del Guayas. Los agricultores del cultivo de sandía se ven afectados por las bajas temperaturas que conlleva a obtener mala calidad y baja productividad en las cosechas. Se aplicó un complemento nutricional fijador de CO<sub>2</sub>, cuyo objetivo fue evaluar el número de frutos por ha, determinación de la tasa respiratoria y la actividad metabólica, del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), Se determinó las medias obtenidos al evaluar el número de frutos por ha,

---

<sup>1\*</sup> Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Av. 25 de Julio y Pio Jaramillo. Guayaquil-Ecuador. P.O. BOX 09-04-100. Autor de contacto: [dvaldez@uagraria.edu.ec](mailto:dvaldez@uagraria.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-5604-2192>

<sup>2</sup> Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Av. 25 de Julio y Pio Jaramillo. Guayaquil-Ecuador. P.O. BOX 09-04-100. Autor de contacto: [wbaque@uagraria.edu.ec](mailto:wbaque@uagraria.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-7280-9445>

<sup>3</sup> Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Av. 25 de Julio y Pio Jaramillo. Guayaquil-Ecuador. P.O. BOX 09-04-100. Autor de contacto: [xxxx@gmail.com](mailto:xxxx@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-6836-1086>

hubo diferencia estadística entre los tratamientos; la media más alta lo tuvo el T2(1kg/ha) con 57.80 frutos, mientras que la media más baja fueron el T4 (Testigo) con 47.20 frutos. Concluyendo, que la tasa respiratoria (CO<sub>2</sub>) tomada por dos ocasiones se observó que el T2, tuvo el mayor valor de CO<sub>2</sub> con 13334.92 ppm, mientras que el de menor valor de CO<sub>2</sub> fue Testigo con 7390.84 ppm. 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  $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ . Concluyendo que aplicaciones del complemento nutricional en dosis de 1kg/Ha mejora la actividad fotosintética, por consiguiente, mejora la productividad.

**Palabras claves:** Complemento nutricional, dióxido de carbono, floración.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out in the El Paraíso campus, Guayas province. Watermelon farmers are affected by low temperatures that lead to poor quality and low productivity in crops. A CO<sub>2</sub> fixative nutritional supplement was applied, whose objective was to evaluate the number of fruits per ha, determination of the respiratory rate and metabolic activity, of the watermelon crop (*Citrullus lanatus*), the averages obtained were determined by evaluating the number of fruits by plot, there was a statistical difference between the treatments; the highest average was T2 (1kg/ha) with 57.80 fruits, while the lowest average was T4 (Control) with 47.20 fruits. Concluding that the respiratory rate (CO<sub>2</sub>) taken twice, it was observed that T2 had the highest CO<sub>2</sub> value with 13334.92 ppm, while the lowest CO<sub>2</sub> value was Witness with 7390.84 ppm. Regarding chlorophyll at 45 days, T2 had the highest value with 89.46  $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ , while the one with the lowest chlorophyll value was Witness with 87.26  $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ . Concluding that applications of the nutritional supplement in doses of 1kg/Ha improve photosynthetic activity, therefore improving productivity.

**Keywords:** Nutritional supplement, carbon dioxide, flowering.

## INTRODUCCION

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). En el Ecuador el cultivo de sandía según (Mancero-castillo, 2021), es considerado de amplia propagación y consumo, sembrado principalmente en Manabí, Santa Elena, Guayas y Los Ríos.

Dependiendo del tipo de fijación de CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub>, altas concentraciones en plantas de tipo C3, sintetizan más glucosas y se vería beneficiado en cuanto a crecimiento y reproducción.(Preeti Pal, 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, incluso (Fayolle, 1998)

Determina que la luz es fuente de energía necesaria que permite la transformación en azúcares. También (Jarma Orozco et al., 2012) expone que un incremento de la temperatura generará problemas de erosión genética y conducirá a la extinción de muchas especies vegetales; las altas temperaturas incluso pueden afectar adversamente la fotosíntesis,

Según (Bucaram, 2019), en Vuelta Larga el riego por bombeo de 1000 ha, genera 365000 Kg de CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub>, forzarán a tomar medidas de mitigación para que el impacto negativo no afecte en la producción y precios de los productos agrícolas (López Feldman, Alejandro J.; Hernández Cortés, 2016), por lo tanto, investigaciones para fijar CO<sub>2</sub> y acelerar la tasa de respiración se hace necesario realizarlas para medir el impacto en la agricultura.

## METODOLOGIA

### Tratamientos

Se dio la aplicación de dióxido de carbono por medio de un producto complemento nutricional fijador de CO<sub>2</sub>, a base de CALCIO 47,1% + MAGNESIO 3%, Si (8%), con tres dosis, 0,5, 1 y 3, kg/Ha., con dos frecuencias de aplicación al cultivo de sandía, usando la variedad Crimson Glori.

### VARIABLES A EVALUAR

#### Número de frutos por ha (n)

Se contabilizó luego de la cosecha de los frutos existentes en cada ha experimental.

#### Determinación de la tasa respiratoria

Se usó el método descrito por (Anderson, 1982), donde el CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> con muestras obtenidas en campo, que fueron llevadas al análisis en laboratorio.

#### Actividad metabólica (Pigmentación de clorofila)

Se determinó con el 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.

Tratamiento	Producto	Variedad	Dosis/Ha.	Frecuencia de aplicación
<b>T1</b>	Aplicación de un complemento nutricional de CO <sub>2</sub>		0.5 kg/Ha	
<b>T2</b>	Aplicación de un complemento nutricional de CO <sub>2</sub>	Crimson Glori	1 kg/Ha	30-45 días después de la siembra.
<b>T3</b>	Aplicación de un complemento nutricional de CO <sub>2</sub>		1.5 kg/Ha	

<b>T4</b>	Aplicaciones
<b>(Testigo)</b>	convencionales

**Tabla 1.** Tratamiento en estudio**Fuente:** García, 2021**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 m<sup>2</sup>. 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 CO<sub>2</sub>****Número de frutos por ha (n)**

En la tabla 12 se muestran todas las medias obtenidos al evaluar 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 CO<sub>2</sub> con dosis de 1kg/ha) con 57.80 frutos, mientras que la media más bajo fueron el tratamiento T4 (Testigo) con 47.20 frutos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de frutos por ha (n)</b>
Testigo	47,20 a
T1 (Complemento nutricional con efecto CO <sub>2</sub> con dosis de 0.5 Kg/ha)	50,80 b
T3 (Complemento nutricional con efecto CO <sub>2</sub> con dosis de 1.5 Kg/ha)	54,80 c
T2 (Complemento nutricional con efecto CO <sub>2</sub> 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)

**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.

García, 2021

## Identificación del mejor tratamiento en el estudio

### Determinación de la tasa respiratoria

#### CO<sub>2</sub> (ppm)

#### CO<sub>2</sub> a los 30 días (ppm)

En la tabla 14 se detallan las medias obtenidos al analizar la tasa de respiración a través del CO<sub>2</sub> de cada tratamiento a los 30 días; se evidenció que T2 (Complemento nutricional con efecto CO<sub>2</sub> con dosis de 1kg/ha) tuvo el mayor valor de CO<sub>2</sub> con 7294.74 ppm, seguido de T1 (Complemento nutricional con efecto CO<sub>2</sub> con dosis de 0.52 Kg/ha) con 7090.01 ppm, luego T3 (Complemento nutricional con efecto CO<sub>2</sub> con dosis de 0.56Kg/ha) con 6439.02 ppm, mientras que el de menor valor de CO<sub>2</sub> fue Testigo con 2624.63 ppm.

Tratamientos	CO <sub>2</sub> a los 30 días (ppm)
T2 (Complemento nutricional con efecto CO <sub>2</sub> con dosis de 1kg/ha)	7294,74 ppm
T1 (Complemento nutricional con efecto CO <sub>2</sub> con dosis de 0.5 Kg/ha)	7090,01 ppm
T3 (Complemento nutricional con efecto CO <sub>2</sub> con dosis de 1.5 Kg/ha)	6439,02 ppm
Testigo	2624,63 ppm

**Tabla 3.** CO<sub>2</sub> a los 30 días (ppm)

**Fuente:** García, 2021

#### CO<sub>2</sub> a los 45 días (ppm)

En la tabla 15 se detallan las medias obtenidos al analizar la tasa de respiración a través del CO<sub>2</sub> de cada tratamiento a los 45 días; se evidenció que T2 (Complemento nutricional con efecto CO<sub>2</sub> con dosis de 1kg/ha) tuvo el mayor valor de CO<sub>2</sub> con 13334.92 ppm, seguido de

T1 (Complemento nutricional con efecto CO<sub>2</sub> con dosis de 0.52 Kg/ha) con 11251.81 ppm, luego T3 (Complemento nutricional con efecto CO<sub>2</sub> con dosis de 0.56Kg/ha) con 9737.92 ppm, mientras que el de menor valor de CO<sub>2</sub> fue Testigo con 7390.84 ppm.

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

**Tabla 4.** CO<sub>2</sub> a los 45 días (ppm)

**Fuente:** García, 2021

### **Clorofila $\mu\text{mol}/\text{m}^2$**

#### 4.2.1.2.2. Clorofila a los 30 días $\mu\text{mol}/\text{m}^2$

En la tabla 17 se expresa las medias obtenidos al analizar 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 CO<sub>2</sub> con dosis de 1kg/ha) tuvo el mayor valor de clorofila con 94.64  $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ , seguido de T1 (Complemento nutricional con efecto CO<sub>2</sub> con dosis de 0.52 Kg/ha) con 93.38  $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ , luego T3 (Complemento nutricional con efecto CO<sub>2</sub> con dosis de 0.56Kg/ha) con 93.30  $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ , mientras que el de menor valor de clorofila fue Testigo con 69.37  $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ .

<b>Tratamientos</b>	<b>645</b>	<b>663</b>	<b>Clorofila 30 días <math>\mu\text{mol}/\text{m}^2</math>.</b>
T2 (Complemento nutricional con efecto CO <sub>2</sub> con dosis de 1kg/ha)	3,519	2,937	94,64
T1 (Complemento nutricional con efecto CO <sub>2</sub> con dosis de 0.5 Kg/ha)	3,480	2,878	93,38
T3 (Complemento nutricional con efecto CO <sub>2</sub> con dosis de 1.5 Kg/ha)	3,468	2,899	93,30
Testigo	2,394	2,620	69,37

**Tabla 5.** Clorofila a los 30 días  $\mu\text{mol}/\text{m}^2$

**Fuente:** García, 2021

### Clorofila a los 45 días $\mu\text{mol}/\text{m}^2$

En la tabla 18 se expresa las medias obtenidos al analizar 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 CO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> con dosis de 0.5 Kg/ha) con 88.19  $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ , luego T3 (Complemento nutricional con efecto CO<sub>2</sub> 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  $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ .

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

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

**Fuente:** García, 2021

## DISCUSIÓN

Con la aplicación del complemento nutricional con efecto CO<sub>2</sub> se pudo observar el tratamiento 2 (1Kg/Ha del complemento nutricional), fue el mejor tratamiento obteniendo 1,07 frutos por m<sup>2</sup> en dosis de 1 kg/Ha. Coincidiendo con (Yingqiang Zhu, Puzhen Li, Xiantao Feng, Dongsheng Sun, Tianwen Fang, X.X. Zhu, Yali Zhang, Cuihua Li, 2021), al afirmar que aumentar la concentración de CO<sub>2</sub> alrededor de las plantas puede aumentar significativamente el rendimiento de los cultivos.

En cuanto la tasa respiratoria el tratamiento 2 obtuvo a los 30 días 7294.74 ppm y a los 45 días 13334.92 ppm., a los 45 días, en dosis de 1kg/ha, superando a los otros tratamientos y testigo. Para (Preeti Pal, 2022) la entrega de CO<sub>2</sub> 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 T2 tuvo el mayor valor de clorofila con 94.64  $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ , mientras que el de menor valor de clorofila fue Testigo con 69.37  $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ . Coincidiendo con (Carlos Alves Macedo et al., 2020) donde afirma que la concentración de clorofila estuvo directamente relacionada con la absorción de  $\text{CO}_2$ , en muestras de lechugas y repollo.

## **CONCLUSIÓN**

Con los datos de los resultados obtenidos del presente trabajo se puede determinar que el complemento nutricional a base de calcio, magnesio y silicio, aplicado en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), incide en todas las variables evaluadas, siendo el tratamiento 2 el de mejores resultados.

**BIBLIOGRAFIA**

- Anderson, J. P. (1982). Soil respiration. *Methods of Soil Analysis*, 831–871.
- Bucaram, J. (2019). *Quinta Ola de Progreso de la Humanidad. Protección del Medio Ambiente* (Issue 536).
- Carlos Alves Macedo, J., Camargo de Oliveira, L., Doutor, P., & Doutora, P. (2020). *Absorção de CO<sub>2</sub> por extratos de clorofila: perspectiva de aplicações tecnológicas*. 16(5), 1–10. file:///C:/Users/Danilo/Downloads/2648-5569-1-PB.pdf
- Fayolle, P. (1998). El CO<sub>2</sub>, elemento de vida indispensable para la producción de vegetales. *El CO<sub>2</sub>, Elemento de Vida Indispensable Para La Producción de Vegetales Pascal Fayolle Horticultura: Revista de Industria, Distribución y Socioeconomía Hortícola: Frutas, Hortalizas, Flores, Plantas, Árboles Ornamentales y Viveros*, 132, 54–56.
- Food, W. (2021). World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2021. In *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2021*.  
<https://doi.org/10.4060/cb4477en>
- Jarma Orozco, A., Cardona Ayala, C., & Araméndiz Tatis, H. (2012). Efecto del cambio climático sobre la fisiología de las plantas cultivadas: una revisión. In *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* (Vol. 15, Issue 1).  
<https://doi.org/10.31910/rudca.v15.n1.2012.803>
- López Feldman, Alejandro J.; Hernández Cortés, D. (2016). Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. *El Trimestre Económico*, 4(332), 459–496.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31347950001>
- Mancero-castillo, D. G. C. A. (2021). *Cultivo de sandía, experiencias prácticas para un manejo integrado del cultivo*.

- Mota, C., Alcaraz-López, M. I., Martínez-Ballesta, & Carvajal, M. (2010). Investigación sobre la absorción de CO<sub>2</sub> por los cultivos más representativos. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1*(June), 43.
- Preeti Pal, H. A. (2022). CO<sub>2</sub> nanobubbles utility for enhanced plant growth and productivity: Recent advances in agriculture, *Journal of CO<sub>2</sub> Utilization*,. *Journal of CO<sub>2</sub> Utilization, 61*.
- Yingqiang Zhu, Puzhen Li, Xiantao Feng, Dongsheng Sun, Tianwen Fang, X.X. Zhu, Yali Zhang, Cuihua Li, X. J. (2021). Reversible CO<sub>2</sub> absorption and release by fatty acid salt aqueous solutions: From industrial capture to agricultural applications, *Journal of CO<sub>2</sub> Utilization*,. *Journal of CO<sub>2</sub> Utilization, 54*.