

ARTICULO N° 8

EFECTOS DE LA APLICACIÓN BORO EN LA PRODUCCIÓN DE FRUTILLA

Fragaria spp

8

Autor: *Andrés Armadans R(1); Elmaly Ortiz Núñez(1); Ubaldo Britos(1), Chyntia Dos Santos(1)*
Universidad San Carlos (USC) Asunción - Paraguay

Correo electrónico: andresarm@hotmail.com

RESUMEN

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos de boro en la calidad del fruto y el rendimiento del cultivo de frutilla. El trabajo se realizó en el departamento Central, en la ciudad de Itagua, compañía Estanzuela, cuyas coordenadas son 25°23'00"S 57°20'00"O, Paraguay, en el periodo comprendido entre los meses de abril y octubre. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres tratamientos, T1: dosis de boro (B) de 2 ml, T2: 4ml, y T3: 6 ml, y cuatro repeticiones aplicados foliarmente. Las variables medidas fueron: rendimiento por planta (kg), número de frutos por plantas, peso de los frutos (gr). Los resultados observados fueron, el tratamiento T2 Boro (B) 4 ml, fue el que presentó mayor número de frutas por planta con 111.75, peso de frutas totales por planta 3.044,6 gr/pl y mayor rendimiento con 15.223 Kg.ha⁻²

PALABRAS CLAVES:

Rendimiento. fruto. Boro.

EFFECTS OF THE BORO APPLICATION ON THE PRODUCTION OF FRUTILLA (*fragaria spp*)

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effects of boron on the quality of the fruit and the yield of the strawberry crop. The work was carried out in the Central department, in the city of Itagua, Estanzuela company, whose coordinates are 25°23'00 " S 57°20'00 " W, Paraguay in the period between April and October. A completely randomized experimental block design was used with three treatments, T1: dose of boron (B) of 2 ml, T2: 4 ml, and T3: 6 ml, and four repetitions applied foliarly. The variables measured were: yield per plant (kg), number of fruits per plant, weight of fruits (gr). The observed results were, the T2 treatment Boro (B) 4 ml, was the one with the highest number of fruits per plant with 111.75, total fruit weight per plant 3,044.6 g / pl and higher yield with 15,223 Kg.ha⁻²

KEY WORDS: Performance. fruit. Boron.

INTRODUCCION

El cultivo de la frutilla constituye una de las alternativas de producción más interesantes para el pequeño y medianos agricultor del país, por su alta rentabilidad, su sostenida demanda en el mercado, así como por las posibilidades de una eficiente ocupación de mano de obra familiar.

La frutilla requiere disponibilidad continua de nutrientes para abastecer la demanda del cultivo, por su periodo reproductivo largo, además de eso, existe periodo del desarrollo del cultivo en que se demanda una mayor cantidad de nutrientes. (Cantillano et al., 2003).

Es sabido que no solo el Boro interfiere en la planta, pues la absorción de los nutrientes está influida por diversos factores, como el estadio de desarrollo de la planta, la eficiencia del sistema radicular y la disponibilidad de nutrientes en el suelo. También es sabido que un elemento puede estimular o inhibir la absorción de otro y la interacción entre los nutrientes interfiere en la composición mineral de la planta (Marschner, 2012) Esa interacción puede ser determinada y llevada en consideración el crecimiento de la planta y los tenores de nutrientes en el tejido vegetal (Fageria, 2002)

En este sentido, la aplicación foliar de microelementos de baja movilidad en la planta como el B en etapas de floración, cuajado y formación de fruto pueden ayudar a disminuir la pérdida de flores y frutos, además de activar la elongación de tallos, tubo polínico y frutos (Gómez, 2012; Marschner, 2012).

En la producción de frutilla la fertilización boratada son utilizadas para aumentar la productividad, pero hay que tener en cuenta, que el uso incorrecto de boro puede comprometer la producción y la calidad del fruto de frutilla, siendo que elevadas dosis puede causar toxicidad foliar debido al estrecho intervalo entre el nivel adecuado y el tóxico.

(Lemiska et al., 2014).

En el proceso de fructificación de la planta, el boro estimula la germinación del grano de polen y el crecimiento del tubo polínico (Lee *et al.*, 2009; Malavolta *et al.*, 1997)., un factor clave para la formación adecuada de la fruta, además está relacionado con el transporte de carbohidratos y el metabolismo, facilitando el transporte de azúcar como complejo boro-azúcar a través de las membranas (Dechen & Nachtigall, 2006).

El boro (B) está ligado al crecimiento meristemático, la biosíntesis de las paredes celulares, en el funcionamiento de la membrana celular, en el transporte de auxina (AIA) y en el metabolismo de carbohidrato. El funcionamiento de este micronutriente es fundamental para los tejidos meristemáticos, por consiguiente la deficiencia de Boro es muy perjudicial para el crecimiento de los tejidos vegetales. (Tariq & Mott, 2007) (Malavolta, 2006), (Araújo; Silva, 2012).

Una función importante del B está relacionada con el papel estructural de la pared celular y ésta se debe a la capacidad del B para formar ésteres de borato articulado a cadenas de ramnogalacturonano II (RG II), siendo importante fisiológicamente para reticular la pectina 21 en la pared celular (Kobayashi et al., 2011).

Además de ser un importante nutriente forma parte de la estructura de los polisacáridos que proporciona resistencia a las paredes celulares (Taiz & Zeiger, 2009), resultando en frutas más resistentes al transporte y con mayor período para la comercialización.

Además participa en la respiración, la fijación de N₂ y la disminución de la toxicidad del Al. La deficiencia de boro aumenta la caída de botones florales, flor y frutos en desarrollo, además afecta la formación (establecimiento) de la semilla en el fruto. (Kirkby & Römheld, 2007).

El Boro (B) es componente de la membrana ce-

lular, actúa en el transporte de azúcar realizado por el K vía floema, participa de la división, diferenciación y alargamiento celular y tiene papel en la fecundación y la germinación de los granos de polén (Malavolta *et al.*, 1997).

Tanto la aplicación de boro en la superficie del suelo aumentó el contenido de la hoja de ese nutriente, y el nivel apropiado para el segundo florecimiento de los valores de fresa entre 69 a 88 mg kg⁻¹. La producción total máximo de fruta de la fresa se obtiene por aplicación foliar de 568g B h⁻¹ durante la floración debido al mayor número de frutas y de mayor diámetro. Esta aplicación foliar también resultó en frutas más firmes (Lemiska, *et al.* 2014)

El manejo de la fertilización con boro (pulverización foliar y fertirrigación) afecta la producción y la calidad de la fruta del mango cv. Palmer crecido en semiárido (Alencar *et al.* 2018)

Mattiello *et al.*, (2009) y Dechen; Nachtigal, (2007) comentan que el boro en el suelo se encuentra en la fracción soluble como ácido bórico (H₃BO₃) que llega a las raíces de las plantas a través del flujo de masa. Esta fracción tiene su disponibilidad fuertemente afectada por el contenido de materia orgánica, pH del suelo y proporción de arcilla del suelo, además de la pérdida de B por lixiviación (Wójcik *et al.*, 2008). En las fertilización el ácido bórico es la fuente de boro más utilizado. Cuando son aplicados directamente al suelo es eficiente en la acción sobre los frutos y cuando es aplicado vía foliar, eleva los tenores de boro en las flores, con las aplicaciones se mejora la productividad de la planta (Wójcik *et al.*, 2008).

La aplicación de fertilizantes boratados en exceso puede causar daños en las plantas y reducción de la producción debido a la estrecha faja entre los niveles adecuados y tóxicos.

La cantidad del sólido soluble (°Brix) de la frutilla también se reduce con la aplicación de ácido bórico. (Rosa *et al.* 2018)

El exceso de boro tiene la capacidad de reducir la actividad de enzimas fotosintética, afecta los cloroplastos, consecuentemente reduciendo los tenores de fotoasimilados y de sólidos solubles en el pseudofrutos (Taiz & Zeiger, 2009; Han *et al.*, 2009; Simón *et al.*, 2013).

En cuando a las variables número de flores por planta, número de frutos cuajados por planta, diámetro ecuatorial del fruto, diámetro polar del fruto, peso del fruto, rendimiento del fruto, número de frutos de primera, segunda y tercera categoría, las dosis de calcio y boro aplicadas no provocan un desarrollo y rendimiento marcadamente diferente en la fresa cultivar Oso Grande, por el contrario se observa un comportamiento similar en todos los tratamientos aplicados (Acosta, A 2013)

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad del fruto y el rendimiento de la Frutilla con la utilización de dosis de boro.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se condujo en el Departamento Central, ciudad de Itagua, compañía de Estanzuela, Paraguay (25°23'00"S 57°20'00"O), durante el periodo comprendido entre abril a octubre del 2017. Dicha compañía posee un clima cálido húmedo, temperatura media anual de 28°C, mientras que el régimen pluviométrico durante el experimento fue 644 mm.; temperatura media de 19,8°C, temperatura mínima 14,7°C, temperatura máxima 25,15°C.

El suelo donde se llevó a cabo el experimento se clasifica como "Rhodic Kandiodox", siendo de textura arcillosa y la roca madre de origen basáltico. Según datos de resultados de análisis dicho suelo presentó un pH 5,18, con 2,28% de materia orgánica, nivel de potasio (K) medio (0,18 Cmol_c.kg⁻¹), fósforo muy bajo y sin la presencia de aluminio intercambiable.

El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con tres tratamientos, T1 tes-

tigo (boro 2 ml), T2: boro 4 ml y T3: boro 6 ml, en aplicación foliar y cuatro repeticiones, es decir 12 unidades experimentales. El tamaño de cada unidad experimental fue de 1m de ancho y 2m de largo con un total de 16 plantas.m². Se utilizó el cultivar Dover, que es el más utilizado por los productores en el país.

En la preparación de los tablonos primero se realizó una pasada de disco, seguido de la colocación de un kg.m² de abono (gallinácea), y por último una removida con azada, luego se procedió a la instalación del sistema de riego (goteo) y la colocación del mulshing.

Una vez preparados los tablonos, se procedió al trasplante a una distancia de 25 cm entre hilera y plantas, 16 plantas por m². El riego fue aplicado dos veces al día, además se ejecutó todos los cuidados culturales, como control de enfermedades y plagas. La aplicación del Boro se realizó 15 días antes de la floración, a cada tratamiento con sus dosis establecidas. Una vez cumplido el ciclo del cultivo se procedió a la cosecha, registrándose los datos de las distintas variables analizadas en las planillas preparadas.

Las variables estudiadas fueron: Rendimiento (kg/ha), número y peso (gr) de frutos por plantas. Los valores obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza mediante el test F al 5% y las medias de cada tratamiento, para cada una de las determinaciones realizadas, fueron comparadas entre sí por el test de Tukey al 5% de margen de error. Para todos los análisis se utilizó el paquete estadístico ESTAT de la Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias de la Universidade Estadual de São Paulo (Faculdade de Ciências Agrarias e Veterinarias, 1996).

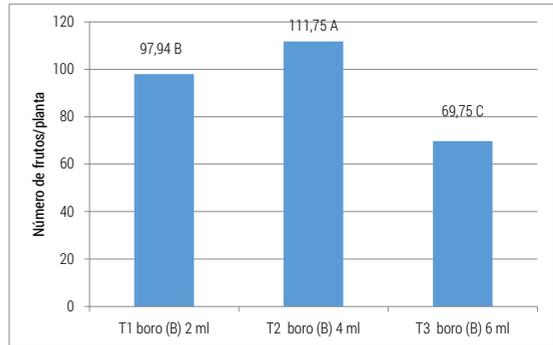
RESULTADOS Y DISCUSION

Número de frutos por planta de frutilla.

Como se puede observar en la Grafica 1, exis-

te diferencia estadística significativa entre los tratamientos en el número de frutos/planta. Siendo el tratamiento T2 boro 4 ml el que presentó el mayor número de frutos por planta con 111,75.

*Letras diferentes difieren entre sí según la prueba de Tukey al 5%.

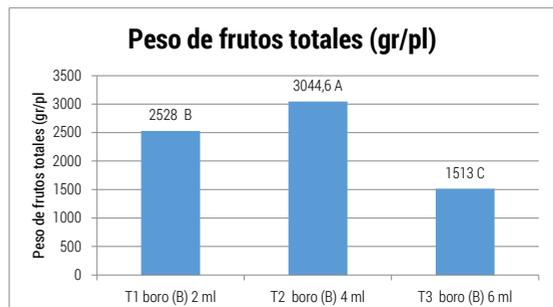


Grafica 1: Número de frutos por planta de frutilla.

Esto se debería a la influencia del Boro en el proceso de fructificación de la planta, el boro estimula la germinación del grano de polen y el crecimiento del tubo polínico (Lee *et al.*, 2009; Malavolta *et al.*, 1997) y así en el desarrollo del fruto. Este resultado no concuerda con lo encontrado por Acosta, A (2013) quien no encontró influencia de la utilización de Boro.

Peso de frutos totales por planta de frutilla.

*Letras diferentes difieren entre sí según la prueba de Tukey al 5%.



Grafica 2: Peso de frutos totales (gr) por planta de frutilla.

En el gráfico 2 se puede observar que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, donde el tratamiento T2: 4 ml, fue el que presentó mayor peso total de frutos, con 3.044,6 gr de frutos/planta.

Este resultado no concuerda con lo encontrado por Acosta, A (2013) quien no encontró influencia de la utilización de Boro.

Rendimiento (kg/ha) de frutilla.

*Letras diferentes difieren entre sí según la prueba de Tukey al 5%.



Gráfico 3: Rendimiento (kg/ha) por plana de frutilla.

Como se puede observar en gráfico 3, existe diferencia estadística significativa en cuanto a la utilización de Boro, se observó diferencias estadísticas significativa entre las dosis, siendo la dosis de 4 ml el que presentó mayor peso total de frutos, con 15.223 kg/ha.

Este resultado se debe al efecto del boro sobre la producción, como lo comentado por (Lemiska et al., 2014), que en la producción de frutilla la fertilización boratada son utilizadas para aumentar la productividad, en dosis adecuada. También no concuerda con lo observado por Acosta, A (2013) quien no encontró influencia de la utilización de Boro.

CONCLUSION

Se puede observar la influencia positiva de la aplicación de boro en las variables estudiadas. Con la aplicación de boro, en el tratamiento T2:

4 ml de boro que se obtuvo 111,75 frutos/pl., 3.044,6 gr/pl. y un rendimiento de 15.223 kg/ha.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ✿ Acosta, A. (2013). Aplicación foliar de tres dosis de calcio y tres dosis de boro en el cultivo de fresa (fragaria x ananassa. Duch) cultivar oso grande, bajo cubierta. Tesis (Ing. Agr.) Ecuador: Carrera de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Ambato. 98 p.
- ✿ Araújo, E. O.; Silva, M. A. C. (2012) Interação boro e zinco no crescimento, desenvolvimento e nutrição do algodoeiro. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 7, supl., p. 720- 727. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v7isa1848>.
- ✿ Alencar, F; Nascimento Lima, A; Lucena, I; Melo de Sousa, K; Marcio Alves, M y Bessa de Carvalho, I. Manejo de la aduana boratada en la producción y la calidad de los frutos del manga cv. Palmer no semiárido. *Rev. Bras. Frutico* vol.40 no.3 Jaboticabal. *Versión en línea* ISSN 1806-9967. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452018622>
- ✿ Cantillano, F. F.; Martins, C. R.; Madail, J. C. M.; Fortes, J. F.; Reichert, L. J.; Lagos, L. L.; Bender, R. J. (2003) Morango pós-colheita. 1ª ed. Pelotas, Embrapa ClimaTemperado. 28p.
- ✿ Dechen, A.R; Nachtigall G.R. (2007). Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: Novais RF; Alvarez VVH; Barros NF; Fontes RLF; Cantarutti RB; Neves JCL (eds). *Fertilidade do Solo*. Viçosa: SBCS/UFV. p. 92-132.
- ✿ Dechen, A.R; Nachtigall, G.R (2006) Micronutrientes. En: FERNANDES, SF Nutrição mineral de plantas. Viçosa: SBCS. p.328-352.
- ✿ Fageria, N. K.(2002) Influence of micronutrients on dry matter yield and interaction with other nutrients in annual crops. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 12,

- p. 1765-1772. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002001200013>
- ☛ Gómez, M.I. (2012). Fertilización de frutales. En: Fischer, G. (ed.). Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Produmedios, Bogotá. 141-168 p.
- ☛ Han, S.; Tang, N.; Jiang, H.; Yang, L.; Li, Y.; Chen, L. (2009) CO₂ assimilation, photosystem II
- ☛ photochemistry, carbohydrate metabolism and antioxidant system of citrus leaves in response to boron stress. *Plant Science*, v. 176, n.2, p.143- 153.
- ☛ Kirkby, E.A; Römheld, V. (2007). ***Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade***. Tradução: Suzana Oellers Ferreira. Encarte Técnico. Informações Agronômicas nº 118.
- ☛ Kobayashi, M., N. Kouzu., A. Inami., K. Toyooka., Y. Konishi, K. Matsuoka y T. Matoh. (2011). Characterization of Arabidopsis CTP:3-Deoxy-D-manno-2-Octulosonate Cytidyltransferase (CMP-KDO synthetase), the Enzyme that Activates KDO During Rhamnogalacturonan II Biosynthesis. *Plant Cell Physiology*. 52 (10): 1832–1843.
- ☛ Lemiska, Anderson; Pauletti, Volnei; Cuclel, Francine Lorena; Cassilha Zawadneak, Maria Aparecida (2014) Produção e qualidade da fruta do morangueiro sob influência da aplicação de boro *Ciência Rural*, vol. 44, núm. 4, abril, pp. 622-628 Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, Brasil . <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782014000400008>
- ☛ Marschner, H.(2010) Mineral nutrition of higher plants. 3.ed London: Elsevier. 643p.
- ☛ Mattiello, E.M; Ruiz, H.A; Silva, I.R; Barros, N.F; Neves, J.C.L; Behling, M.(2009) Transporte de boro no solo y su absorción por eucalipto. *Revista Brasileira de Ciencia del Solo*, Viçosa, MG, v.33, p.1281-1290.
- ☛ Malavolta, E; Vitti, G.C; Oliveira, S.A. (1997). ***Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações***. Piracicaba: Potafós, 201p.
- ☛ Malavolta, E.(2006) Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres. 638p.
- ☛ Marschner, H.(2012) Mineral nutrition of higher plants. 3.ed. San Diego: Academic Press. 651p.
- ☛ Rosa, D; Villa,F; Stumm, D.R; Lucini,J; Corbari, F; Favaretto,T; Egewarth, J. (2018) Adubação boratada em morangueiro cv. Camarosa *Revista Agrarian* v.11, n.41, p. 211-218, Dourados- Brasil. ISSN: 1984-2538 DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v11i41.3004>
- ☛ Simón, I.; López, L. D.; Gimeno, V.; Nieves, M.; Pereira, W. E.; Martínez, V;
- ☛ Lidon, V.; Sánchez, F. G. (2013) Effects of boron excess in nutrient solution on growth, mineral
- ☛ nutrition, and physiological parameters of *Jatropha curcas* seedlings. *Journal Plant and Soil Science*, v. 176, p.165-174.
- ☛ Taiz, L .; Zeiger, E. (2009) *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed. p.719.
- ☛ Tariq, M.; Mott, C. J. B. (2007) Effect of Boron on the behavior of nutrients in soil-plant systems – A Review. *Asian Journal of Plant Sciences*, v.6, n.1, p.195-202. <https://scialert.net/abstract/?doi=ajps.2007.195.202>. **DOI: 10.3923 / ajps.2007.195.202**
- ☛ Wójcik, P; Wojcik, M; Klankowski, K. (2008) Respuesta de los manzanos a la fertilización con boro en condiciones de baja disponibilidad de boro en el suelo. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.116, n.1, p.58-64.