ARTICULO CIENTIFICO

Efecto de la fertilización foliar con boro en la producción de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en un entisols de Pucallpa.

LOPEZ, J. (**1**) **CHAVEZ, A.** (**2**)
(**1**) **Docente FCA Universidad Nacional de Ucayali. Carretera Federico Basadre km 6.200 Pucallpa**
(**2**) **Tesista FCA Universidad Nacional de Ucayali. Carretera Federico Basadre km 6.200 Pucallpa**

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se inició en marzo del 2016 en las plantaciones de camu camu de 7 años de edad en un entisols, localizado en el caserío 11 de Agosto en el distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali, a 8º20'22.2'' Latitud Sur y 74º35'09.5'' Longitud Oeste y a una altitud de 154 m.s.n.m.

El objetivo radicó en evaluar el efecto y respuesta de la fertilización foliar con boro en la producción de fruto de camu camu arbustivo en un suelo aluvial de Pucallpa, con el fin de emendar y suplir posibles daños fisiológicos de frutos y su relación en la producción.

Se empleó el Diseño Estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 4 tratamientos: 0 ppm, 2 ppm, 4 ppm y 6 ppm respectivamente, usando Speedfol 17% B como fuente comercial.

Los resultados mostraron significación en las variables rendimiento de fruta, longitud y diámetro de fruto, peso de fruto, porcentaje de polinización, de cuajado de fruto y de aborto de fruto en la aplicación de las diferentes concentraciones de boro.

La variable rendimiento de fruta fresca/ha respondió significativamente en todas las dosis a base de boro, en especial el tratamiento 2 (T_2) con 4 ppm que alcanzó un rendimiento de fruta fresca/ha de 7 207.9 Kg/ha, y 791.50 frutos maduros/planta superando significativamente al testigo que sólo alcanzó 3 450.1 kg/ha y 482.30 frutos maduros/planta.

PALABRAS CLAVE

Entisols, camu camu fuente de boro, rendimiento

INTRODUCCIÓN

El camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) es un frutal nativo de la Amazonia Peruana apreciada por su alto contenido de ácido ascórbico natural que varía entre 1900 a 5900 mg/100 g de pulpa (Oliva y Pie, 2011), representa una opción favorable para el fomento del desarrollo y crecimiento socio económico de numerosas familias agricultoras que establecen su producción en las riberas de los ríos y zonas aluviales en la Región de Ucayali.

En relación con los aspectos nutrimentales, es bien conocido que el boro (B) es un elemento necesario para la producción y germinación del grano de polen y el crecimiento del tubo polínico (Lovatt y Dugger, 1984; Delgado et al., 1994; Marschner, 1995). Abanto (2014) demostró en un estudio de nutrición mineral en camu camu, que este cultivo es exigente en boro, encontrándose en mayor proporción en la parte aérea que en las raíces, por el hecho de tener mayor movilidad en el xilema que en el floema.

Por ello, el presente proyecto de investigación tuvo como finalidad evaluar el efecto y respuesta de la fertilización foliar con boro en la producción de fruto de camu camu arbustivo en un suelo aluvial de Pucallpa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se inició en marzo del 2016 hasta octubre del mismo año, en el Caserío 11 de Agosto, en las plantaciones de camu camu del señor agricultor Carlos Ríos Peña, en el distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali. Geográficamente se encuentra ubicada a 8º20'22.2'' Latitud Sur y 74º35'09.5'' Longitud Oeste, con una altitud de 154 m.s.n.m. Se ha trabajado con plantas francas de 7 años de edad, sembradas a 3.5 m x 3.5 m.

Se evaluó (3) tres dosis de boro 2, 4 y 6 ppm y el tratamiento testigo que no contiene ninguna aplicación de boro en el área vegetativa. Se usó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro (4) tratamientos y (4) repeticiones, haciendo un total de 16 unidades experimentales.

Se tomaron dos colectas de muestra foliar, anterior y posterior a la fertilización foliar con boro. La primera colecta del material vegetal se efectuó en el mes de marzo del 2016, a través de un muestro en zigzag general para las plantas a evaluar. La segunda colecta se realizó en el mes de setiembre del mismo año, a través de un muestreo específico por tratamiento; estas fueron limpiadas y descontaminadas, colocadas en sobre de papel previamente rotulado, las cuales fueron introducidas en una estufa a 80º C por 24 horas, para luego pulverizar la muestra y prepararla para el análisis químico; siendo colocadas en bolsas de plástico previamente identificadas y remitirlas al laboratorio de suelos y tejidos de la UNA La Molina, para su respectivo estudio.

Se usó una fertilización fraccionada de fondo a base de 90 N-60 P y 90 K, que es la recomendada en el cultivo de camu camu (Romero, 2003). La primera fertilización se realizó en el mes de abril del 2016; mientras que la segunda aplicación se efectuó en el mes de junio del mismo año

Para la aplicación de los tratamientos a base de boro se procedió a realizar una evaluación fenológica del cultivo para determinar la emergencia de botones florales, correspondiendo a la segunda fase de floración, de unos 7 – 10 días

antes de la apertura y diferenciación floral. Se aplicó el producto comercial Speedfol 17% B, a razón de una sola aplicación en la época que las plantas se encontraban en la segunda fase de botones florales, mediante aspersión foliar a través de una mochila fumigadora manual de 20 litros de capacidad, pulverizando la planta totalmente, en la parte abaxial y adaxial de la hoja. La solución en la concentración de boro se encuentra en función a los tratamientos en estudios. La fertilización foliar se efectuó en el mes de julio del 2016, en horas de la tarde, con la finalidad de disminuir la humedad relativa lo que produce una evaporación más rápida del agua y el secado de la solución.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 1. Rendimiento, número de frutos maduros, tamaño de fruto, diámetro de fruto y peso de fruto en respuesta a la aplicación foliar de boro

Tratamientos	Rendimiento de fruta Kg/Ha	frutos maduros por planta	Tamaño de fruto (cm)	Diámetro de fruto (cm)	Peso de fruto (gr)
T_0 (0 ppm)	3450.1 b	482 b	2.11 c	2.30 b	8.86 c
T_1 (2 ppm)	6471.1 a	784 a	2.27 ab	2.50 a	10.24 ab
T_2 (4 ppm)	7207.9 a	792 a	2.33 a	2.52 a	11.10 a
T_3 (6 ppm)	6628.1 a	835 a	2.20 b	2.39 b	9.76 b

Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas. (Duncan, α = 0.05).

Para la variable rendimiento de fruto, se determinó que existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados con boro y el testigo, aunque entre los tratamientos dosificados con boro no hubo diferencias; sin embargo, el que logró el mayor rendimiento alcanzado fue el tratamiento 2 (T_2) con 4 ppm de boro con un rendimiento de 7207.9 $Kg.ha^{-1}$; seguido del tratamiento 3 (T_3) con 6 ppm que alcanzó 6628.1 $Kg.ha^{-1}$; y el tratamiento 1 (T_1) con 2 ppm que alcanzó 6471.1 $Kg.ha^{-1}$, superando indudablemente al tratamiento testigo (T_0) con 0 ppm que alcanzó 3450.1 $Kg.ha^{-1}$ frutos maduros por planta. Esto demuestra que la aplicación de boro influyó de manera positiva en el aumento de la producción de frutos de camu camu en plantas de 7 años de edad. Y además, con la prueba de correlación entre número de frutos y el rendimiento de fruto, cuyo valor de r = 0.96471 muestra un alto nivel de significación.

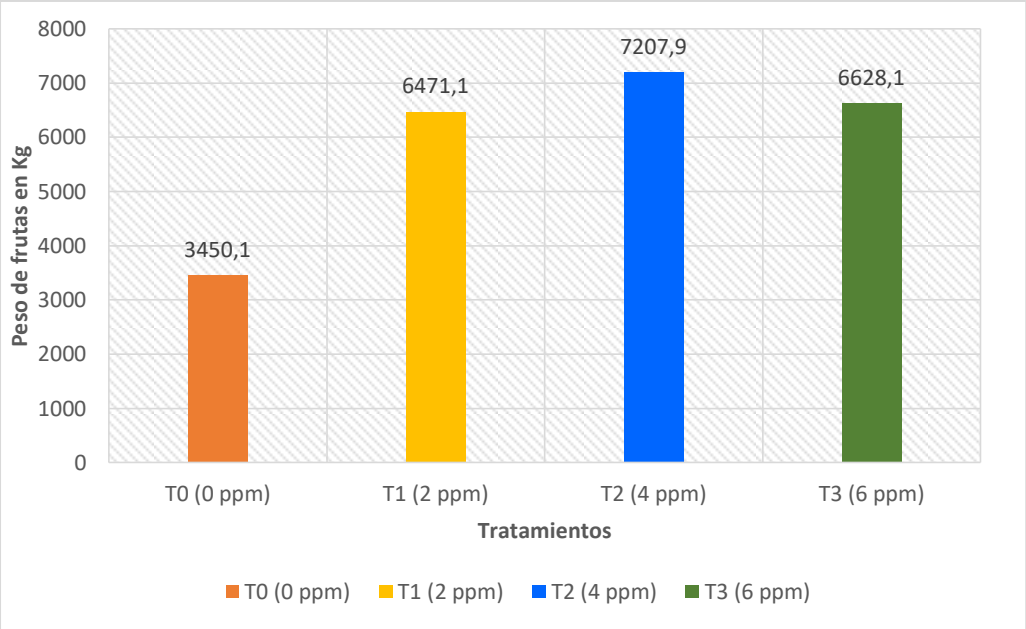


Figura 1. Evaluación de rendimiento de fruta en base a los tratamientos con boro

Estos resultados pueden ser corroborados por Gómez (2007) en un ensayo de fertilización foliar con boro en una plantación de 5 años de establecidas de un inceptisols, el cual manifiesta que se mostraron significación en las variables rendimiento de fruta $Kg.ha^{-1}$, número de fruto maduro/planta y porcentaje de fruto cuajados, a una aplicación de 3.1 ppm en el cultivo de camu camu.

Estos datos nos demuestra la notable y eficiente respuesta del cultivo a la fertilización foliar a base de boro referente al rendimiento, lo cual es reforzado por Sánchez (1981) que el boro propicia a transportar alimentos hacia los frutos y las raíces, mejora la calidad de los productos, participa en la producción de semillas y aumenta las cosechas.

Estos resultados son corroborados también en el cuadro de análisis foliar que de acuerdo a las aplicaciones, han tenido una respuesta evidentemente certera del boro en suelo, que inicialmente fue 1.44 ppm y después de la aplicación logró obtener un leve incremento de 1.83 ppm, considerando favorable esta cantidad, el cual Rodríguez indica que el boro suele estar en una concentración de 0.1 a 2.5 ppm, y es absorbido en su forma de borato. En cuanto al contenido del boro a través de un análisis foliar, se logra diferenciar que el tratamiento 3 (T_3) con 68 ppm, el tratamiento 2 (T_2) con 66 ppm, el tratamiento 1 (T_1) con 65 ppm, son superiores en cuanto en cantidad considere en el tejido vegetativo, respecto al tratamiento 0 (T_0) con 58 ppm.

Al respecto, al análisis de concentración de boro en las diferentes disposiciones en la planta de camu camu, se observa que hay mayor concentración de este micronutriente en la parte área, específicamente en las hojas, en comparación a la disposición en el suelo. La mayor concentración de boro después de haber aplicado los tratamientos en estudio, en las hojas fue de 68 ppm y en el suelo

obtuvieron 1.83 ppm. Resultados similares fueron verificados por Abanto *et al.* (2015), el cual menciona que la mayor concentración de boro en la planta de camu camu después de aplicar diferentes fuentes, se encuentra en las hojas con una concentración máxima de 165 ppm de boro, respecto a 148 ppm y 134 ppm en los tallos y raíces respectivamente. Dechen; Nachtigall (2006) y Souza *et al.* (2012) citan que, en general, la parte aérea de las plantas presentan mayor concentración de boro debido a que posee mayor movilidad del boro en el xilema en comparación al floema.

En relación al porcentaje de cuajado de fruto, los resultados obtenidos muestran ser superiores a lo encontrado por Gómez (2007) quien obtuvo en promedio de 3.96% en una fertilización foliar a base de boro en un suelo inceptisols; del mismo modo, inferiores a los resultados encontrados por Pezo (2011) el cual indica que existe 7.99% y 5.24% de cuaje en flores sin y con protección respectivamente en *Myrciaria dubia*, Navarro (2004) quien obtuvo 7.03% en el cuajado de frutos y un 40% (Peters y Vásquez, 1986) indica que las flores de esta especie llegan a cuajar. La correlación entre el porcentaje de cuajado de fruto y el número de frutos maduros por planta resulto un r = 068433, lo cual demostró una alta significación.

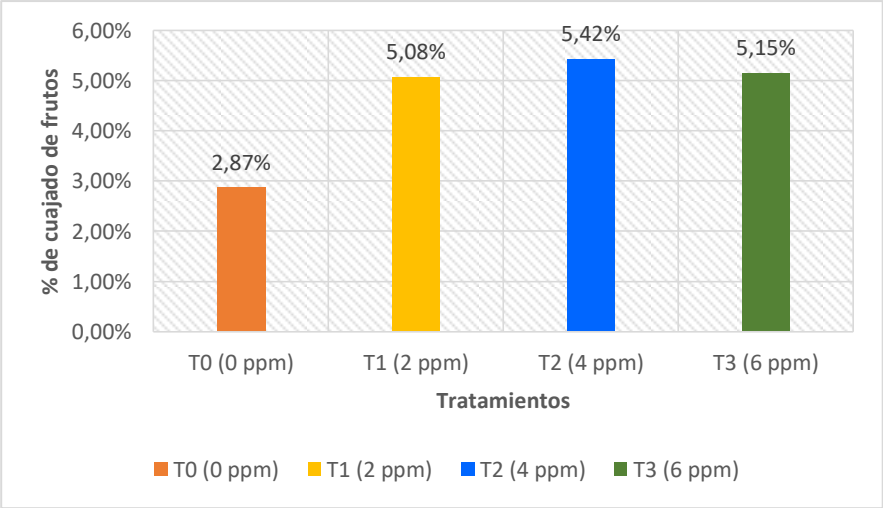


Figura 2.
Porcentaje de cuajado de frutos en base a la aplicación foliar de boro

Respecto al porcentaje de abortos de frutos, los resultados muestran ser inferiores a lo encontrado por Gómez (2007) quien obtuvo en promedio de 92.35% de frutos abortados; del mismo modo, superiores a los resultados a lo encontrados por Pezo (2011) el cual indica que existe 63.35% y 56.34% de frutos abortados sin y con protección respectivamente en *Myrciaria dubia*. Sin embargo, Navarro (2002) menciona que existe un 86.38% de abortos de camu camu, en contraposición de los datos, Peters y Vásquez (1997), indican que existe un porcentaje promedio de 12.90% de frutos abortados, el cual es altamente significativa.

Al igual que en las evaluaciones anteriores, la correlación entre el porcentaje de abortos de fruto y el número de frutos maduros por planta resulto altamente significativo con un r = - 0.74172, demostrándose que a mayor porcentaje de abortos, menor número de frutos maduros por planta.

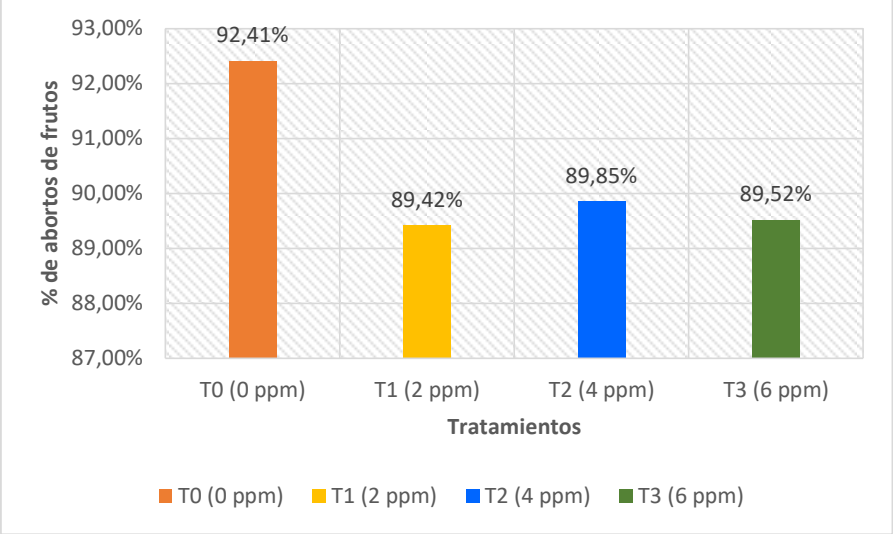


Figura 3. Porcentaje de abortos de frutos en respuesta a la aplicación foliar de boro.

CONCLUSIONES

1. El tratamiento con 4 ppm de B tuvo un mejor efecto en la producción y número de frutos maduros por planta, logrando un rendimiento de fruto de 7 207.9 kg por ha y 792 frutos maduros por planta; sin superar estadísticamente al tratamiento con 6 ppm de B quien logró 6 628.1.7 kg de frutos por ha y 835 frutos maduros por planta. El testigo sin boro obtuvo solo 3 450.1 kg de fruto por ha y 482 frutos maduros por planta.

2. El tratamiento con 4 ppm de B tuvo un mejor desempeño en las variables tamaño de fruto (2.33 cm), diámetro de fruto (2.52 cm) y peso de fruto (11.11 gr), así como en los porcentajes de polinización (53.48%) y de cuajado de fruto (5.43%).

3. El tratamiento sin boro obtuvo el mayor porcentaje de abortos de fruto alcanzando un 92.41%, demostrando una alta correlación significativa con la variable número de frutos maduros por planta.

BIBLIOGRAFÍA

Abanto, R. 2014. Crecimiento inicial de plantas de camu – camu sob fertirrigação com nitrogênio e potássio em condições de terra firme. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Roraima- Boa Vista, 98 pp.

Alarcón, V. 2001. El boro como nutriente esencial. (Documento en línea). Disponible en: http://www.horticom.com/pd/imagenes/51/155/51155.pdf. (Consultado: 07/09/2016).

Bacalar, L.C. 2009. Estudos da biología reprodutiva, morfologia e polinização aplicados a produção de frutos de camu camu (*Myrciarai dubia* H.B.K. Mc Vaugh) adaptadas a terra firme da Amazonía central/Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas Da Amazonía – Inpa Programa De Pós – Graduação Em Botanica (EEO – INPA/AM). 121 p.

Correa, A. E., M. A. Pavan y M. Miyazawa. 1985. Aplicacao de boro no solo e respostas do cafeeiro. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, v.20, n.2, p.177-181.

Dannel, F; Pfeffer, H; Römheld, V. 2002. Update on boron in higher plants uptake, primary translocation and compartmentation. Plant Biol. 4:193-204.

Dechen, A. R; Nachtigal, G. R. 2006. Micronutrientes. In: Fernandes, M. S. (Ed.) Nutrição Mineral de Plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Cap. 13:327-354.

Fischer, G. 2005. El problema del rajado del fruto de la uchuva y su posible control. En: Fischer, G.; D. Miranda; W. Piedrahita y J. Romero (eds.). Avances en el cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis peruviana L.). Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (en imprenta).

Franke, W. 1986. The basis of foliar absorption of fertilizers with special regard to the mechanism. pp. 17-25. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin, Alemania.

Gomez, M. 2007. Respuesta a la aplicacion foliar de boro en una plantacion de camu camu (*Myrciarai dubia* H.B.K. Mc Vaugh) de 5 años de establecida en un inceptisols de Pucallpa. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo, UNU. 46-50 pp.

Goldberg, S. 1977. Chemistry and mineralogy of born in soils. In: Gupta, U. C. (ed.). Boron and its role in crop production. Boca Raton: CRC Press, p. 3-44.

Goldberg, S. 1997. Reactions of boron with soils. Plant and Soil 193(3):35-48.

Delgado, C. Inga, H. Pinedo, M., C. Linares, C. Mejía, K. 2001. Fenología reproductiva de *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh. Folia Amazónica. Vol.12. Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP). Iquitos, Perú. 96–106.

Inkabor S.A.C. Compuesto de Boro. [Documento en línea]. Disponible en: http://.wwwquiminet.com.mx/pr8/Boro.htm. (Consultado: 02/01/17).

López, U.A.; Linares, B.C. 2007. Cultivo de camu camu en suelos aluviales de Ucayali. Proyecto Bosques Inundables. Pucallpa, Perú. 31 p.

Marín, M. 2014. Efecto de biofertilizantes en el rendimiento y producción del camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh) en suelos entisoles. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo, UNU. 55 pág.

Oliva, C.; Pie, L. 2011. Palmagro, cultiva el camu camu con más alto contenido de Vitamina C del Mundo. (Plantación Comercial de camu camu – Fundo Refugio). Lima. Perú. 4 p.

Peters, Ch. y Vásquez, A. 1986. Estudios ecológicos de camu camu *Myrciaria dubia*. I. Producción de Frutos en Poblaciones Naturales. En Acta Amazónica, 16 – 17 (N° Único), Brasil, 161 – 174 pp.

Pezo, E. 2011. Identificación de las especies silvestres de insectos polinizadores y su influencia en la producción de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en un Entisols de Pucallpa. Tesis para optar el Título Profesional. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 48 pp.

Pinedo, M. Delgado, C. Farroñay, R. Del Castillo, D. Iman, S. Villacrés, J. Faching, L. Oliva, C. Abanto, C. Bardales, R. Vega, R. 2010. Camu camu (*Nyrciaria dubia*, Myrtaceae) Aportes para su aprovechamiento sostenible en la Amazonia Peruana, Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana, PROBOSQUES. 1^{era} ed. Iquitos, Perú.

Raese, J. 1989. Physiological disorders and maladies of pear fruit. Horticultural Reviews 11, 359-407.

Riva y Gonzales. 1997. Tecnología del cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en la amazonia peruana. Pucallpa, Perú. 45 p.

Romero, W. 2003. Aplicación de niveles de nitrógeno en el rendimiento de camu camu *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en un entisols de Pucallpa. Tesis para optar el Título Profesional. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 68 pp.

Quaggio, J. A.; Piza Junior, C. T. 2001. Micronutrientes para frutíferas tropicais. In: Ferreira, M. E.; Cruz, M. C. P.; Raij, B. van; Abreu, C. A. (Ed.). Micronutrientes tóxicos e metais pesados na agricultura. Jaboticabal: CNPq/Fapesp/Potafos, 459-491.

Silva, D; Faria, C. 2012. Nutrição, calagem e adubação. In: Mouco, M.A.C. (Ed.) Cultivo da mangueira. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido, 2004. (Sistemas de produção, 2). <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/ F o n t e s H T M L / M a n g /CultivodaMangueira/adubacao.htm>. Acceso 05 Jan. 2012.

Vásquez, A. 2000. El camu camu. Cultivo, Manejo e Investigaciones. Editora Gráfica e Imprenta Universal S.R.L. Iquitos, Perú. 218 p.