

FUENTES DE BORO EN PRODUCCIÓN DEL FRUTO DE CAMU CAMU EN SUELOS ALUVIALES DE UCAYALI

Carlos ABANTO-RODRÍGUEZ¹, Mario PINEDO-PANDURO¹, Teresinha COSTA SILVEIRA de ALBUQUERQUE², Richard REMUZGO FORONDA¹, Elvis PAREDES DÁVILA¹, Elias ROSELLO TAMANI³

- 1 Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, Programa de Investigación en Manejo Integral del Bosque y servicios Ambientales (PROBOSQUES). Carretera Federico Basadre Km 12,400-Pucallpa (Perú). E-mail: cabanto@iiap.org.pe
- 2 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Roraima-Rodovia BR-174, Km 8 - Distrito Industrial-Brasil. E-mail: teresinha.albuquerque@embrapa.br;
- 3 Universidad Nacional de Ucayali, Carretera Federico Basadre Km 6,200, E-mail: eliaz.79@gmail.com

RESUMEN

El camu camu es una planta arbustiva que destaca por su alto contenido de Vitamina C. A pesar de los avances tecnológicos en el manejo del cultivo, aún hay insuficiente información sobre el manejo nutricional de las plantas en producción. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del boro en la producción del fruto de camu camu en suelos aluviales de Ucayali. Utilizamos un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 3 bloques y 8 plantas por unidad experimental. Los tratamientos fueron: T1-Testigo; T2-Fertibagra 15L; T3-Ulexita 40 y T4-Fertibagra 21. Evaluamos la concentración de boro en las plantas antes y después de su aplicación y la producción de frutos en kg/planta. Con relación al análisis de la concentración de boro en la planta, se observó que hay mayor concentración de este micronutriente, en la parte aérea, obteniendo valores máximos en las hojas y tallos. La producción de fruta en kg/planta fue mayor para los tratamientos que incluían fuentes de boro en comparación con el tratamiento de control sin boro. Estos resultados demuestran que las aplicaciones de boro vía suelo y foliar aumentan la concentración de este micronutriente en las diferentes partes de la planta de camu camu, haciendo que las plantas respondan positivamente a la producción de frutos.

PALABRAS CLAVE: *Myrciaria dubia*, vitamina C, fertibagra, ulexita, nutrición mineral.

SOURCES OF BORON IN THE PRODUCTION OF THE FRUIT OF CAMU CAMU IN ALLUVIAL SOILS OF UCAYALI

ABSTRACT

Camu camu is a shrubby plant that stands out for his high content of Vitamin C. Despite of the technological advances in crop management, there is still insufficient information on nutritional management of plants in production. The aim of this study was to determine the effect of boron in the production of the fruit of camu camu in the alluvial soils of Ucayali. We used a completely randomized design of blocks with 3 blocks and 8 plants per experimental unit. The treatments were: T1-Control; T2-Fertibagra 15L; T3-Ulexita 40; and T4-Fertibagra 21. We evaluated the concentration of boron in plants before and after application, and the production of fruits in kg/plant. Regarding the analysis of the contraction of boron in the plant, it was observed that there is a greater concentration of this micronutrient in the aerial part, with the highest values reported in the leaves and stems. Fruit production in kg / plant was higher for treatments that included boron sources compared to the control without boron. These results show that boron applications via soil and foliar increase the concentration of this micronutrient in different parts of the plant of camu camu, making the plants respond positively to fruit production.

KEYWORDS: *Myrciaria dubia*, vitamin C, fertibagra, ulexita, mineral nutrition, IIAP.

INTRODUCCIÓN

El camu camu es una planta arbustiva de la familia Myrtaceae que destaca por su alto contenido de Vitamina C, se desarrolla en suelos inundables y se adapta bien a los suelos de altura de la Amazonía peruana. Debido a las condiciones propicias para el cultivo, el Perú es el principal exportador de los derivados de la fruta de camu camu, siendo las regiones de Loreto y Ucayali, responsables por 98% de la producción nacional (Pinedo *et al.*, 2010). A pesar de los avances tecnológicos en el manejo del cultivo, la fertilización mineral aun es realizada de manera empírica por los agricultores, en virtud de la escases de información sobre el manejo nutricional de la planta, hay necesidad de realizar estudios sobre fertilización en cuanto a las exigencias nutricionales de macro y micronutrientes en el cultivo.

Villachica (1996) advierte que el cultivo del camu camu es más susceptible a la deficiencia de fósforo y de potasio cuando es cultivado en suelos ácidos con niveles bajos de disponibilidad de nutrientes, característica de los suelos de la Amazonía. Según Itauran *et al.* (2002) durante el período de crecimiento y desarrollo de las plantas, la fertilización es de fundamental importancia y debe ser efectuada, preferentemente, de acuerdo con los resultados del análisis de suelo.

Romero (2003), en un ensayo de fertilización nitrogenada sobre un suelo aluvial de Pucallpa, verificó el incremento de la productividad de camu camu injerto, de 8 años de edad, con la aplicación de 90 kg/ha-año, del orden de 4,6 t/ha, demostrando que las plantas son exigentes en N. De igual forma, concluye que en suelos de restinga, se necesita un promedio de 100 kg de nitrógeno/ha; aplicaciones de fósforo y potasio en mínimas cantidades. Asimismo, menciona que es necesario incorporar fuentes de boro, debido a que presenta deficiencia en los suelos y en los tejidos vegetales.

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.

El boro es un micronutriente aniónico esencial, requerido por la planta en pequeñas cantidades, debido a que no es parte de ningún compuesto estructural de la planta; pero forma parte de la constitución de enzimas y como activador de ellas, ayuda en el metabolismo del nitrógeno y en las actividades hormonales. El boro es esencial para la absorción y uso del calcio por la planta. El boro asociado al manganeso, hierro y cobre, aumenta el

contenido de lignina, un compuesto orgánico que cumple funciones de soporte, aumentando el amarre de flores, frutos y protección de la planta contra organismos causantes de enfermedades.

La deficiencia de boro resulta en un menor florecimiento y polinización además de un tamaño más reducido de fruto. Los síntomas de deficiencia son más visibles durante el florecimiento, produciendo inflorescencias deformadas, brotaciones de tamaño reducido, con hojas pequeñas y coriáceas. Puede ocurrir una reducción significativa de la producción, una vez que la yema terminal desaparece o, se produce baja germinación del grano de polen (Silva & Faria, 2004). A medida que aumenta el conocimiento sobre las necesidades nutricionales de los frutales, más se verifica la importancia del boro, en la nutrición de las especies (Quaggio & Piza Jr., 2001).

Dentro de los factores que pueden afectar la disponibilidad y la absorción del boro por las plantas, podemos citar: pH del suelo (máxima entre 8 e 9), escasa cantidad de materia orgánica del suelo, textura del suelo (baja en suelos arenosos debido a la alta lixiviación), actividad microbiana del suelo, drenaje y condiciones climáticas de la región (Dechen & Nachtigall, 2006). En la planta, el boro puede entrar tanto por vía radicular cuanto foliar y su principal forma de movimiento en el suelo ocurre por flujo de masa, pudiendo causar toxicidad a la planta en aquellos suelos con elevados contenidos de boro en la solución (Lima *et al.*, 2007).

Por lo expuesto el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de fuentes de boro en el rendimiento de fruto de camu camu arbustivo en suelos aluviales de Ucayali.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo fue realizado durante los meses de abril a octubre del 2013, en una parcela de camu camu de 12 años de edad ubicada en el Centro Experimental-anexo Pacacocha del INIA Pucallpa, localizada en las coordenadas geográficas: 8°21'04.03"S y 74° 32' 35.65" O y a una altitud de 145 msnm. El estudio fue conducido mediante un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 3 bloques y 8 plantas por unidad experimental. Los tratamientos aplicados fueron: T1-Testigo; T2-Fertibagra 15L; T3-Ulexita 40 y T4-Fertibagra 21. Para el tratamiento Fertibagra 15L fue utilizado una dosis de 30 ml/12 L de H₂O, para Ulexita 40: 30 gr/planta y para Fertibagra 21 se utilizó una dosis de 12 g/12L de H₂O. Fueron 3 aplicaciones en las etapas de prefloración, floración y fructificación,

utilizando una bomba aspersora de espalda de 12 litros, procurando una cobertura uniforme de todo el follaje para los tratamientos T2 y T4, la aplicación se realizó en las primeras horas del día.

Para el T3 la aplicación se realizó en cobertura, tomando en cuenta la proyección de la copa de las plantas. Fueron retiradas muestras de suelo a una profundidad de 0-20 cm de toda el área experimental utilizándose un muestreador tipo barreno. Las muestras fueron homogeneizadas y enviadas al laboratorio de análisis de suelo del INIA Pucallpa. Los resultados de los análisis químicos y físicos de las muestras del suelo del área experimental son presentados en la Tabla 1.

En base a sus resultados fue recomendado aplicar una fertilización de cobertura de 90-90-90 de NPK en toda el área experimental. Así mismo fue realizado un análisis de la concentración de boro en ppm, antes y después de la aplicación de los tratamientos en las raíces, tallos y frutos de las plantas de camu camu. Posteriormente fue evaluado el rendimiento de fruto en kg/planta. La evaluación de rendimiento se realizó en forma permanente para cada tratamiento, tomando en cuenta el estado de maduración (verde pintón) del fruto. La primera evaluación se realizó a los 30 días de haber aplicado los tratamientos.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y los promedios fueron comparados mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, todos los análisis fueron realizados con el programa estadístico SISVAR (Ferreira, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a los resultados del análisis del suelo del área experimental, se observa en el Cuadro 1, que no hubo mayor variación en la concentración de nitrógeno total, por el contrario los valores de fósforo y potasio disminuyeron probablemente por efecto de la mayor absorción de nutrientes conforme avanzó la edad de las plantas.

Con relación al análisis de la concentración de boro en las diferentes partes de la planta de camu camu antes y después de haber aplicado los tratamientos, se observa que hay mayor concentración de este micronutriente, en la parte aérea, siendo superior en las hojas y tallos (Figura 1). Así mismo se observa que la planta asimiló el boro después del periodo de aplicación. En ese sentido la concentración máxima de boro en las hojas fue de 165 ppm. Los tallos y raíces obtuvieron valores de 148 e 134 ppm de boro respectivamente.

Al respecto Dechen; Nachtigall (2006) y Souza *et al.* (2012) citan que, en general, la parte aérea de las plantas presentan mayor concentración de boro

que las raíces y esto es porque, está asociado a que posee mayor movilidad del boro en el xilema en comparación al floema. Resultados similares de 136.5 mg/kg de boro, fueron obtenidos por Abanto (2014) al trabajar con fertilización a base de potasio y micronutrientes en plantas de camu camu fertirrigadas. Según Viégas *et al.* (2004), mencionan que las concentraciones foliares adecuados de boro para camu camu están en el rango de 8,4 hasta 9,5 mg/kg. En esta investigación los valores encontrados fueron superiores, probablemente debido a las fuentes de boro utilizadas. Por otro lado, los valores foliares están semejantes a los verificados por Villas Bôas *et al.* (2002), trabajando con naranja 'Valência' fertirrigada (78 mg/kg de boro) y superiores a los constatados (45 mg/kg de boro) por Souza *et al.* (2012), trabajando con movilidad del boro en plantas de durazno.

La concentración de boro considerado adecuado para el desarrollo de los cultivos es bastante variable. Las diferencias cuanto a la exigencia de este nutriente son atribuidas a la variación en la composición química de las paredes celulares entre y dentro de especies (Marschner, 1995). Varios autores relatan que plantas deficientes presentan concentraciones foliares menores que 15 mg/kg (Malavolta, 1980; Malavolta *et al.*, 1989; Furlani, 2004). En ese sentido, los resultados obtenidos en esta investigación están encima de lo mencionado por los autores, lo que demuestra ser el camu camu exigente en boro en comparación con otros cultivos.

En relación al rendimiento de fruta en kg/planta se observa en la figura 2, que los tratamientos compuestos por las fuentes de boro presentaron los mayores valores de producción con 17.4; 18.7 y 19.8 kg/planta respectivamente. En cambio el Tratamiento Testigo solo alcanzó un valor promedio de 10.2 kg/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 12 años de edad.

Resultados similares fueron verificados por Galli *et al.* (2013), trabajando con fertilización en plantas de mango, los autores señalan que las plantas respondieron positivamente a la aplicación del boro en lo que respecta a la calidad y producción de los frutos. De igual modo Pavan (1997) encontró incrementos en la producción de las plantas de manzanos por la aplicación de boro en el suelo, igualmente Stover *et al.* (1999) y Khalifa *et al.* (2009) verificaron el mismo efecto aplicando boro en la parte aérea de manzanos en estudios conducidos en Brasil y Estados Unidos. Efectos similares fueron observados por Quaggio *et al.* (2003) al trabajar con fertilización con boro y zinc vía foliar con naranja pera.

Tabla 1. Análisis químicos y físicos del suelo del Centro experimental Pacacocha-INIA Pucallpa.

Año	Textura	pH	N %	P ppm	K	Ca	Mg	CIC	CO %
2012	Ar Lo	6.58	0.1	46.31	0.82	36.57	2.50	40.29	1.29
2013	FrArLo	7.42	0.09	25.49	0.45	24.83	2.44	27.82	1.22

Fuente: INIA, 2013

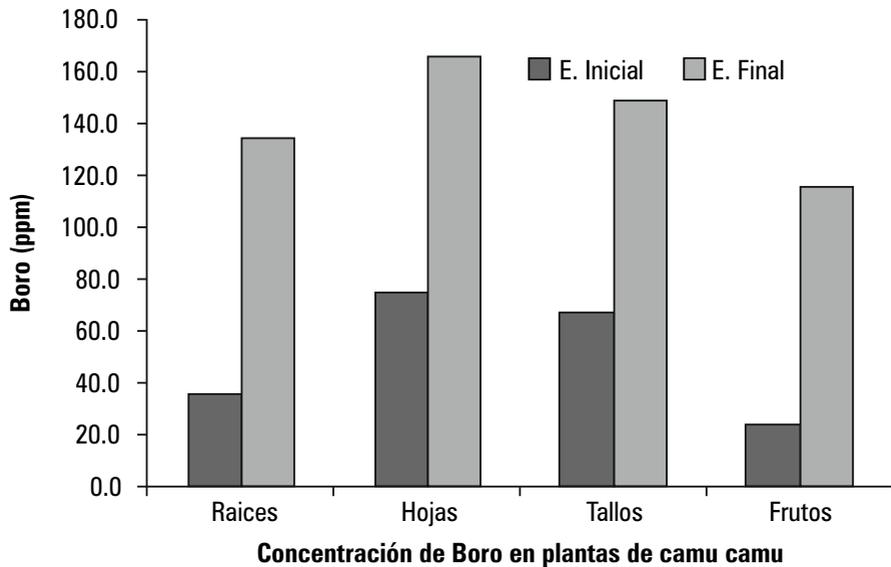


Figura 1. Concentración de boro (ppm) antes y después de la aplicación de los tratamientos en las diferentes partes de las plantas de camu camu.

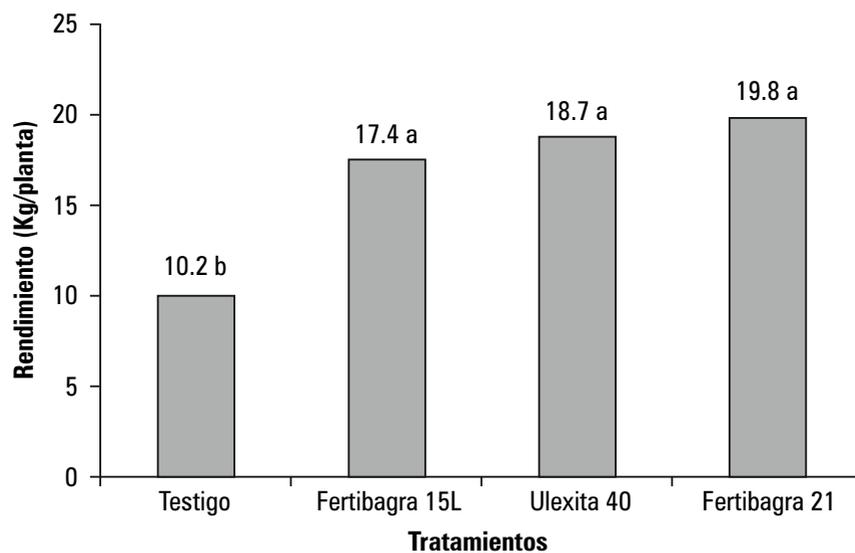


Figura 2. Rendimiento de fruto (kg/planta) de camu camu en función de los tratamientos en estudio.

CONCLUSIONES

Las aplicaciones de boro vía suelo y foliar aumentaron las concentraciones de este micronutriente en las diferentes partes de las plantas de camu camu. Independientemente de la fuente y la forma de aplicación de boro, las plantas de camu camu respondieron positivamente en la producción de frutos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA-Pucallpa, por brindar sus instalaciones para la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Abanto, R. C. 2014. Crescimento 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.
- Dechen, A. R.; Nachtigall, G. R. 2006. Micronutrientes. In: Fernandes, M. S. (Ed.) Nutrição Mineral de Plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Cap. 13:327-354.
- Ferreira, D. F. 2010. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA.
- Furlani, A. M. C. 2004. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. (ed.) Fisiologia vegetal. Rio de Janeiro: Koogan, 40-75 p.
- Galli, J. A.; Palharini, M.C.A.; Fischer, H. I.; Michelotto, D.M. & Martins, L.M. A. 2013. Produção e qualidade de frutos de diferentes cultivares de mangueira adubadas com boro. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 8(3): 358-363.
- Itauran, S.; Mota, M.; Padinha, M. 2002. Recomendações para o cultivo do camu camu no Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, (Embrapa Amazônia Oriental. Série Circular técnica, 31;9 pp.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA. 2013. Laboratorio de análisis de suelo y tejidos vegetales. Pucallpa, Ucayali.
- Khalifa, K.R.M.; Hafez, O.M.; ABD-Elkhair, H. Influence of foliar spraying with boron and calcium on productivity, fruit quality, nutritional status and controlling of blossom end rot disease of Anna apple trees. *World Journal of Agricultural Sciences*, Islamabad, v.5, n.2, p.237-249, 2009.

- Lima, J.C.P.S.; Nascimento, C.W.A.; Lima, J.G.C.; Lira Junior, M.A. , 2007. Níveis críticos e tóxicos de boro em solos de Pernambuco determinados em casa de vegetação. *R. Bras. Ci. Solo*, 31:73-79
- Marschner, H. 1995. Comparative studies on the sensitivity of six rootstock varieties of grapevine to phosphate induced Zn deficiency. *Revista Vitis*, 16: 79-88.
- Malavolta, E. 1980. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 251pp.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, POTAFOS, 201pp.
- Pinedo, P.M.; Delgado, V.C.; Farroñay, P.R.; Imán, C.S.; Villacrés, V.J.; Faching, M.L.; Oliva, C.; Abanto, R.C.; Bardales, L.R.; Vega, V.R. 2010. Camu- Camu (*Myrciaria dubia*- Myrtaceae); Aportes para su Aprovechamiento Sostenible en la Amazonia Peruana. 1 ed. Iquitos, Perú. 130pp.
- Pavan, M. 1997. Respostas da macieira à aplicação de boro no solo. *Arquivo Biológico Tecnológico*, Campinas, 40(2):419-424.
- Quaggio, J. A.; Mattos Junior, D.; Cantarella, H.; Tank Junior, A. Fertilização com boro e zinco no solo em complementação à aplicação via foliar em laranja Pêra. *Pesq. agropec. bras.*, 38(5): 627-634.
- 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.
- Romero P.W. 2003. Aplicación de niveles de nitrógeno en el rendimiento del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K en un entisols de Pucallpa. Tesis, Universidad Nacional de Ucayali.
- Silva, D. J.; Faria, C. M. B. de. 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.
- Stover, E.; Fargione, M.; Risio, R.; Stiles, W.; Iungerman, K. 1999. Prebloom foliar boron, zinc, and urea applications enhance cropping of

- some 'Empire' and 'McIntosh' apple orchards in New York. *HortScience*, Alexandria, 34(2):210-214.
- Souza, J.A.; Canesin, R.C.F.S.; Buzetti, S. 2012. Mobilidade de boro em mudas de pessegueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34(3): 930-935.
- Villachica, H.L. 1996. El cultivo del camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) en la Amazonia Peruana. Lima: TCA/UNDP/UNAMAZ, 95pp.
- Villas Bôas, R.L.; Fernandes, D.M.; Boaretto, A.E., Godoy, L.G. 2005. Fertirrigação: uso e manejo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30., 2005, Recife. Anais SBCS.
- Villas Bôas, R.L.; Moraes, M.H.; Zanini, J.R.; Pavani, L. C.; Camargo, D.A.; Duenhas, L. H. 2002. Teores de nutrientes na folha, qualidade do suco e massa seca de raízes de laranja-“valência” em função da irrigação e fertirrigação. *Revista Brasileira Fruticultura*, 24(1): 231-235.

Recibido: 20 de abril del 2015

Aceptado para publicación: 12 de mayo del 2015