

PREVALENCIA DEL CADMIO, PLOMO Y CROMO EN LA BIOMASA ESTACIONAL DE *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh “CAMU CAMU”, EN UN ENTISOLS DE YARINA COCHA

Nadia Masaya Panduro Tenazoa*

Departamento Agroforestal Acuícola, Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Universidad Intercultural de la Amazonía.

* Autor de contacto: Carretera San José, Km 0,5. Yarinacocha. Ucayali- Perú.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la prevalencia del cadmio, plomo y cromo en la biomasa estacional de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh “camu camu”, en un entisols de Yarina cocha. La investigación fue del tipo aplicada, descriptiva, relacional y transeccional. Se determinó la materia seca, concentración y absorción periódica de cadmio, plomo y cromo en hojas y frutos de 80 plantas francas de siete años, desde la defoliación hasta la cosecha, correspondientes a las fases fenológicas: Brotamiento I (44 ddd), Brotamiento II (88 ddd), Fructificación (133 ddd), Llenado de fruto (181 ddd) y Fruto maduro (210-234 ddd). La materia seca total fue de 8.7 t.ha⁻¹. En hojas, la concentración de Cadmio se encuentra presente en todas las fases fenológicas, pero en frutos, el cadmio, plomo y cromo, sólo fueron encontrados en la fase de Fruto maduro, superando los límites máximos permisibles en productos alimenticios. El patrón de absorción total de metales pesados es: Pb > Cr > Cd, con 31; 18 y 0.224 g.ha⁻¹

Palabras clave:

Absorción de metales pesados; biomasa estacional; Myrciaria dubia.

INTRODUCCIÓN

El Camu camu, es una especie originaria de la amazonía peruana, que se caracteriza por su alta concentración de ácido ascórbico, entre 800 y 6100 mg/100g de pulpa (YUYAMA, 2011), lo cual lo ubica como un frutal importante para la agroindustria y farmacéutica; del cual deriva el interés para explotarlo como cultivo en un mediano plazo, con uso de tecnología mejorada, para incrementar la producción y productividad.

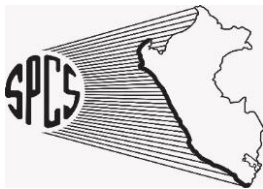


Parte del uso de esa tecnología mejorada, incluye la nutrición de las plantas, especialmente de las asentadas a orillas de la Laguna de Yarina cocha, puesto que la fertilidad natural de estos suelos es repuesta por los sedimentos transportados por las aguas de la laguna, después de cada inundación. Sin embargo, el constante arrojado de basura, sustancias químicas, residuos contaminantes y otros procedentes de los desagües de la ciudad y los expelidos directamente al lago, han contribuido con la contaminación de sus aguas y de sus suelos, trayendo como consecuencia, entre otras, la absorción y bioacumulación de metales pesados en los cultivos, entre ellos el camu camu; situaciones que hasta la fecha, no se han cuantificado, limitándose solo a cualificar que las aguas de la laguna se hallan contaminadas por hierro, nitratos, plomo, aluminio, mercurio y metales pesados, por debajo de los límites establecidos por la Ley General de Aguas (IIAP, 1995, citado por MINAM, 2013), aun cuando se tiene conocimiento que los principales agentes de contaminación en la laguna se deben a que es el receptor final de aguas servidas del Hospital Amazónico de Yarina cocha, urbanización Pedro Portillo (FONAVI) y Malecón Yarina cocha (viviendas y comercio) (GOREU, 2010). Ahora, considerando que la importancia del camu camu radica en sus frutos y que al estar contaminados por metales pesados como el cromo, cadmio y plomo, entre otros, producirían una amplia gama de desórdenes agudos y crónicos, según lo referido por investigaciones científicas, con repercusiones negativas en la salud, como: retrasos en el desarrollo, varios tipos de cáncer, daños en los riñones, e incluso, con casos de muerte.

Por tal motivo, ante esta situación y en un escenario que replica la forma habitual en que el agricultor maneja su plantación en un suelo aluvial y en búsqueda de contribuir con el manejo adecuado de este importante cultivo, se realiza la presente investigación con el objetivo de determinar la prevalencia del cadmio, plomo y cromo en la biomasa estacional de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh “camu camu”, en un entisols de Yarina cocha.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el Fundo “Paraíso”, ubicado en el caserío “Santa Rosa”, del distrito de Yarina cocha, provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, geográficamente, localizado en las coordenadas de la zona 18L UTM 541 477 E y 9 083 073 N en el sistema WGS 84, a una altitud de 148 msnm; se seleccionaron 80 plantas, distribuidas en cuatro bloques, cada una debidamente codificada, a las cuales se defoliaron totalmente para uniformizar el brotamiento y sincronizar la producción. La determinación de materia seca, concentración y absorción de metales pesados, se realizó conforme a la fenología del cultivo, desde el brotamiento hasta la cosecha, para ello se tomaron muestras de hojas y frutos de la tercera y cuarta hoja de los brotes del año y de las ramas fruteras del tercio medio de la planta, respectivamente, a los 44



(brotamiento I), 88 (brotamiento II), 133 (fructificación), 181 (llenado de fruto) y 210-234 (fruto maduro) días después de la defoliación. Ambos órganos, en fresco, fueron pesados en campo y posteriormente secados a estufa a 60 °C, hasta obtener un peso constante y luego, mediante fotometría de absorción atómica de flama en el Laboratorio de Suelos y Tejidos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, se determinó la concentración de Cd, Cr y Pb; la absorción, se calculó en base a lo propuesto por Bertsch (2005). En las dos primeras evaluaciones se obtuvo 8 muestras foliares y en las tres restantes, 24 muestras entre foliares y frutos. Al no existir escalas de determinación de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de concentración de metales pesados en hojas o frutos del camu camu, se utilizó bibliografía referencial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acumulación de materia seca total en cada fase fenológica del camu camu

La materia seca producida por las hojas y frutos de camu camu, varían según el estado fenológico de la misma y se distribuye de manera diferente en cada uno de los órganos (Figura 1); siendo en este caso las hojas, los órganos más ricos en materiales minerales (cerca al 50 % de materia seca) en comparación con los frutos, probablemente por ser del tipo baya (menores del 35 % de materia seca); coincidiendo con ÑUSTEZ (2009), cuando afirma que la asignación de asimilados es el resultado del crecimiento y desarrollo, los cuales son mutuamente dependientes; así, la distribución de materia seca entre los diferentes órganos de la planta tiene un papel fundamental en la producción de un cultivo (PEIL y GALVEZ, 2005), por lo que la distribución de materia seca entre los diferentes órganos de una planta es el resultado final de un conjunto ordenado de procesos metabólicos y de transporte que gobiernan el flujo de asimilados a través de un sistema fuente–sumidero (Patrick (1988), citado por PEIL y GALVEZ, 2005).

La acumulación de materia seca en las hojas es creciente, desde el brotamiento I hasta la fase de fructificación; debido a que en las primeras fases fenológicas, las hojas son tiernas y sus células están en constante división, crecimiento y lignificación, hasta desarrollarse completamente (hojas adultas) volviéndose más rígidas o coriáceas por el almacenamiento de fotosintatos. Por lo que después de la fase de llenado de fruto la acumulación desciende, pudiendo atribuirlo a la traslocación de los fotosintatos hacia los órganos de sostén y fructificación de la planta (frutos). En cuanto a los frutos, la acumulación de materia seca inicia en la fase de fructificación, alcanzando la máxima acumulación en la fase de fruto maduro (cosecha) con 1345.00 Kg de materia seca.ha⁻¹.

Analizando la curva de acumulación de la materia seca total (Figura 1), durante el desarrollo de la biomasa estacional (hojas y frutos) del cultivo del camu camu, observamos que la acumulación es ascendente conforme el transcurrir de las fases;



siendo que, en la fase de brotamiento I, se acumularon 1111.45 Kg de materia seca.ha⁻¹; brotamiento II, 1311,19 Kg de materia seca.ha⁻¹; fructificación, 1589,10 Kg materia seca.ha⁻¹; llenado de fruto, 1973.02 Kg de materia seca.ha⁻¹ y en fruto maduro (cosecha), 2713.93 Kg de materia seca.ha⁻¹; efecto que se puede inferir como la distribución de la materia seca producida por ambos órganos en observación.

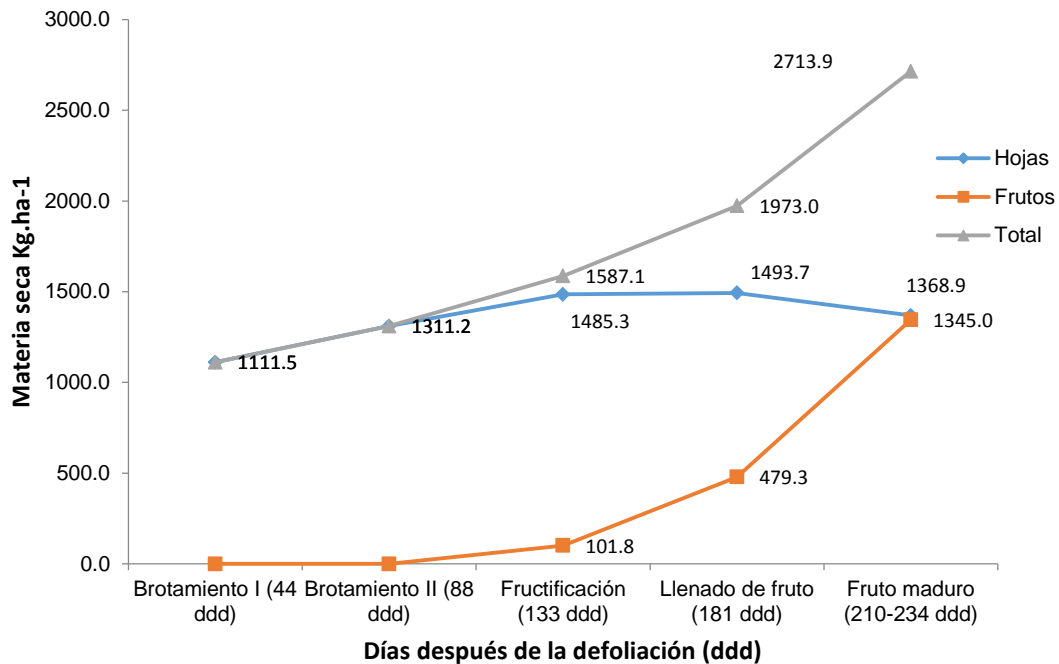
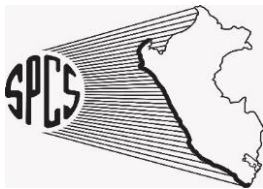


Figura 1. Acumulación de materia seca total, en hojas y frutos de camu camu durante las fases fenológicas en Kg.ha⁻¹.

Concentración y absorción de Cd, Pb y Cr en hojas y frutos del camu camu, en cada fase fenológica

Los niveles de concentración de Cadmio, Plomo y Cromo, tanto en hojas como en frutos del camu camu, durante las cinco fases fenológicas evaluadas, se aprecian en el Cuadro 1.

Si bien es cierto, que en camucamu, se desconocen los valores de toxicidad en cuanto a metales pesados, pero que al igual que otros cultivos, ha desarrollado mecanismos altamente específicos para absorber, traslocar y acumular sustancias, como algunos metales y metaloides no esenciales debido a que presentan un comportamiento electroquímico similar a los elementos nutritivos requeridos (Lasat, 2000); tanto que podemos observar, en sus hojas diferentes elementos presentes durante todas las fases fenológicas evaluadas; ligados a los momentos fisiológicos en los que se llevaron a cabo los muestreos, ya que las plantas tienen diversas rutas metabólicas,



según lo afirmado por Miranda *et al.* (2008); así como en sus frutos; cuyos valores reportados en el Cuadro 1, superan los valores máximos de metales pesados para las pulpas de frutas (Aijn, 1996), siendo tal concentración mayor en la fase de Fruto maduro, cuando la mayor acumulación de fotosintatos y agua se da en esta fase, aprovechando que el fruto constituye el principal órgano de demanda y que todos los fotosintatos se movilizan hacia él (USON, et al., 2010). Los patrones de concentración total durante las fases, en base a las concentraciones más elevadas de metales obtenidos en los dos órganos analizados en este estudio, son los siguientes: Hojas: Cd > Pb = Cr; y en Frutos: Pb > Cr > Cd.

Cuadro 1. Concentración de Cadmio, Plomo y Cromo en hojas y frutos de camu camu, durante las fases fenológicas, en ppm.

Fase	Concentración de Metales pesados (ppm)					
	Cd		Pb		Cr	
	Hoja	Fruto	Hoja	Fruto	Hoja	Fruto
Brotamiento I (44 ddd)	0.004	---	0.00	---	0.00	---
Brotamiento II (88 ddd)	0.009	---	0.00	---	0.00	---
Fructificación (133 ddd)	0.010	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0
Llenado de Fruto (181 ddd)	0.020	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0
Fruto Maduro (210 – 234 ddd)	0.022	0.10*	0.00	23.0*	0.00	13.5**

ddd: Días después de la defoliación.

En negrita: Sobre el límite máximo. Adaptación de Díaz (2014) y de AIJN (1996), citado por CALDERON y CONCHA (s.d). *: Unión Europea y **: Norma Brasileña.

Por otro lado, el comportamiento de la absorción total de los metales pesados (Figura 2), describen en su totalidad un modelo de regresión logarítmica, denotando una asociación de media a baja entre la absorción total y las fases fenológicas, de acuerdo a su coeficiente de determinación respectivo; así, el patrón de absorción total de metales pesados es: Pb > Cr > Cd, con 31; 18 y 0.224 g.ha⁻¹ con una R² de 32.89; 32.89, 45.49 por ciento; respectivamente.

Los resultados de los análisis químicos de ambos órganos del camu camu, ponen en manifiesto el riesgo al que están expuestos los consumidores de este importante cultivo, ello en concordancia a que después de la absorción por los vegetales los



metales pesados están disponibles para los herbívoros y humanos directamente o a través de la cadena alimentaria (John y Leventhal (1995), citado por UNMSM, 2008).

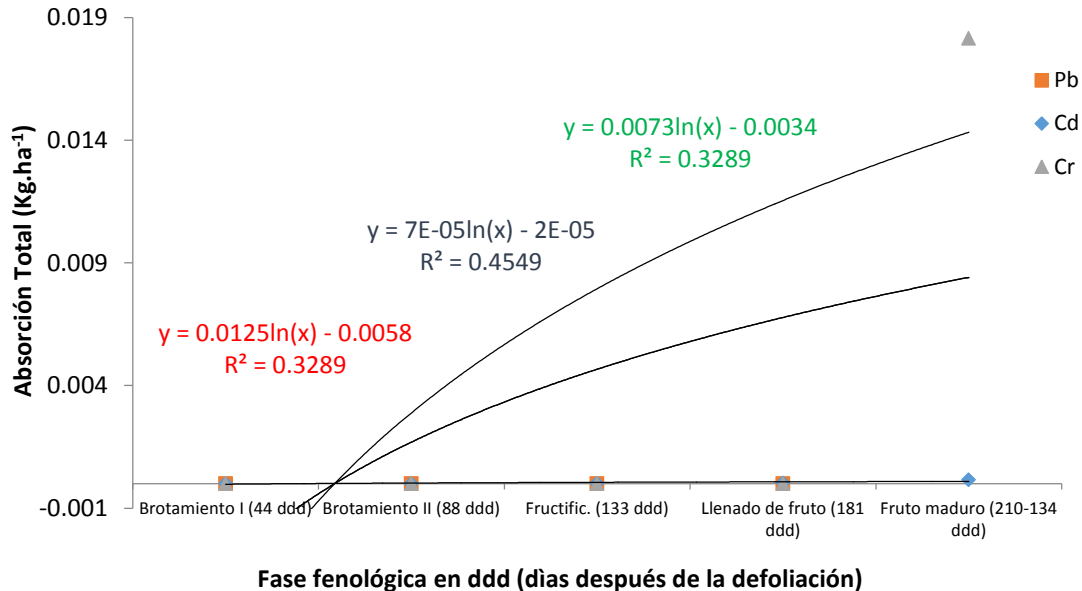


Figura 2. Absorción total de Plomo, Cadmio y Cromo, durante las fases fenológicas, en Kg.ha⁻¹

CONCLUSIONES

La prevalencia del cadmio, plomo y cromo en la biomasa estacional del camu camu, en ambos órganos estudiados demuestran que sus niveles de concentración superan los límites máximos permisibles en productos alimenticios, solo en la fase de Fruto maduro, pese a que indistintamente alguno o los tres metales pesados se encontraron durante todas las fases fenológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aijn. 1996. Code of Practice for Evaluation of Fruit and Vegetable Juices. Association of the Industry of Juices and Nectars from Fruits and vegetables of the European Union. Brussels, Belgium.
- Bertsch, F. 2005. Estudios de absorción de nutrientes como apoyo a las recomendaciones de fertilización. En: Informaciones agronómicas. San José, Costa Rica. 7 pp.
- Calderón, E. y Concha, R. s.d. Evaluación de las concentraciones de metales pesados para determinar la calidad de frutas de consumo masivo en la ciudad de Piura. Departamento Académico de Ingeniería Química - Universidad Nacional de Piura. Piura. 10 pp.



XVI Congreso Nacional y VII Internacional de la Ciencia del Suelo

“Crianza del suelo para el buen vivir”

Ayacucho, Perú – 22 al 25 de mayo de 2017

- Gobierno Regional de Ucayali - GOREU. 2010. Estudios de impacto ambiental semi detallado – Anexos: Proyecto de condicionamiento turístico del Lago de Yarinacocha. Pucallpa. Perú. 199 pp.
- Lasat, M.M. 2000. The use of plants for the removal of toxic metals from contaminated soil. American Association for the Advancement of Science, Environmental Protection Agency (EPA), Washington DC.
- Ministerio del Ambiente – MINAM. 2013. Indicadores ambientales UCAYALI. Lima. Perú. 155 pp.
- Miranda L., D., C. Carranza y G. Fischer. 2008. Calidad del agua de riego en la Sabana de Bogotá. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Ñústez, C., Santos, M. y Segura, M. 2009. Acumulación y distribución de materia seca de cuatro variedades de papa (*solanum tuberosum* L.) en Zipaquirá, Cundinamarca (Colombia). En: Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín 62(1): 4823-4834. 2009.
- Peil, R. y Gálvez, J. 2005. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. En: Revista Brasileira. Agrocência, v.11, n. 1, p. 05-11, jan-abr, 2005.
- Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM. 2008. Boletín electrónico informativo sobre productos y residuos químicos Año 4 N° 37, Editor: Ing. Jorge Eduardo Loayza Pérez MSc. Lima. Perú. 4 pp.
- Uson, A., Boixadera, J. y Martin, A. 2010. Tecnología de suelos: estudio de casos. Editorial Zaragoza Prensa Universitaria de Zaragoza. España. 515 pp.
- Yuyama, K. 2011. A cultura de camu-camu no Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura, 33 (2), 335-690. Retrieved June 06, 2014, from <http://www.scielo.br/scielo.php>.