

Concentración nutrimental en la etapa vegetativa (antes de defoliación) en el cultivo de zarzamora (Var. Tupy) en condiciones de invernadero

¹José Ángel Hernández Álvarez, ²Patricia Zarazúa Villaseñor, ³Diego Raymundo González Eguiarte, ⁴Ramón Rodríguez Macías

Blackberry (Var. Tupy) nutrient content in the vegetative stage (before defoliation) grown under greenhouse conditions

¹ Maestría en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas. Centro Universitario de Ciencias Biológicas Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.

² Departamento de Desarrollo Rural Sustentable. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.

³ Departamento de Desarrollo Rural Sustentable. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.

⁴ Departamento de Botánica y Zoología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara.

autor de correspondencia: pzarazua@cucba.udg.mx

Resumen

A pesar de que en México existen varios estudios referentes a la extracción nutrimental del cultivo de zarzamora, aún no se cuenta con información referente específicamente a la etapa vegetativa antes de defoliación, desarrollada bajo condiciones de invernadero. Por lo que el objetivo del presente estudio fue determinar la concentración nutrimental Nitrógeno Fosforo y potación (NPK) en la etapa vegetativa antes de defoliación en condiciones de invernadero bajo dos dosis de fertilización. El estudio se realizó en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, ubicado en Zapopan, Jalisco. Se utilizó como material vegetal plántulas de zarzamora (*Rubus* sp.) variedad Tupy. Se recolectaron plantas en tres muestreos realizados a los 30, 60 y 142 días después del trasplante. Posteriormente el material vegetal se lavó y separó en sus órganos raíz, corona, tallo y hojas y se analizaron las concentraciones de N por método Kjeldahl, P y K por espectrofotometría y se determinó materia seca a peso constante en estufa de aire forzado. Se realizó una prueba de hipótesis para dos muestras mediante la prueba de t con los datos obtenidos y sus gráficas correspondientes. Los resultados muestran diferencias significativas únicamente para materia seca. Las curvas de extracción

nutrimental indican mayor absorción de N y K en comparación con el P.

Palabras clave: *Rubus* sp., NPK, frutillas, invernadero, nutrición vegetal.

Abstract

Despite the many studies about nutrients extraction for blackberry in Mexico, more information is needed for the vegetative phase before defoliation under greenhouse environments. The objective was to evaluate the NPK concentration for the blackberry vegetative phase in a greenhouse. The experiment was conducted in the Center of Biological and Agronomics Sciences of University of Guadalajara in Zapopan, Jalisco. Blackberry (*Rubus* sp) Var. Tupy was planted in greenhouse and collected three times, 30, 60 and 142 days after plantation, rinsed and separated in root, stem, leaves and crown, then N were analyzed with kjeldahl, PK by spectrometric methods, and dry matter was determined by constant weight in air forced oven. Data was analyzed with two samples hypothesis t test and graphics were pictured. Results were significant only for dry matter. Nitrogen and Potassium were highly absorbed than Phosphorus.

Key words: *Rubus* sp, NPK berries, greenhouse, plant nutrition.

Introducción

El cultivo de la zarzamora (*Rubus sp.*) variedad “Tupy” es la especie comercial de frutillas que predomina con un 99% de la superficie sembrada, gracias a su tamaño, firmeza y demanda en mercados internacionales. México es actualmente el tercer mayor productor de zarzamora en el mundo, en el año 2016 se tuvo una producción de 248,511.19 ton. En la producción mexicana sobresale el estado de Michoacán quién lidera la producción con un 95%, le sigue el estado de Jalisco con el 3% el cual ha mostrado una tendencia a la alza (SEDER 2017), incentivos como la rápida recuperación de la inversión y el establecimiento de diferentes empresas exportadoras favorecen este fenómeno.

Entre los factores fundamentales que permiten el control de la calidad y la producción del fruto es la fertilización, la cual debe ser ajustada a cada etapa fenológica y condiciones de producción. Los programas actuales no contemplan las condiciones de crecimiento ni las etapas fenológicas. Esta demanda es dada por el aumento de la biomasa y la concentración del nutrimento en diferentes órganos de la planta, así como las condiciones abióticas imperantes quienes determinaran su etapa de mayor demanda, en la cual se debe hacer un mayor aporte de fertilizante para que las necesidades nutrimentales básicas sean cubiertas (Etchevers 1999). Antes de que se inicie la etapa reproductiva de esta planta se hace una poda de producción o también llamada defoliación, (termino acuñado por los ranchos productores del estado de Jalisco) cuyo objetivo es preparar a la planta para que inicie una diferenciación de las yemas vegetativas y reproductivas, iniciando así la siguiente etapa fenológica llamada desarrollo de las partes vegetativas cosechables de acuerdo con la escala BBCH (Meier 2001).

En las plantas de Zarzamora como en otras especies, la composición nutrimental de los diferentes órganos varía con la especie, la edad y su estado fenológico. Así pues, un exceso de los niveles de nitrógeno principalmente en formas amoniacales, provoca serios problemas de firmeza en la fruta lo que incide directamente en la calidad (Cárdenas-Navarro *et al.* 2006). El fósforo es importante al establecer los cultivos, ya que promueve el desarrollo de las raíces, este elemento actúa en el xilema, reduciendo el potencial osmótico en la savia y elevando la absorción de agua (Marschner 1995). Soria y Viteri (1999) mencionan que la función básica del potasio es, facilitar el rápido flujo de los productos de fotosíntesis dentro de la planta (floema), promoviendo de esta manera el almacenamiento de glucosa, oxígeno y energía en órganos como las semillas, los tubérculos y frutas. Se ha demostrado que la tasa de transporte de agua y nutrientes en el interior de tejidos conductores (xilema) se incrementa por efecto de un alto suplemento de potasio. Entre las funciones que se atribuyen al elemento, está la de otorgar cierta tolerancia al estrés producido por cambios climáticos y condiciones desfavorables, estimula la cantidad y extensión de la ramificación radical además la elongación, turgencia y tasa de regeneración de la raíz. De acuerdo con Fiedler (1970) mencionado por Cardona (2017), en las frutillas el potasio afecta el rendimiento de la planta, aumenta la resistencia a la sequía y mejora la resistencia al invierno.

Objetivo

El objetivo del presente trabajo fue determinar la distribución de los nutrimentos N, P, K en los diferentes órganos de la planta bajo dos dosis de fertilización y contribuir al desarrollo de planes de fertilización precisos, para el cultivo de zarzamora variedad “Tupy”, en la etapa vegetativa bajo condiciones de invernadero y antes de la poda de producción

Materiales y Métodos

La presente investigación se realizó en un invernadero de tipo asimétrico perteneciente al departamento de Botánica dentro del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, en Zapopan, Jalisco, ubicado en las coordenadas 20°44'47" de latitud Norte, -103°30'53" de longitud Oeste y una elevación de 1659 msnm. El invernadero presenta las siguientes dimensiones: 12.0 m de largo, 6.0 m de ancho y una altura debajo del canal de 4 m. El suelo donde se estableció el cultivo presentó los siguientes parámetros: textura franca, densidad aparente de 1.3 g cm⁻³, contenido de materia orgánica de 2.31% y conductividad eléctrica de 1.43 dS m⁻¹.

El sistema de riego fue tipo cintilla con un gasto de 1 L min⁻¹ y una distancia entre goteros de 20 cm. Las plantas de zarzamora que se utilizaron para este experimento fueron de la variedad *Tupy*, resultado del cruce entre las variedades "Uruguay" y "Comanche" (Bassols *et al.* 2004), esta es originaria de Brasil, de bajo requerimiento de frío, con espinas y de tipo semi erecto con rendimientos promedio de 8 a 11 ton ha⁻¹ (Oseguera 2015). Trasplantada a los 2 meses de edad a 40 cm de distancia y 1 metro entre camas con 70 cm de ancho, dando una densidad de plantación de 18,500 plantas ha⁻¹ en producción forzada.

Se evaluaron dos tratamientos con dos repeticiones, (Cuadro 1), con el factor dosis de fertilización en dos concentraciones, dosis recomendada por Oseguera (2015) y dosis utilizada por productores en la Región Ciénega de Chapala, elaboradas utilizando una mezcla de urea, nitrato de amonio, sulfato de potasio y micro elementos quelatados, la fertilización se aplicó una vez por semana por inyección con un Venturi marca Mazzei, la frecuencia de riego se determinó con un tensiómetro marca *Irrome-*

ter. La producción forzada para esta variedad de zarzamora se realizó mediante la práctica de defoliación en la etapa vegetativa. Aunque para este trabajo se finalizó la toma de datos en este punto, el desarrollo del cultivo se continuó hasta la cosecha.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el experimento.

Tratamientos	Dosis de nutrimentos			Relación nutrimental
	N-NO ₃ +N -NH ₄	P-PO ₄	K	N:P:K
X	84	16	137	5.2 : 1 : 8.5
Y	490	88	234	5.5 : 1 : 2.6

Para el estudio de la absorción nutrimental de la planta, la etapa vegetativa se subdividió como se indica en el Cuadro 2; de acuerdo a los parámetros fenológicos reportadas por la escala BBCH (Meier 2001).

Cuadro 2. Subclasificación de etapa vegetativa.

Etapa vegetativa
1.- Desarrollo de las hojas.
2.- Formación de brotes laterales.
3.- Crecimiento longitudinal del tallo.

Los muestreos se hicieron en los 30, 60 y 142 días a partir del trasplante (DDT) de los ejemplares. En cada uno de los tratamientos se extrajeron 2 plantas completas, se hizo un análisis destructivo de la planta por órganos (raíz, corona, tallo, hojas), las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado a 75°C por 48 horas a peso constante y se obtuvo peso seco de biomasa para cada órgano de la planta con equipo del Laboratorio de Agrología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guada-

lajara. Posteriormente estas se molieron en un molino de acero inoxidable. En cada órgano se determinó la concentración de nutrimentos (N, P, K). La determinación de N se realizó por el método Kjeldahl, el P y K por espectrofotometría con la metodología AOAC-965.17 (AOAC 1990) con equipo del Laboratorio de Bromatología del CUCBA. Para el análisis estadístico se realizó una prueba de comparación de medias con la prueba de t para validar la respuesta a los tratamientos y se elaboraron curvas de extracción de cada nutrimento por tratamiento.

Resultados

Para la etapa vegetativa antes de defoliación en las condiciones bajo invernadero, las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio en planta no mostraron diferencias significativas entre los dos tratamientos para cada uno de los órganos vegetales de manera independiente, sin embargo, se muestra una diferencia significativa ($P < 0.05$) en la concentración de nitrógeno total en materia seca en planta completa.

La concentración en la acumulación de materia seca en los órganos para la etapa vegetativa antes de defoliación se muestra en la Figura 1, siendo esta de mayor a menor: Tallos > Hojas > Raíz > Corona. El mayor contenido de materia seca en la corona reporta un incremento en el día 142 del tratamiento X, con un valor de 5.82 g planta⁻¹, cuando la etapa vegetativa llega

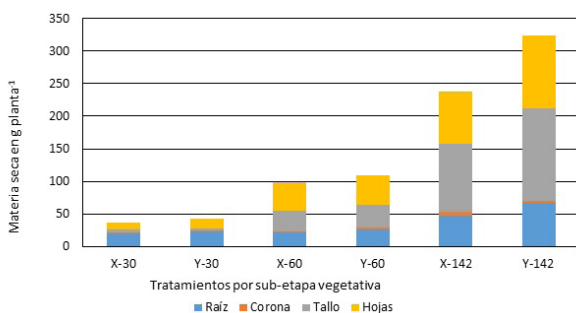


Figura 1. Contenido de materia seca en raíz, corona, tallo y hojas para los tres muestreos de la etapa vegetativa, antes de defoliación, por efecto de dos dosis de fertilización.

a su fin, días antes de la defoliación.

En la Figura 2 se muestra la extracción total de N,P,K en los tres muestreos de planta como promedio de los tratamientos. Se aprecia para estos elementos una alta absorción de N principalmente a los 60 días de trasplante, sin embargo, la absorción de K se mantiene estable siendo esta mayor a la del P, el cual no reportó diferencias significativas desde el trasplante.

Dentro de los órganos más demandantes del nutrimento N en la planta de zarzamora Var. *Tupy*, se encontró que la mayor absorción está en las hojas, seguida por el tallo y la raíz, mostrando esta última cierta similitud en ambos tratamientos (Figura 3). Para el día 142 después del trasplante y previo a la defoliación, la extracción de N fue de 66.52 kg ha⁻¹ para el tratamiento X, que es el de menor contenido nutrimental y de 117.08 kg ha⁻¹ para el tratamiento Y, que es el de mayor contenido nutrimental. Se observa una diferencia de más del 75% de absorción de N cuando se aplica una dosis nutrimental mayor.

Dentro de los órganos más demandantes en el elemento P en la planta de zarzamora Var. *Tupy*, se observa que la mayor absorción de P está en las hojas, seguida por el tallo y la raíz, mostrando esta última cierta estabilidad en ambos tratamientos (Figura 4). Para este elemento la extracción al finalizar esta etapa vegetativa fue de 6.98 kg ha⁻¹ para el tratamiento X de menor contenido nutrimental y de 9.93 kg ha⁻¹ para el tratamiento Y de mayor contenido nutrimental.

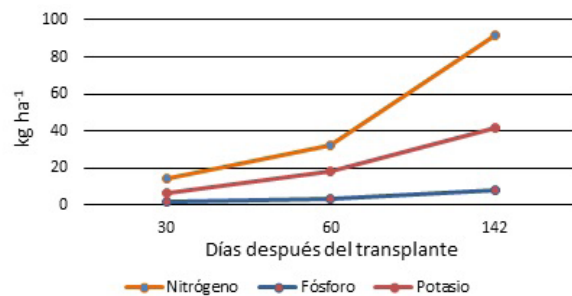


Figura 2. Curvas de extracción nutrimental promedio de los dos tratamientos, para la etapa vegetativa antes de defoliación en el cultivo de Zarzamora (*Rubus sp*) var. *Tupy*.

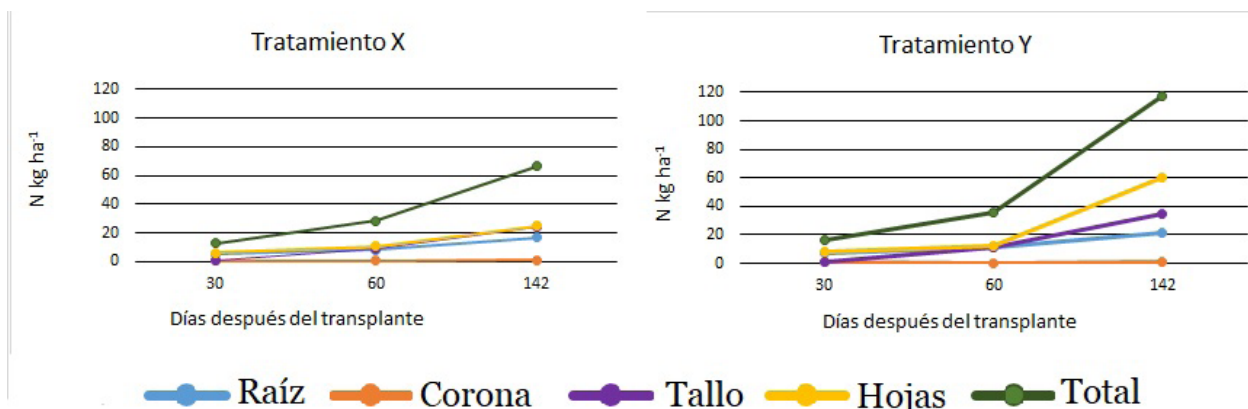


Figura 3. Dinámica de extracción de N diaria por tratamiento de fertilización, para la etapa vegetativa antes de defoliación en zarzamora Var. Tupy.

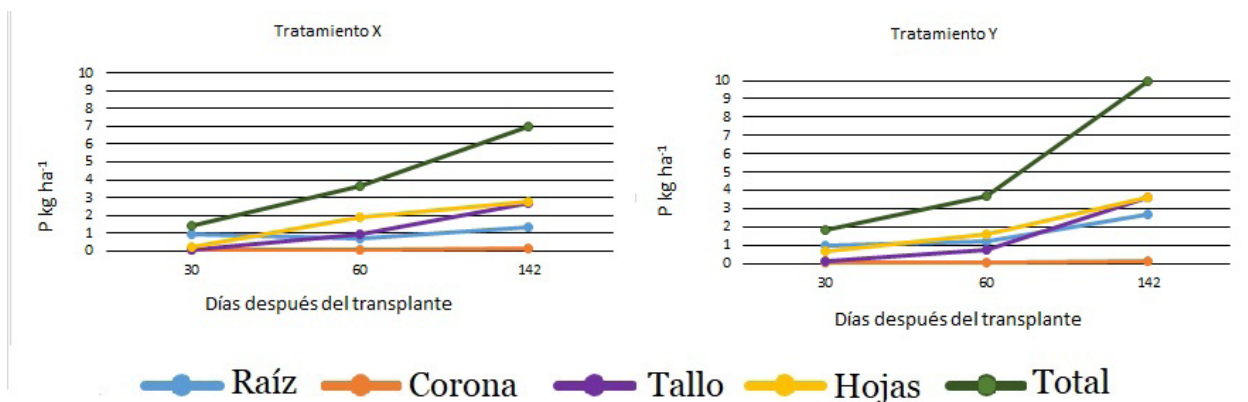


Figura 4. Dinámica de extracción de P diaria por tratamiento de fertilización, para la etapa vegetativa antes de defoliación en zarzamora Var. Tupy.

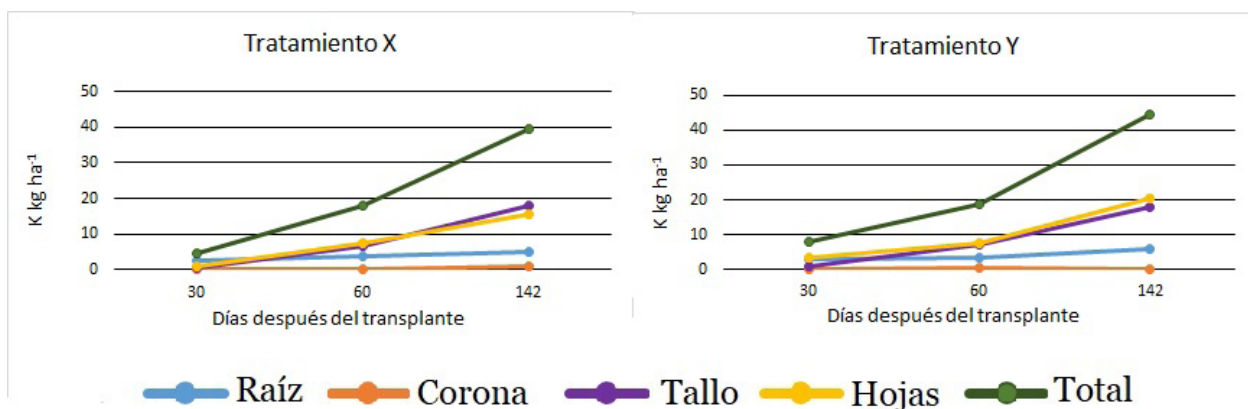


Figura 5. Dinámica de extracción de K diaria por tratamiento de fertilización, para la etapa vegetativa antes de defoliación en zarzamora Var. Tupy.

tal. Para este elemento se observa una diferencia en la absorción del 42% de incremento cuando se aplica cinco veces más de fósforo a la planta.

Dentro de los órganos más demandantes en el elemento K en la planta de zarzamora *Var. Tupy*, se observa que la mayor absorción de K se presenta en las hojas, seguida por el tallo y la

raíz, mostrando esta última cierta estabilidad en ambos tratamientos (Figura 5). La asimilación de K en la finalización de la etapa vegetativa antes de defoliación fue de 39.57 kg ha⁻¹ para el tratamiento X, que corresponde a la dosis con menor concentración de potasio, mientras que para el tratamiento Y, con mayor concentración de potasio, la absorción fue de 44.43 kg ha⁻¹, una diferencia del 12% con respecto a la dosis de menor concentración.

Discusión

La diferencia en la materia seca en ambos tratamientos responde a la mayor disponibilidad nutrimental aportada por la fertilización, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Rempel *et al.* (2004), quienes en el cultivo de frambuesa obtuvieron mayor peso de materia seca para el tratamiento con mayor concentración de nitrógeno. En lo que respecta a la velocidad de crecimiento en ambos tratamientos, se observa una similitud para los dos primeros muestreos, en los que se tuvieron 36 y 42 g planta⁻¹ para los tratamientos X y Y respectivamente a los 30 DDT, una diferencia del 16%; para los 60 DDT se tienen 98 y 109 g planta⁻¹, con una diferencia del 11%; en cambio para los 142 DDT se tuvieron los pesos de materia seca de 237 y 324 g planta⁻¹ (X y Y, respectivamente), con una diferencia del 36%. Resultados con menor variabilidad obtuvieron Rempel *et al.* (2004), cuyas diferencias entre el tratamiento con menor contenido de N y el tratamiento con mayor contenido de N fueron del 15 al 19% para la etapa final del cultivo de frambuesa. Por otro lado con respecto a lo reportado por Oseguera (2015), para el cultivo de zarzamora, la diferencia entre sus tratamientos de menor concentración y de mediana concentración fue de 28%, mientras que entre la de menor concentración y la de mayor concentración se presentó una diferencia negativa del 52%. Estas diferencias

obtenidas en peso de materia seca para la etapa vegetativa, indica la importancia de determinar la concentración adecuada de nutrientes disponibles.

La absorción más alta de P y K se presentó en raíz y tallos, debido a que son nutrientes necesarios para las siguientes etapas de desarrollo, en contraste el nitrógeno presenta mayor absorción en esta etapa, principalmente por las hojas, la absorción que presento en la etapa vegetativa la plantas de zarzamora fue N>K>P. Resultados que son similares a lo reportado por Strik y Bryla (2015), indicando que en las etapas iniciales, los nutrimentos asimilados son dirigidos hacia los tejidos de crecimiento y posteriormente, se acumulan en hojas, dándole soporte a la planta para la formación de flores y frutos. Así mismo, los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan con los obtenidos por Oseguera (2015), para los órganos de la planta raíz, tallo y hojas. No así para la corona, en la cual dicha autora encontró diferencias significativas entre sus tratamientos. La concentración de nitrógeno en las hojas coincide con los parámetros reportados para zarzamora por Clark (1992).

El incremento en la concentración de algún nutrimento en el tejido vegetal puede favorecer la absorción de otros nutrimentos, lo que se puede reflejar en mayor cantidad de materia seca, de acuerdo a lo mencionado por Strik y Bryla (2015), y que concuerda con lo reportado en este trabajo, aunque una alta aportación nutrimental puede también llevar a condiciones de antagonismo entre los nutrimentos y resultar en la disminución de asimilación de otros nutrimentos.

En la producción forzada de zarzamora, la poda al final de la etapa vegetativa es una actividad común realizada con el objetivo de promover una brotación vigorosa esto se logra por

la translocación de compuestos generados en las hojas y enviados a la corona como una forma de reserva. Esto explicaría el aumento de materia seca en la corona al final de la etapa vegetativa aproximadamente a los 142 días después del trasplante. Este fenómeno puede explicarse por la acumulación de diferentes compuestos (almidones y compuestos nitrogenados).

Conclusiones

Se concluye que el mayor contenido de materia seca en la zarzamora se observa en el tratamiento Y correspondiente a la dosis más alta de NPK. El órgano que mayor contenido de materia seca acumuló fue el tallo, en comparación con los otros órganos. La extracción nutrimental en el

cultivo de la zarzamora no varía entre los dos tratamientos estudiados para cada uno de los órganos vegetales de manera independiente, no así para el total de la planta. La velocidad de absorción nutrimental varía con el elemento, la edad de la planta y la dosis de fertilización aplicada.

Agradecimientos

Se agradece a: el CONACYT por la beca otorgada para los estudios de Maestría; los Departamentos de Botánica, Desarrollo Sustentable y Producción Agrícola de la Universidad de Guadalajara por las facilidades otorgadas para el desarrollo de la investigación.

Literatura citada

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. *Official methods of analysis*. 15th edition. USA.
- Bassols R., M.C., S.A. Machado, y R.L. Barbieri. 2004. Clasificación botánica, origen e cultivares. En: Corrêa A., L.E. y Bassols R., M.C. (Editores). *Documentos 122. Aspectos técnicos da cultura da Amora-preta*. Pp 17 – 28. Portugal.
- Cárdenas-Navarro, R., L. López-Pérez, P. Lobit, R. Ruiz-Corro y V.C. Castellanos-Morales. 2006. Effects of nitrogen source on growth and development of stawberry plants. *Journal of plant nutrition*, **29**: 1699 – 1707. Taylor & Francis Group.
- Cardona, W. 2017. Requerimientos nutricionales de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio en etapa vegetativa y reproductiva del cultivo de mora (*Rubus glaveus* Benth.), ubicado en el municipio de Silvana. Universidad nacional de Colombia.
- Clark, J.R. 1992. Blackberry production and cultivars in North America East of the Rocky Mountains. *Fruit Var. J.* **46**: 217-222.
- Etchevers, J.D. 1999. Técnicas del diagnóstico del sistema de producción y del estado nutrimental de los cultivos. 14° Congreso Latinoamericano de la ciencia del suelo. Pucón, Chile. Vol. No. 4.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd. Ed. Academic Press. 889 pp.
- Meier, U. 2001. Estadíos de las plantas mono y dicotiledóneas. BBCH Monografía. 2ª Edición. Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura. Alemania.
- Oseguera Álvarez María Concepción. 2015. Dinámica y extracción nutrimental en el cultivo de zarzamora (*Rubus ulmifolius*) variedad Tupy en Los Reyes, Michoacán. Director: Prometeo Sánchez García.
- Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. México.
- Rempel, H.G., B.C., Strik and T.L. Righetti. 2004. Uptake, partitioning and storage of fertilizer nitrogen in Red Raspberry as affected by rate and timing of application. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **129**: 439 – 448.
- SEDER (Secretaría de Desarrollo Rural). 2017. Zarzamora. Gobierno del Estado de Jalisco. En línea: [<https://seder.jalisco.gob.mx/zarzamora>]. Consultado el: 12 de octubre de 2017.
- Soria, N., y P. Viteri D. (1999). Guía para el cultivo de babaco en el Ecuador. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Fruticultura.
- Strik, B.C. & D.R. Bryla. 2015. Uptake and partitioning of nutrients in blackberry and raspberry and evaluating plant nutrient status of accurate assessment of fertilizer requirements. *Hort. Technology*. **25**(4): 452 – 459.