

Extracción nutrimental en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.)*

Nutrient extraction in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.)

Edilberto Avitia-García¹, Joel Pineda-Pineda², Ana María Castillo-González^{1§}, Libia I. Trejo-Téllez³, Tarsicio Corona-Torres⁴ y Elizabeth Cervantes-Urbán¹

¹Universidad Autónoma Chapingo- Departamento de Fitotecnia y suelos. Carretera México- Texcoco, km 38.5. Chapingo, Estado de México. México. C. P. 56230. Tel. 01 (595) 9521500. (anasofiacasg@hotmail.com; pinedajjoel@yahoo.com.mx). ³Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo- Área de Nutrición Vegetal y Recursos Genéticos y Productividad. Carretera México- Texcoco, km 36.5, Montecillo, Estado de México. México. C. P. 56230. Tel. 01 (595) 9520200. (tlibia@colpos.mx). (tcoronat@gmail.com). [§]Autor para correspondencia: anasofiacasg@hotmail.com.

Resumen

La fresa se cultiva en prácticamente todo el mundo, alcanza una producción de 2.5 millones de toneladas; de las que México aporta 228 900 t que lo ubican como cuarto productor. Uno de los principales problemas de manejo agronómico que enfrenta es la nutrición, por lo que evaluar la demanda total de nutrimentos de las plantas y su dinámica de absorción es importante para determinar los planes de fertilización que permitan la sincronización entre el abastecimiento y la demanda del cultivo. Con los objetivos de cuantificar la extracción nutrimental de fresa cv. Roxana, elaborar las curvas de extracción nutrimental y conocer la distribución de materia seca en la planta; a nivel de campo se cuantificó la biomasa en hoja, corona, estolón, raíz, flor y fruto; además de la extracción de N, P, K, Ca y Mg a los 30, 62, 124, 184 y 255 días después del trasplante (ddt). El estolón acumuló la mayor cantidad de biomasa (4 736.04 kg ha⁻¹), las curvas de acumulación de materia seca y de extracción nutrimental siguieron un patrón similar. Durante el desarrollo de estolones, flores y frutos (184 y 255 ddt), se presentó una absorción nutrimental superior a 50%. La extracción de macronutrimentos en kg ha⁻¹ fue de 174 de N, 57.2 de P, 237.6 de K, 250.9 de Ca y 185.7 de Mg.

Palabras clave: acumulación de materia seca, distribución de macronutrimentos.

Abstract

The strawberry is grown in virtually everyone reaches a production of 2.5 million tons, of which 228 900 t Mexico provides that place it as fourth producer. One of the main problems facing agricultural management is nutrition, so evaluate the total demand for plant nutrients and absorption dynamics is important in determining fertilization plans that allow synchronization between supply and demand cultivation. With the objective of quantifying the nutrient extraction strawberry cv. Roxana, elaborate curves meet nutrient extraction and distribution of dry matter in the plant field-level leaf biomass, crown, stolon, root, flower and fruit was quantified in addition to the removal of N, P, K, Ca and Mg at 30, 62, 124, 184 and 255 days after transplantation (DAT). The stolon accumulated the most biomass (4 736.04 kg ha⁻¹), the curves of dry matter accumulation and nutrient removal followed a similar pattern. During the development of stolons, flowers and fruits (184 and 255 DAT), one nutrient absorption greater than 50% occurred. The extraction of macro-nutrients in kg ha⁻¹ of N was 174, P 57.2, K 237.6, 250.9 and 185.7 of Ca Mg.

Keywords: dry matter accumulation, distribution of macronutrients.

* Recibido: noviembre de 2013
Aceptado: enero de 2014

Introducción

La fresa se cultiva en prácticamente todo el mundo, desde el ártico hasta los trópicos, cuya producción mundial rebasa los 2.5 millones de toneladas. La mayor parte de la superficie se localiza en el hemisferio norte (98%), aunque no hay barreras genéticas que eviten una mayor expansión en el hemisferio sur (Hancock, 1999). El país líder en producción de fresa es Estados Unidos de América; México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial, con una superficie cosechada de 6 978 ha, una producción de 228 900 t y un rendimiento promedio de 32.8 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2011); los principales estados productores son Michoacán, Baja California y Jalisco (SIAP, 2013).

Dentro de la cadena de producción, éste cultivo enfrenta problemas de distinta índole entre los que destaca la nutrición, factor determinante para un desarrollo sano y vigoroso que permita obtener una producción con la calidad que demanda el mercado, por lo que es necesario que las plantas dispongan de todos los nutrimentos y que la velocidad de suministro de cada uno de ellos sea al menos igual a su demanda (Wild y Jones, 1992). Evaluar la demanda total de las plantas y su dinámica de absorción es importante para determinar los planes de fertilización que permitan la sincronización entre el abastecimiento y la demanda del cultivo (Tagliavini *et al.*, 2004).

La curva de absorción nutrimental, determina las cantidades extraídas por una planta a través de su ciclo de vida; con lo que es posible conocer las épocas de mayor absorción de cada nutrimento y definir un programa de fertilización adecuado para el cultivo, en el cual se considere la cantidad y el tipo de fertilizante, así como la época idónea para hacer las aplicaciones (Molina *et al.*, 1993; Bertsch, 2003). Con base en lo anterior se planteó el presente estudio con los objetivos de cuantificar la extracción nutrimental en fresa; elaborar las curvas de extracción nutrimental y conocer la distribución de materia seca en la planta

La plantación se estableció con el cultivar Roxana en el Campo Experimental San Martín de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Chapingo, Estado de México; la cual estaba en surcos de 80 cm, y a una distancia entre plantas de 1.5 m, en tresbolillo a doble hilera; lo que correspondió a una densidad de 8 325 plantas por ha. Las características del suelo fueron las siguientes: pH, 6.97; materia orgánica, 1.61%; la fertilidad en mg kg⁻¹ fue: N, 23.1; P, 21.5; K, 686; Ca, 1 861 y Mg, 356.

Introduction

The strawberry is grown in virtually everyone, from the Arctic to the tropics, whose global production exceeds 2.5 million tons. Most of the area lies in the northern hemisphere (98%), although no genetic barriers that prevent further expansion in the southern hemisphere (Hancock, 1999). Is the leading producer of strawberry country United States of America, Mexico ranks fourth worldwide, with a harvested area of 6 978 ha, a production of 228 900 t and an average yield of 32.8 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2011), the main producing states are Michoacán, Baja California and Jalisco (SIAP, 2013).

Within the production chain, this crop faces different problems among which nutrition plays in a healthy and vigorous development to get a production quality demanded by the market factor, so it is necessary that plants have all the nutrients and the speed of supply of each of them is at least equal to its demand (Wild and Jones, 1992). Evaluate the total demand for plants and absorption dynamics is important in determining fertilization plans that allow synchronization between supply and crop demand (Tagliavini *et al.*, 2004).

Nutrient absorption curve determines the quantity extracted by a plant through its lifecycle, so it is possible to know the times of increased absorption of each nutrient and define a proper fertilization program for cultivation, in which consider the amount and type of fertilizer and the ideal time to make applications (Molina *et al.*, 1993; Bertsch, 2003). Based on the above, the present study aims to quantify the nutrient extraction strawberry raised; draw curves meet nutrient extraction and distribution of dry matter in the plant.

The plantation was established to cultivate Roxana in San Martin de Campo Experimental Chapingo (UACH), Chapingo, State of Mexico, which was in drills 80 cm, and a distance of 1.5 m between plants in staggered double row, which corresponded to a density of 8 325 plants per hectare. Soil characteristics were: pH, 6.97; organic matter, 1.61%; fertility in mg kg⁻¹ was: N, 23.1, P 21.5, K 686, Ca, and Mg 1 861 356.

To quantify the nutrient removal and dry matter accumulation, sampling at 30, 62, 124, 184 and 255 days after transplanting (DAT) from four plants (replicates) each were performed, which were selected randomly. The plants were fractionated in root, crown, leaves, stolons (including developing seedlings), flowers and fruits. The concentration of N, P, K, Ca and Mg

Para cuantificar la extracción nutrimental y la acumulación de materia seca, se realizaron muestreos a los 30, 62, 124, 184 y 255 días después del trasplante (ddt) de cuatro plantas (repeticiones) cada uno, las que fueron seleccionadas al azar. Las plantas se fraccionaron en: raíz, corona, hojas, estolones (incluyendo las plántulas en desarrollo), flores y frutos. Se determinó la concentración de N, P, K, Ca y Mg en las muestras de cada órgano; el N se evaluó por el método microkjeldahl, P por el del molibdovanadato amarillo, K por flamometría; Ca y Mg por espectrofotometría de absorción atómica con un espectrofotómetro UNICAM, modelo Solar 989, en todos los casos se siguió la metodología descrita por Alcántar y Sandoval (1999). Las concentraciones se calcularon con base en el peso seco. Con los datos obtenidos se generaron las curvas de extracción nutrimental.

Acumulación de materia seca

En la hoja, la mayor acumulación de materia seca se presentó a los 184 ddt, con un incremento de 53% con respecto a la de los 124 ddt, a lo que le siguió una disminución de 48%. En la corona el incremento en materia seca fue lento y ascendente y la mayor acumulación se presentó a los 255 ddt. Durante el desarrollo de estolones, su acumulación de materia seca fue muy lenta hasta los 184 ddt; a los 255 ddt se incrementó en 561.2%. En la raíz la acumulación fue lenta, el máximo valor se presentó a los 184 ddt, cuando los frutos y estolones habían terminado su desarrollo. La dinámica de acumulación de la flor y el fruto fue lenta hasta los 124 ddt; después, a los 184 ddt, se presentó un aumento de 359.7%, la mayor acumulación se presentó a los 255 ddt, cuando los frutos terminaron su desarrollo. La mayor acumulación de materia seca total (5 104.64 kg ha⁻¹) se presentó después de los 184 ddt, que fue el periodo en el cual las plantas presentaron estolones completamente desarrollados, floración, desarrollo de fruto y frutos a cosecha. El orden de acumulación de materia seca por los órganos fue el siguiente: estolón>hoja>flor y fruto> raíz >corona (Cuadro 1).

Cuadro 1. Acumulación y distribución (kg ha⁻¹) de materia seca en fresa cv. Roxana cultivada en campo.
Table 1. Accumulation and distribution (kg ha⁻¹) of dry matter in strawberry cv. Roxana cultivated field.

DDT	Hoja	Corona	Estolón	Raíz	Flor y fruto	Total	(%) Total
30	61.32	17.56	8.96	27.4	11.08	126.32	2.5
62	121	17.56	59.88	21.76	17.36	237.56	4.7
124	155.12	23.24	465.64	40.8	19.44	704.24	13.8
184	329.12	39.36	843.96	73.48	69.92	1355.84	26.56
255	159.32	41	4736.04	65.72	102.56	5104.64	100

DDT= días después del trasplante.

in the samples of each organ were determined, the N by the micro Kjeldahl method, P by yellow molybdovanadate, K was evaluated by flamometría, Ca and Mg by atomic absorption spectrophotometry one UNICAM, Solar 989 model spectrophotometer in all cases the methodology described by Alcántar and Sandoval (1999) was followed. The concentrations were calculated based on the dry weight. With the data obtained nutrient extraction curves were generated.

Dry matter accumulation

In the leaf, the greater accumulation of dry matter was presented to the DDT 184, an increase of 53% compared to the 124 DDT, to which was followed by a decline of 48%. In the corona the increase in dry matter was slow and build up, and most appeared to DDT 255. During the development of stolons, dry matter accumulation was very slow until the 184 DDT, DDT to 255 increased by 561.2%. At the root accumulation was slow the maximum value was presented to 184 DAT, when the fruits and stolons had completed their development. The dynamics of accumulation of the flower and the fruit was slow to 124 DDT, then the 184 DDT, it showed an increase of 359.7%, the highest accumulation was presented to 255 DAT, when the fruits completed their development. The highest accumulation of total dry matter (5 104.64 kg ha⁻¹) was filed after the 184 DDT, which was the period in which the plants had fully developed stolons, flowering, fruit development and fruit to harvest. The order of dry matter accumulation by organs was: stolon> leaf> flower and fruit> root> crown (Table 1).

Sprigs were the highest dry matter accumulated, these are horizontal creeping stems that have the ability to form adventitious roots and leaves, developing a new plant every two knots (Fuentes, 1998), whose function is to transport water, minerals and carbohydrates developing plants (Dale and Walker, 2000), which makes a structure strong-demand. The roots and crown were little bodies dry matter accumulation, since along with the mature leaves, resources

Los estolones fueron los que mayor materia seca acumularon; éstos son tallos rastreros horizontales que tienen la capacidad de formar raíces adventicias y hojas, desarrollando una nueva planta en cada dos nudos (Fuentes, 1998), tienen la función de transportar agua, minerales y carbohidratos a las plantas en desarrollo (Dale y Walker, 2000), lo que los hace una estructura con gran fuerza de demanda. Las raíces y corona fueron órganos con poca acumulación de materia seca, ya que junto con las hojas maduras retraslocaron los recursos hacia las estructuras aéreas con mayor actividad de crecimiento y metabolismo como hojas jóvenes, estolones, flores y frutos, que fueron los órganos con mayor acumulación de materia seca. Lo que permite explicar la disminución de la materia seca acumulada en las hojas y raíces a los 255 ddt (Cuadro 1).

Extracción total de macronutrientes

En la Figura 1 se muestra la extracción total de macronutrientes, el patrón de extracción de todos los elementos evaluados fue similar. El Ca y K fueron los nutrientes más demandados por las plantas de fresa en las diferentes etapas y alcanzaron un máximo de 250.9 y 237.6 kg ha⁻¹, respectivamente; a estos nutrientes le siguieron el N, P y Mg con 174, 57.2 y 185.7 kg ha⁻¹, respectivamente. La extracción total por la planta tuvo el orden siguiente: Ca>K>Mg>N>P.

El patrón de acumulación de materia seca y de los nutrientes evaluados fue muy similar; lo que coincide con los resultados obtenidos por Molina *et al.* (1993) quienes indican que la absorción de nutrientes de plantas de fresa cv. Chandler, estuvo relacionada con la curva de crecimiento de la planta; de tal manera que a mayor acumulación de materia seca hubo mayor absorción de elementos minerales. Lo cual también se observó en este trabajo con el cv. Roxana.

Dentro de los elementos más demandados por los frutales está el K. Tagliavini *et al.* (2004) reportan que el fruto es el órgano dominante en la absorción de K, como se observa en naranja 'Navel' (Storey y Treeby, 2000), frambuesa roja (Pineda-Pineda *et al.*, 2008) y banano 'Dominico' (Castillo-González *et al.*, 2011); sin embargo, en fresa cv. Roxana, el Ca fue extraído en cantidad superior a la del K. Daugaard (2001) analizó el estado nutricional de siete cultivares de fresa en dos años de producción, y en ambos años encontró diferencias significativas en el contenido nutricional entre cultivares y concluye que la capacidad de extracción de un nutriente es una propiedad específica del cultivar; lo cual debe tomarse en cuenta en la evaluación de la demanda nutricional de la fresa.

on the busiest aerial structures of growth and metabolism in young leaves, stolons, flowers and fruits, which were the organs most dry matter accumulation. What can explain the decrease in dry matter accumulated in leaves and roots at 255 DAT (Table 1).

Total extraction of macro-nutrients

In Figure 1 the total extraction of macronutrients shown, the pattern of extraction of all items evaluated was similar. The Ca and K were the most popular nutrients by strawberry plants at different stages and peaked at 250.9 and 237.6 kg ha⁻¹, respectively, followed these nutrients N, P and Mg with 174, 57.2 and 185.7 kg ha⁻¹, respectively. The total extraction plant had the following order: Ca> K> Mg> N> P.

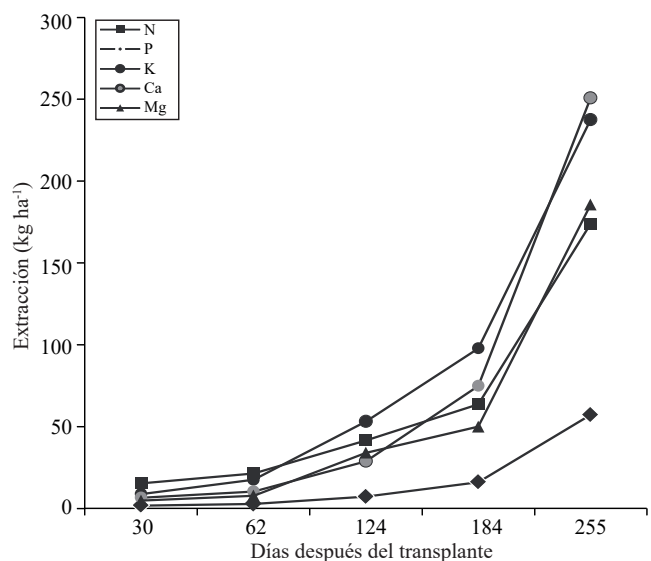


Figura 1. Extracción total de macronutrientes en fresa cv. Roxana.

Figure 1. Total extraction of macro-nutrients in strawberry cv. Roxana.

The pattern of dry matter accumulation and nutrients evaluated was similar; Coinciding with the results obtained by Molina *et al.* (1993) who indicate that the nutrient uptake of strawberry plants cv. Chandler, was related to the growth curve of the plant so that the higher dry matter accumulation was greater absorption of mineral elements. Which was also observed in this work with the cv. Roxana.

Among the most popular items for fruit is the K. Tagliavini *et al.* (2004) report that the fruit is the dominant body in the absorption of K, as shown by orange 'Navel' (Storey and Treeby, 2000), red raspberry (Pineda-Pineda *et al.*, 2008) and banana 'Dominico' (Castillo-González *et al.*, 2011), but

Molina *et al.* (1993) mencionan que las principales determinantes de las cantidades nutrimentales absorbidas por las plantas de fresa son el vigor de la variedad cultivada y su rendimiento; observándose que a mayor vigor de la planta hay mayor extracción nutrimental, como lo indican sus resultados con los cultivares de fresa Elsanta y Marmolada, ambos cultivados en Francia e Italia, en donde el cultivar más vigoroso tuvo la mayor extracción nutrimental.

Dinámica de la extracción nutrimental

La extracción de todos los nutrimentos evaluados disminuyó en el segundo periodo de evaluación (62 ddt), después la extracción fue ascendente. En el Cuadro 2 se observa que el periodo de mayor demanda nutrimental por la planta fue de los 184 a los 255 ddt, en el cual se extrajo más del 50% de los macronutrimentos. Durante este periodo se presentó el desarrollo de estolones, floración y desarrollo de frutos, lo cual representó una demanda muy fuerte de minerales; Pineda-Pineda *et al.* (2008) en frambueso rojo y Molina *et al.* (1993) en fresa 'Chandler', observaron la mayor extracción de nutrimentos durante la producción de follaje y de frutos; durante la floración y desarrollo de fruto en mango (Castro-López *et al.*, 2012). La extracción de los nutrimentos a partir de los 184 ddt, se debe a la fuerte demanda que tiene la planta por el desarrollo de los estolones, las flores y frutos, lo que conllevó a la máxima acumulación de materia seca total (Cuadro 1), lo cual coincide con los resultados obtenidos por Molina *et al.* (1993), quienes indican que a mayor acumulación de materia seca se presenta mayor absorción de nutrimentos.

Conclusiones

Los estolones fueron las estructuras que mayor materia seca acumularon. Los patrones de acumulación de materia seca y extracción nutrimental indican que para fresa 'Roxana' la mayor demanda nutrimental se presentó en las etapas de desarrollo de estolones y fructificación (184 a 255 ddt); el Ca y el K fueron los elementos más extraídos por la planta; por lo que la fertilización debe hacerse antes de los 184 ddt para evitar limitaciones nutrimentales en el cultivo. El orden de extracción de macronutrimentos fue: Ca>K>Mg>N>P. La extracción nutrimental total, considerando una densidad de población de 8 325 plantas ha⁻¹, fue en kg ha⁻¹: 174 de N, 57.2 de P, 237.6 de K, 250.9 de Ca y 185.7 de Mg, cantidades que deben ser repuestas al suelo para mantener su fertilidad.

in strawberry cv. Roxana, the Ca was extracted in excess of the amount of K. Daugaard (2001) analyzed the nutritional status seven strawberry cultivars in two years of production, and in both years found significant differences in nutrient content between cultivars and concluded that the extraction capacity of a nutrient is a specific property of the cultivar, the which should be considered in assessing the nutritional demand of strawberry.

Molina *et al.* (1993) mention that the main determinants of the nutritional amounts absorbed by the strawberry plants are the effect of cultivar and performance; observed that the greater vigor of the plant is no greater nutrient removal, as indicated their results with strawberry cultivars Elsanta and Marmolada, both grown in France and Italy, where the most vigorous cultivar had the highest nutrient removal.

Dynamics of nutrient removal

The extraction of all nutrients tested decreased in the second period of evaluation (62 DAT), after extraction was upwards. The Table 2 shows that the period of greatest nutritional demand of the plant was 184 to 255 DAT, which extracted more than 50% of the macro-nutrients. During this period presented the development of stolons, flowering and fruit development, representing a very strong demand for minerals. Pineda-Pineda *et al.* (2008) in red raspberry and Molina *et al.* (1993) in strawberry 'Chandler' observed the increased extraction of nutrients during the production of foliage and fruit; during flowering and fruit development in mango (Castro-López *et al.*, 2012.). The extraction of nutrients from the DDT 184 is due to the strong demand of a plant by the development of stolons, flowers and fruits, which led to high accumulation of total dry matter (Table 1), which coincides with the results obtained by Molina *et al.* (1993), who indicate that the higher dry matter accumulation increased absorption of nutrients occurs.

Cuadro 2. Porcentajes de incremento en la extracción de macronutrimentos en fresa cv. Roxana cultivada en campo.

Table 2. Percent increase in macro-extraction nutrients in strawberry cv. Roxana cultivated field.

DDT	N	P	K	Ca	Mg
30	8.8	3.2	3.7	2.6	2.6
62	3.5	1.7	3.7	1.5	1.6
124	11.6	7.6	15.0	7.3	14.1
184	12.6	15.5	18.8	18.4	8.6
255	63.5	71.9	58.8	70.2	73.1

DDT= días después del trasplante.

Literatura citada

- Alcántar, G. G. y Sandoval, V. M. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillos, Texcoco, Estado de México. 156 p.
- Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. 307 p.
- Castillo-González A. M.; Hernández-Maruri, J. A.; Avitia-García, E.; Pineda-Pineda, J.; Valdéz-Aguilar, L. A. y Corona-Torres, T. 2011. Extracción de macronutrientes en banano 'Dominico' (*Musa spp.*). *Phyton* 80:65-72.
- Castro-López, M. G.; Salazar-García, S.; González-Durán, I. J. L.; Medina-Torres, R. y González-Valdivia, J. 2012. Evolución nutrimental foliar en tres cultivares de mango en Nayarit, México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 3(4):685-700.
- Dale, A. and Walker, G. 2000. Growing strawberries in Ontario. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Toronto, Canada. Publication 513. 84 p.
- Daugaard, H. 2001. Nutritional status of strawberry cultivars in organic production. *J. Plant Nutrit.* 24(9):1337-1346.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). 2011. Base de datos estadísticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- Fuentes, Y. J. L. 1998. Botánica Agrícola. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa. 5ª (Ed.). Madrid, España. 315 p.
- Hancock, J. F. 1999. Crop production science in horticulture 11. Strawberries. CAB International Publishing. London, UK. 236p.
- Molina, E.; Salas, R. y Castro, A. 1993. Curva de crecimiento y absorción de nutrimentos en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch. Cv. Chandler) en Alajuela. *Agronomía Costarricense.* 17(1):63-67.
- Pineda-Pineda, J.; Avitia-García, E.; Castillo-González, A. M.; Corona-Torres, T.; Valdez-Aguilar, L. A. y Gómez-Hernández, J. 2008. Extracción de macronutrientes en frambueso rojo (*Rubus idaeus* L.). *Terra Latinoamericana.* 26(4):1-8.

Conclusions

Sprigs were the structures that accumulated more dry matter. The patterns of dry matter accumulation and nutrient removal indicate that strawberry 'Roxana' most nutritional lawsuit was filed in the stages of development of stolons and fruiting (184-255 DDT) Ca and K were extracted by the elements more the plant so fertilization should be done before the 184 DDT to avoid nutrient limitations in culture. The order of extraction of macronutrients was: Ca>K>Mg>N>P. The total nutrient removal, considering a population density of 8 325 plants ha⁻¹, was in kg ha⁻¹: 174, N, P 57.2, 237.6 K, Ca and 185.7 250.9 Mg amounts to be replenished to maintain soil fertility.

End of the English version



- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. Sistema de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=197. (consultado marzo, 2013).
- Storey, R. and Treeby, M. T. 2000. Seasonal changes in nutrient concentrations of navel orange fruit. *Scientia Horticulturae.* 84:67-82.
- Tagliavini, M.; Balde, E.; Nestby, R.; Raynal-Lacroix, C.; Lieten, P.; Salo, T.; Pivot, D.; Lucchi, P.; Baruzzi, G. and Faedi, W. 2004. Uptake and partitioning of major nutrients by strawberry plants. *Acta Horticulturae.* 649:197-199.
- Wild, A. y Jones, L. P. H. 1992. Nutrición mineral de las plantas cultivadas. *In: condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell.* Wild, A. (Ed). Mundi-Prensa. Madrid, España. 73-119 pp.