



Revista EDUCATECONCIENCIA.  
Volumen 12, No. 13.  
ISSN: 2007-6347  
Periodo: Octubre-Diciembre 2016  
Tepic, Nayarit. México  
Pp. 73-81

Recibido: 31 de Octubre  
Aprobado: 05 de Diciembre

**Eficiencia productiva en la nutrición de los frutales**  
**Production efficiency on tree fruit nutrition**

**Autores**

**Gelacio Alejo Santiago**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
gelacioalejo@hotmail.com

**Circe Aidín Aburto González**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
aidin75@hotmail.com

**Ana Luisa Sánchez Monteón**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
analuisasm8@yahoo.com

**Ana Luisa Navarrete Valencia**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
annava.uan@gmail.com

## **Eficiencia productiva en la nutrición de los frutales** **Production efficiency on tree fruit nutrition**

### **Autores**

**Gelacio Alejo Santiago**

Universidad Autónoma de Nayarit  
gelacioalejo@hotmail.com

**Circe Aidín Aburto González**

Universidad Autónoma de Nayarit  
aidin75@hotmail.com

**Ana Luisa Sánchez Monteón**

Universidad Autónoma de Nayarit  
analuisasm8@yahoo.com

**Ana Luisa Navarrete Valencia**

Universidad Autónoma de Nayarit  
annava.uan@gmail.com

### **Resumen**

México es un país con alto potencial en la producción de frutales y ocupa lugares importantes a nivel mundial, por mencionar algunos ejemplos como el aguacate, limón y mango con quienes ocupa el primer, segundo y cuarto lugar respectivamente según la FAO en el año 2016. Una variable que es importante considerar en la elaboración de recomendaciones de fertilización es la eficiencia productiva de los frutales. La presente revisión es documental y el objetivo es señalar los factores que afectan la eficiencia productiva en los frutales, pues es importante su consideración para, por un lado alcanzar las metas de producción y por otro lado reducir también los costos de producción, así mismo se reducen los efectos de contaminación por exceso de fertilizantes.

**Palabras clave:** Productividad, perennes, tropicales, fertilización

### **Abstract**

Mexico is a country with high potential in the production of fruit and occupies important places worldwide, to mention a few examples such as avocado, lemon and mango with whom ranked first, second and fourth respectively according to FAO in 2016. A variable that is important to consider to give fertilizer recommendations is the productive efficiency of the fruit. This review shows the values considered and the factors that affect them, it is important to consider them, on the one hand to reach production targets and on the other hand also to reduce production costs, also are reduced the effects of excess fertilizer contamination.

**Keywords:** Productividad, perennial, tropical, fertilization

## **Introducción**

México es un país con un gran potencial en la producción de frutales a tal grado que ocupa lugares importantes a nivel mundial, por mencionar algunos ejemplos como el aguacate, limón y mango con quien ocupa el primer, segundo y cuarto lugar respectivamente (FAO, 2016). Por lo que resulta importante atender de manera eficiente la nutrición de estos cultivos, para optimizar la utilización de los recursos como suelo y agua, y mejorar la rentabilidad de este tipo de cultivos, lo anterior debido a que la nutrición se considera como uno de los factores claves en el sistema de producción agrícola, por lo tanto, es posible satisfacer las necesidades nutrimentales mediante las prácticas de fertilización vía suelo o foliar. Para ello hay que tomar la decisión de aplicar o no, fertilizantes a los frutales, la cantidad y los momentos de aplicación. El enfoque de cálculo de dosis de fertilización, conocido como método de fertilización racional por Rodríguez (1990), también denominado como modelo de balance nutrimental por Volke *et al.* (2008), es por el momento uno de los más precisos, para calcular la cantidad de nutrientes requeridos para satisfacer las necesidades de los cultivos. Para su utilización es de suma importancia conocer la eficiencia productiva del cultivo, la cual permite estimar la cantidad de fruto que puede ser capaz de producir un árbol en edad productiva. Por lo anterior, en el presente escrito se hace una revisión de las consideraciones que hay que hacer al momento de su aplicación, para reducir hasta cierto punto los costos de producción y mejorar la rentabilidad del sistema de producción.

## **Metodología**

Para la elaboración del presente documentó se consultaron las bases de datos: Scopus, Redalyc, Scielo, Google Académico y se revisaron principalmente artículos científicos publicados en revistas de alto impacto y ampliamente relacionados con el tema.

## **Resultados y Conclusiones**

De acuerdo a la revisión efectuada, existen varios métodos para la generación de recomendaciones de fertilización; sin embargo, el modelo de balance nutrimental es el que presente mayores ventajas y se describe a continuación.

Modelo de balance nutrimental y su aplicabilidad en frutales

Uno de los enfoques utilizados para generar recomendaciones de fertilización para los cultivos es el de balance nutrimental, basado en que la dosis de fertilización depende de la demanda (DEM) del nutriente por el cultivo, el suministro del nutriente por el suelo (SUM) y la eficiencia de recuperación del nutriente (ERF) aplicado como fertilizante. Este enfoque requiere de menos recursos y tiempo para su implementación que otros enfoques, ventaja que lo hace atractivo de usar (Volke, *et al.*, 1998). La aplicación de este modelo tiene mucho éxito en el caso de los cultivos de ciclo corto, en específico cultivos anuales (cultivos hortícolas y cultivos básicos) y bianuales como el caso de la caña de azúcar, lo anterior se debe por la mayor facilidad que representa trabajar con ese tipo de cultivos para la generación de información, la cual se hace a través de métodos destructivos de plantas para su análisis químico, lo cual resulta complicado para el caso de frutales, sobre todo para los que ya se encuentran en producción comercial, no es fácil analizar el árbol de forma completa. Sin embargo, este modelo sigue siendo el más preciso, cuando se tiene la información tal como extracción nutrimental por fruto y por material de poda, que es donde mayor cantidad de nutrientes destinan los frutales.

### **Demanda Nutrimental**

El concepto de demanda nutrimental engloba la necesidad de nutrientes de un cultivo para producir una cierta cantidad de producto económico, en este caso frutos. Entre los tres conceptos que maneja el modelo de balance nutrimental (DEM, SUM y ERF), la eficiencia productiva (EP) es un concepto clave para poder fijar una meta de producción (Kg de fruto / árbol) del cultivo en cuestión, por lo tanto hay que tener mucha precaución en su utilización, ya que una subestimación conlleva a una deficiencia nutrimental y una sobrestimación provocaría un encarecimiento en los costos de producción y por lo tanto una disminución en la rentabilidad del cultivo.

El valor de demanda nutrimental se estima finalmente una vez que se fija la meta de producción, ya que con ello se calcula la cantidad de nutriente que se requiere para la producción de tal cantidad de fruto y además se debe conocer la necesidad de nutrientes que requiere el árbol para la producción de estructuras que no son precisamente fruto, como hojas y ramas, que finalmente cuando los árboles son manejados con sistemas de poda, se tienen que eliminar y esto constituye una extracción nutrimental, que se tiene que

considerar en la necesidad nutrimental del árbol. En cuanto a la cantidad de nutrimentos que extraen los frutos existe información vasta para diferentes cultivos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Extracción de nutrientes en kilos por tonelada de fruto (Mango, Aguacate, limón mexicano y litchi).

Nutrimento	Mango Ataulfo (Cruz <i>et al.</i> , 2014)	Aguacate Hass (Salazar y Lazcano, 2001)	Limón Mexicano (Maldonado, 1999)	Litchi (Alejo- Santiago <i>et al.</i> , 2015).
N	4.19	2.57	1.86	2.8
P	0.79	0.45	0.17	0.48
K	7.19	4.12	2.25	2.82
Ca	3.67	.084	1.05	0.66
Mg	0.93	0.29	0.13	0.07

Los datos anteriores están calculados para una tonelada de fruto; sin embargo, al generar una dosis de fertilización, es necesario fijar una meta de producción y para ello es importante conocer la eficiencia productiva de los frutales.

### **Eficiencia Productiva**

La eficiencia productiva es la capacidad que tiene el árbol de producir fruto y se mide en Kg de fruto producido al año por m<sup>3</sup> de dosel. Según Medina *et al.* (2007) la eficiencia productiva se puede calcular por dos métodos: a) el cociente del rendimiento por árbol (Kg) entre el área de suelo cubierta por el árbol (m<sup>2</sup>); b) el cociente del rendimiento por árbol (Kg) entre el volumen de copa (m<sup>3</sup>). Entre estos dos métodos desde nuestro punto de vista el mejor es el que considera la producción de fruto y volumen de copa, ya que se puede tener diferente volumen de copa cubriendo la misma superficie de suelo, lo cual no considera el primer método.

Es de suma importancia conocer el valor de eficiencia productiva ya que es el punto clave para fijar una meta de producción en el cultivo. La eficiencia productiva, es dependiente de cada sistema de producción, de las condiciones agroclimáticas; así como la disponibilidad de riego; el hacer las prácticas de fertilización en los momentos oportunos, permite garantizar el éxito en el sistema de producción. La estimación del volumen de copa de árbol se tiene que realizar al momento de la generación de la dosis de fertilización, ya

que varía significativamente inclusive entre materiales de la misma especie (Avilán *et al.*, 2008).

## Factores que afectan la eficiencia productiva

### Variedad

El valor de eficiencia productiva difiere entre cultivares de la misma especie, ejemplo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Eficiencia productiva en variedades de naranja

Cultivares	Eficiencia productiva (Kg m <sup>-3</sup> )
Pineapple'	2.6
Rby	1.4
Queen	1.9
Trovita	1.6
Marrs	1.7
Crescent	0.9
Late	2
San Miguel	1.4
Delta	2
Cutter	2.1
Campbell	1.5

Fuente: Medina *et al.* (2007).

### Efecto de portainjerto

El portainjerto tiene un efecto directo sobre el injerto y afecta directamente la eficiencia productiva, como sucede en aguacate Hass (Cuadro 3).

Cuadro 3. Eficiencia productiva de aguacate Hass, injertados en diferentes patrones.

Patrón	Año de producción (Edad del árbol)		
	5/6	7/8	9/10
	-----Kg de fruto m <sup>3</sup> de copa -----		
Borchard	0.96	1.17	0.94
D9	0.95	1.15	0.7
Duke 7	0.97	1.23	0.96
G755A	0.6	0.87	0.24
G755B	0.48	0.83	0.18
G755C	0.42	0.69	0.24
Topa Topa	0.81	1.06	0.94
Toro Canyon	0.9	1.13	0.95
G1033	0.49	0.94	0.69
Thomas	0.78	1.00	0.5

Fuente: Mickelbart et al (2007).

### **Alternancia productiva**

La eficiencia productiva es variable para cada cultivo, sobre todo en los frutales que presentan el fenómeno de alternancia productiva, es decir un año registran alta producción y en el siguiente disminuye significativamente su capacidad de producción de fruto; por lo anterior es muy importante en la generación de una dosis de fertilización, considerar el comportamiento de la producción inmediata anterior del cultivo.

### **Edad de los árboles**

En cuanto al ciclo de vida productivo de la planta Avilán (1980 y 1988) menciona que en el caso de mango el período de plena producción, corresponde a la etapa del árbol donde existe una estrecha relación entre el incremento del volumen del follaje y el número de frutos producidos. Se inicia alrededor de los 9 años de edad y se prolonga hasta los 14-15, durante este periodo el árbol alcanza los mayores índices de fructificación o número de frutos por m<sup>3</sup> de follaje (Cuadro 4).

Cuadro 4. Ciclo productivo en mango (Avilán, 1988).

Ciclo Productivo	Edad (años)
Crecimiento	2 a 8
Plena Producción	10 a 16
Producción	18 a 26
Senescencia	> 36

### **Control de plagas y enfermedades**

Al momento de establecer una meta de producción es muy importante considerar el manejo que se le proporciona al sistema de producción, es decir, si cuenta con riego o es de temporal, si se va a realizar el control de plagas y enfermedades, sobre todo en la época de floración, la cual es una de las etapas críticas en el manejo de los frutales, más en los que tienen una o dos momentos de floración al año, como sucede en el caso del mango, aguacate. La aplicación de oligoelementos en cultivos en general y especialmente en frutales, presenta particularidades como la dosis correcta de elemento que genere los beneficios buscados, pero que no se produzcan desbalances de otros elementos por exceso de los nutrientes aplicados.

### **Nutrición foliar con micronutrientes**

Para favorecer la eficiencia productiva es necesario auxiliar a los árboles, mediante la aplicación de micronutrientes ya que marca una gran diferencia en la eficiencia productiva y costos. En el caso del boro, su función radica en actuar en la germinación del grano de polen y en la velocidad de elongación del tubo polínico que lleva los núcleos masculinos a unirse con los femeninos en el ovario floral, y luego formar el fruto. La concentración necesaria del elemento en la flor es de por lo menos 100 ppm, muy por encima de los niveles foliares normales. Esta concentración lleva a inhibir a la hormona Indol Acético Oxidasa que destruye las Auxinas responsables del crecimiento del tubo polínico (Agro, 2016).

Se concluye que para abastecer la necesidad nutrimental de los frutales es importante considerar su eficiencia productiva, ya que es una variable que depende de



varios factores, como lo es la alternancia productiva, el tipo de patrón que se utiliza como portainjerto y la edad de los árboles ya que con ello, se puede reducir los costos de producción de los cultivos perennes.

## **Referencias**

- Agro, 2016. El secreto del negocio de los frutales. <http://www.on24.com.ar/agro/14046/el-secreto-del-negocio-de-los-frutales>. Consultado en octubre 2016.
- Avilán, L., Sotio, E., Marín R. C., Pérez, M., Rodríguez, M. & Ruíz J. 2008. Productividad del mango en una población de alta densidad durante el período de plena producción. *Agronomía Tropical*. 58(2): 181-191.
- Avilán, L. 1980. El índice de fructificación en frutales perennes. *Agronomía Tropical* 30 (1-6): 147-157.
- Avilán, L. 1988. El cielo de vida productivo de los frutales de tipo arbóreo en medio tropical y sus consecuencias agroeconómicas. *Fruits* 43 ( 9): 517-529.
- Cruz-Barrón, V., Bugarín-Montoya, R., Alejo-Santiago, G., Luna-Esquivel, G. & Juárez-López P. 2014. Extracción y requerimiento de macronutrientes en mango 'Ataulfo' (*Mangifera indica* L.) con manejo de poda anual y bianual. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 5 (2): 229-239.
- FAO Statistics. 2006. FAO internet Website ([www.faostat.fao.org/site](http://www.faostat.fao.org/site)). Consultado octubre 2016.
- Maldonado, T. R. 1999. El diagnóstico nutrimental en la producción del limón mexicano. Ed. Fundación produce Michoacán y Universidad Autónoma Chapingo. México, 82 p.
- Medina, U. VM., Zapiaín, E. G., Robles, G. MM., Pérez, Z. O., Orozco, S. M., Williams, T. & Becerra R. S. 2007. Fenología, Eficiencia productiva y calidad de fruta de cultivares de naranjo en el trópico seco de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Vol. 30(2): 133-143.
- Mickelbart, M. V., Bender, G. S., Witney, G. W., Adams, C. & Arpaia, M. L. Effects of clonal rootstocks on 'Hass' avocado yield components, alternate bearing, and nutrition. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*. 82(3):460-466.
- Salazar, S. & Lazcano I. 2001. Identifying fruit mineral removal differences in four avocado cultivars. *Better Crops International* 15(1): 28-31
- Volke, H. V., Etchevers, B. J. D., Sanjuan, R. A. & Silva, P. T. 1998. Modelo de balance nutrimental para la generación de recomendaciones de fertilización para cultivos. *Terra Latinoamericana*, vol. 16(1): 79-91.