

## **EFECTO DE LA FERTILIZACION POR SITIO ESPECIFICO EN EL INCREMENTO DEL RENDIMIENTO Y TAMAÑO FRUTA DE AGUACATE HASS**

Samuel Salazar-García e Ignacio Lazcano-Ferrat\*

### Introducción

Nayarit es el segundo estado de mayor producción de aguacate de la variedad de Hass en México. La mayoría de los huertos están localizados en la región montañosa de Jalisco y Tepic. Más del 90% de estos huertos se cultivan bajo condiciones de temporal (1220 mm de lluvia distribuidos principalmente entre Julio y Octubre). Los suelos volcánicos sembrados con aguacate tienen de 30 a 80 cm de suelo superficial y de 2 a 4 m de subsuelo. Este tipo de suelo tiene varias ventajas para el cultivo del aguacate, entre ellas su textura franco arenosa que permite buena aireación que mejora el crecimiento radicular. El subsuelo puede proveer suficiente humedad para la supervivencia del árbol durante la época seca, como también un excelente drenaje durante la temporada lluviosa, factores que reducen la incidencia de la pudrición radicular del aguacate (*Phytophthora cinnamomi* Rands).

Investigación reciente en Nayarit demostró que la remoción de nutrientes de una producción de 20 toneladas (t) de aguacate Hass fresco es, en kg, nitrógeno (N), 51.5; fósforo (P), 20.6; potasio (K), 93.8; calcio (Ca), 1.7; magnesio (Mg), 5.9; y azufre (S), 6.9 (Salazar-García y Lazcano-Ferrat, 2001). Aunque en cada cosecha se remueven pequeñas cantidades de micronutrientes como hierro (Fe), boro (B) y zinc (Zn), se pueden presentar deficiencias que tienen efecto negativo en el rendimiento, tamaño y calidad de la fruta de aguacate (Salazar-García, 2002).

Los huertos comerciales de aguacate Hass maduro se fertilizan comúnmente con 100 kg de N/ha/año y 110 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/año. Además de ser una práctica que promueve el desbalance de nutrientes, la mayoría de los productores rara vez aplican las dosis recomendadas de NP. El promedio real de aplicación de P es de apenas 45 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/año. Se considera que con el manejo común de los huertos no se puede producir rendimientos

de 20 o más toneladas por año. Los programas de fertilización insuficientes y/o desbalanceados reducen progresivamente la fertilidad del suelo, lo cual resulta en menores rendimientos, producción alternada y fruta pequeña, e incrementan los desordenes fisiológicos post-cosecha. La combinación de estos factores reduce la competitividad de la fruta de aguacate de Nayarit en los mercados locales e internacionales.

Reconociendo la importancia de la fertilización para aumentar el rendimiento y la calidad y el tamaño de la fruta, los productores de aguacate Hass de Tepic y

Jalisco decidieron participar en un programa de investigación de nutrición de aguacate. El proyecto se inició en 1998 con la meta de incrementar la rentabilidad de los productores. En ese momento los rendimientos típicos eran de 5 a 10 t/ha y el tamaño de fruta de mercado (primera: 170 a 210 g; extra: 211 a 265 g; y super extra: más de 266 g) comúnmente solo representaba del 20 al 40% del rendimiento total. El objetivo inicial era obtener de un incremento de 50% en el rendimiento y tamaño de fruta. Este artículo reporta los resultados de los primeros cuatro años del estudio de fertilización por sitio específico.



### Materiales y métodos

Se seleccionó una área de 3 ha de un huerto comercial de aguacate Hass, de 14 años de edad, ubicado en V. Carranza, Tepic, Nayarit (21° 32.04' N, 104° 59.08' O), a una altura de 927 m sobre el nivel del mar. La densidad de plantas del huerto es de 156 árboles/ha (8 x 8 m). El huerto no tiene riego (condiciones de temporal) y durante todo el estudio recibió todas las prácticas estándar de manejo, con la excepción de fertilización.

El contenido de nutrientes del huerto experimental se diagnosticó en 1998 (Salazar-García y Lazcano-Ferrat, 1999) usando los índices de la estrategia de manejo balanceado de nutrientes de Kenworthy (1973). Los

\* Tomado de: Salazar, S. and I. Lazcano. 2003. Site specific fertilization increased yield and fruit size in Hass avocado. *Better Crops International* 17(1):12-15.

**Tabla 1. Programa de fertilización para un huerto de aguacate Hass en Tepic, Nayarit.**

		Dosis de fertilización kg/árbol
Antes de empezar el experimento		
1996	17-17-17 (N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O)	3.0
1997	17-17-17 (N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O)	4.0
Inicio del experimento		
1998	Sulfato de amonio (21% de N)	3.4
	Superfosfato triple (46% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4.2
	Sulfato de potasio (50% de K <sub>2</sub> O)	2.8
1999	Sulfato de amonio (21% de N)	3.4
	Superfosfato triple (46% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4.2
	Sulfato de potasio (50% de K <sub>2</sub> O)	2.8
	Cal (40% de CaO)	1.0
	Borax (11% de B)	0.2
2000	Sulfato de amonio (21% de N)	8.6
	Superfosfato triple (46% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.0
	Sulfato de potasio (50% de K <sub>2</sub> O)	4.8
	Oxisulfato de zinc (35.5% de Zn)	1.0
	Borax (11% de B)	0.2
2001	Sulfato de amonio (21% de N)	8.3
	Sulfato de potasio (50% de K <sub>2</sub> O)	3.5
	Oxisulfato de zinc (35.5% de Zn)	1.0
	Borax (11% de B)	0.2

análisis foliares indicaron que el K, S, y B estaban por debajo de los niveles normales, mientras que N y Zn estaban en el límite inferior de los niveles normales.

El análisis químico de los primeros 30 cm del suelo se realizó al inicio del experimento y los resultados se usaron para calcular la capacidad del suelo para abastecer nutrientes. Se determinó que el suelo tiene una textura franco arenosa con una capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 6.7 cmol+/kg, pH = 5.8, P Bray I = 8 ppm, K intercambiable = 370 ppm, materia orgánica = 2.9 %, niveles medios de Mg, S (S-SO<sub>4</sub><sup>-</sup>), B y cobre (Cu), niveles bajos de Ca y Fe y niveles muy bajos de manganeso (Mn) y Zn.

Se calculó la remoción de nutrientes de una meta de rendimiento de 30 toneladas usando los datos obtenidos por Salazar-García y Lazcano-Ferrat (2001). Se consideró una cantidad adicional de nutrientes basándose en la estimación de los nutrientes removidos permanentemente debido al crecimiento anual de los árboles (sobre y bajo el suelo), así como también los nutrientes removidos temporalmente en la formación de flores y hojas. También se consideraron probables

pérdidas de nutrientes por lixiviación, volatilización, fijación e inmovilización microbiana. Cuando no se detectó deficiencia foliar, se aplicaron cantidades de mantenimiento de cada nutriente basándose en los resultados de los análisis de suelos y la remoción esperada de nutrientes a la meta de rendimiento de fruta determinada.

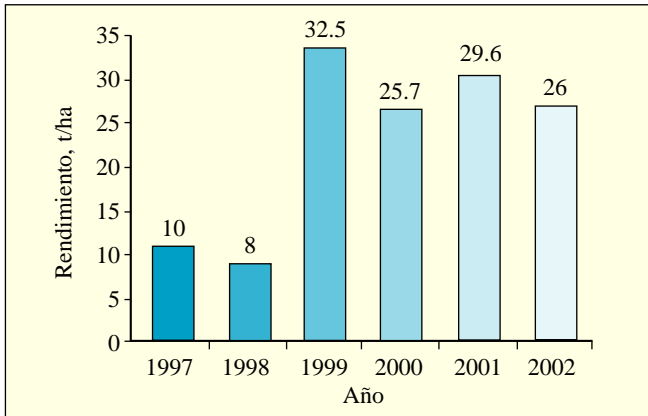
Se calcularon las dosis de fertilización basándose en estudios previos (**Tabla 1**). Estas dosis fueron aplicadas en 1998 durante los meses de verano en una zanja de 40 cm localizada a 2 m alrededor del árbol. La cantidad recomendada de fertilizantes se dividió en dos partes iguales en 1998 y 1999. Empezando en el año 2000, se realizaron tres aplicaciones de NPK que incluían 1/3 del N, todo el P, 1/2 del K (Julio), 1/3 del N (Agosto), y 1/3 del N y 1/2 del K (Septiembre). Se aplicó B y Zn en cantidades iguales en Julio y Septiembre. La cantidad anual de fertilizantes se modificó de acuerdo a los cambios en la concentración de nutrientes en las muestras foliares y la optimización de la relación costo/beneficio del huerto. Se midió el rendimiento y el tamaño de la fruta y los resultados se presentan como el promedio de 80 árboles individuales seleccionados al azar en el huerto.

## Resultados y discusión

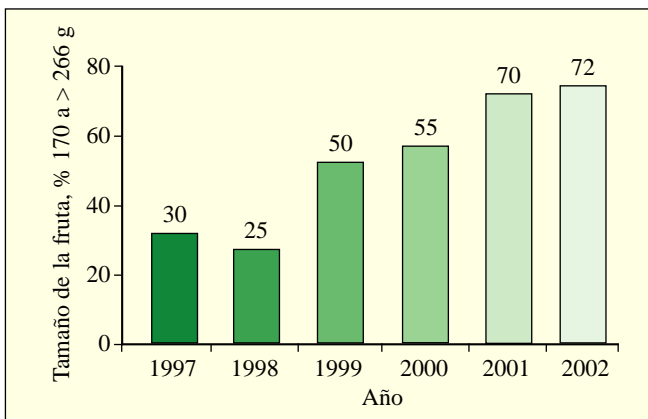
El primer efecto del programa de fertilización se observó de tres a cinco meses después de la implementación de esta práctica como un reverdecimiento de la parte aérea de los árboles, seguido por la presencia de más brotes y un retardo en la defoliación en el invierno.

Se considera que los rendimientos de fruta del huerto experimental dos años antes de iniciar el estudio son normales para la región que se encuentran en el rango de 8 a 10 t/ha (**Figura 1**). Se observó un gran incremento en el rendimiento en la cosecha de 1999 con un rendimiento promedio que llegó a más de 32 t/ha. En los siguientes años se observó los efectos de un moderado patrón de alternancia, mientras que los rendimientos fluctuaban entre 25 y 27 toneladas. Durante este periodo de cuatro años, el rendimiento de aguacate nunca bajó de 25 t/ha. Estos resultados han tenido gran impacto entre los productores de la región, quienes no recuerdan niveles de rendimiento parecidos a los obtenidos en esta investigación. El rendimiento promedio de 1999 al 2002 fue de 28.4 t/ha, muy cercano al potencial de rendimiento de 32.5 t/ha en huertos de aguacate Hass intensamente manejados con riego incluido (Wolstenholme, 1986).

Como resultado de los tratamientos de fertilización por sitio específico se incrementó también el tamaño de la



**Figura 1. Incrementos de rendimiento como resultado del método de fertilización por sitio específico (iniciado en 1998) en una huerta de aguacate en Tepic, Nayarit, México.**



**Figura 2. Porcentaje de fruto con tamaño para mercado en un huerto de aguacate Hass manejado con el método de fertilización por sitio específico iniciado en el verano de 1998.**

fruta (**Figura 2**). La proporción del rendimiento total de fruta de mayor tamaño (170 a >266 gr) fue de 27.5% en dos años anteriores al experimento (1997, 1998). En 1999 se duplicó la proporción de fruta de tamaño en esta categoría y el tamaño continuó incrementándose constantemente hasta que en el año 2002 el rendimiento fue de 72% de fruta premium.

## Conclusiones

La fertilización por sitio específico benefició a los productores al incrementar el rendimiento y el tamaño del fruto de aguacate Hass en condiciones tropicales de temporal (Nayarit, México). La implementación de un manejo de nutrientes basados en los principios de sitio específico ayudó a los productores de la región a sobrepasar su meta de duplicar el rendimiento y el tamaño de la fruta de aguacate.

## Bibliografía

- Kenworthy, A.L. 1973. Leaf análisis as an aid in fertilization of orchards. In: Walsh, L.M. and J.D. Beaton (eds). Soil testing and plant analysis. Soil Sci. Soc. Amer. Madison, WI. pp. 381-392.
- Salazar-García, S. and I. Lazcano-Ferrat. 2002. Nutrición del aguacate, principios y aplicaciones. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias (INIFAP) en asociación con el Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS). Querétaro, México. 165 p.
- Salazar-García, S. and I. Lazcano-Ferrat. 1999. Diagnóstico nutrimental del aguacate Hass bajo condiciones de temporal. Proc. Word Avocado Congr. IV, Uruapan, Mich., México. Oct. 17-22, 1999. Revista Chapingo Serie Horticultura 5 (número especial): 173-184.
- Salazar-García, S. and I. Lazcano-Ferrat. 2001. Identifying fruit mineral removal differences in tour avocado cultivars. Better Crops International 15(1): 28-31.
- Wolstenholme, B.N. 1986. Energy cost of fruiting as a yield limiting factors with special reference to avocado. Acta Hort. 175: 121-126.