

LA FERTILIZACION EN “SITIO ESPECIFICO” INCREMENTA LOS RENDIMIENTOS Y EL TAMAÑO DE LA FRUTA DEL AGUACATE EN MEXICO

Samuel Salazar-García¹, Ignacio Lazcano-Ferrat²

¹ El Dr. Salazar-García es un investigador en cultivos tropicales del INIFAP-campo experimental Santiago Ixcuintla, Apdo. Postal 100 Santiago Ixcuintla, Nay. 63300, México; e-mail: samuelsalazar@prodigy.com.mx

² El Dr. Ignacio Lazcano-Ferrat es director del Instituto de la Potasa y el Fósforo A.C. para México y el Norte de Centroamérica.

RESUMEN

Este proyecto inició en 1998 con el objetivo principal de aumentar la rentabilidad del cultivo mediante la fertilización de sitio específico. Este proyecto se llevó a cabo en tres hectáreas de una huerta comercial de 14 años de edad de aguacate “Hass” en V. Carranza, Tepic, Nayarit (N 21°32.04', W 104° 59.08'), a 927 msnm. Los árboles fueron establecidos en marco real de 8 x 8 m (156 árboles/ha) y fueron cultivados bajo condiciones de temporal. La huerta recibió el manejo que usa el productor, excepto la fertilización. El diagnóstico nutrimental mostró niveles foliares debajo de lo normal en potasio (K) y azufre (S), el nitrógeno y el zinc estaban en el mínimo dentro de lo normal y el boro estaba debajo de lo normal. El suelo tiene una textura arenosa-limosa y tenía una capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 6.7 meq/100g, un pH de 5.8, el P son 8 ppm, 370 ppm de K_i, 2.9 % M.O, niveles medianos de Mg, S-SO₄, B y Cu, bajos en Ca y Fe y muy pobres de Mn y Zn. Las dosis de fertilización (Tabla 1) fueron calculadas desde todos los estudios previos y fueron aplicadas en los meses de verano de 1998 en 40 cm de profundidad en un radio de 2 m de cada árbol.

El rendimiento durante los tres años previos al inicio del programa fluctuaba entre 8 y 10 ton/ha. Un intenso incremento fue observado en la cosecha de 1999, alcanzando más de 32 ton/ha. Los años posteriores mostraron el efecto de una moderada alternancia en el rendimiento fluctuando entre 25 a 27 ton/ha. Durante 1999-2002 el promedio de rendimiento fue de 28.4 ton/ha. El aumento en el tamaño de la fruta se incrementó como resultado del tratamiento de sitio específico. La proporción del rendimiento con tamaños grandes (177 a >266 g) promedió 27.5% en los dos años antes de empezar el ensayo de fertilización. Un año después, (1999), la proporción de

la fruta en esta categoría de tamaños fue casi duplicada llegando a 50%. Los siguientes años mostraron un incremento con un constante crecimiento en el tamaño de la fruta; en el cuál, durante la cosecha del 2002 representó el 72 % del rendimiento con los tamaños grandes.

Tabla 1. Programa de fertilización utilizado desde 1996 hasta el año 2001.

| Fertilizantes utilizados | Dosis (kg/A) | Fertilizantes utilizados | Dosis (kg/A) | Fertilizantes utilizados | Dosis (kg/A) |
|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------|
| 1996 | | 1999 | | TSP* (46 % P2O5) | 1.0 |
| T-17(N-P2O5-K2O) | 3.0 | SA (21% N) | 3.4 | K2SO4 (50% K2O) | 4.8 |
| 1997 | | TSP* (46 % P2O5) | 4.2 | S. zinc (35.5% Zn) | 1.0 |
| T-17(N-P2O5-K2O) | 4.0 | K2SO4 (50% K2O) | 2.8 | Bórax (11 % de B) | 0.2 |
| 1998 | | Cal (40 % CaO) | 1.0 | 2001 | |
| SA (21% N) | 3.4 | Bórax (11% B) | 0.2 | SA (21% N) | 8.3 |
| TSP* (46 % P2O5) | 4.2 | 2000 | | K2SO4 (50% K2O) | 3.5 |
| K2SO4 (50% K2O) | 2.8 | SA (21% N) | 8.6 | K2SO4 (50% K2O) | 1.0 |
| | | | | Bórax (11% B) | 0.2 |



INTRODUCCIÓN

El Estado de Nayarit es el segundo productor de aguacate “Hass” en México. Muchas huertas se encuentran situadas en las colinas de los municipios de Jalisco y Tepic y más del 90 % de éstas no cuentan con riego, pero tienen una temporada de lluvias de 1,225 mm distribuidos entre los meses de Julio a Octubre. Los suelos utilizados para producir aguacates son originalmente volcánicos con 30-80 cm. de capa arable y un subsuelo de 2 a 40 m formado por un material blanco proveniente de espuma volcánica que es llamado “Xal”, de manera regional. Este tipo de suelos presentan varias ventajas para producir aguacates. La textura arenosa-limosa del suelo que se encuentra en la capa arable, proporciona buena aireación que promueve el crecimiento de las raíces. Por otro lado, el subsuelo provee de humedad a las raíces para la sobrevivencia de los árboles durante la temporada seca y también un excelente drenaje en la época de lluvias, con lo que se reduce el impacto de la pudrición de la raíz provocada por el hongo *Phytophthora cinnamomi* Rands.

Investigaciones recientes en Nayarit demuestran que 20 toneladas de aguacates “Hass” frescos remueven del suelo la siguiente cantidad de macro nutrientes en kg. N 51.5, P₂O₅ 20.6, K₂O 93.8, Ca 1.7, Mg 5.9 y S 6.9 (Salazar-García y Lazcano Ferrat, 2001). También en pequeñas cantidades los micro nutrientes como el Fe (hierro), B (boro) y Zn (zinc) son removidos en cada cultivo y sus deficiencias afectan negativamente al rendimiento, calidad y tamaño de la fruta (Salazar-García 2002).

Por carecer de información apropiada, en Nayarit la fertilización de los aguacates “Hass” maduros usa una base de N (0 a 100 kg/ha/año). Estas dosis de fertilización están desbalanceadas y no llegan a tener las suficientes cantidades de nutrientes requeridas para lograr un buen rendimiento. Después de tomar en consideración los requerimientos de los árboles del aguacate, así como las cantidades, fuentes, método y frecuencia de fertilización utilizados en la región, se podrá prever que no es posible obtener 20 ton o más por año con este tipo de manejo. Los programas de fertilización insuficiente o desbalanceada reducen la fertilidad del suelo cada año, lo que resulta en bajos rendimientos, comportamiento alterno, fruta de tamaño pequeño y el incremento de los desórdenes fisiológicos. Tomando todos estos factores juntos, reducen la competitividad del aguacate de Nayarit en el mercado local e internacional.

Concientes de la importancia de la fertilización para incrementar el rendimiento, el tamaño y la calidad de la fruta del aguacate “Hass” los productores de Tepic y Jalisco se decidieron a participar en un programa de investigación en nutrición. El proyecto empezó en 1998 con el objetivo principal de aumentar la rentabilidad de los productores. Para ese entonces, el rendimiento típico oscilaba entre 5 a 10 ton/ha de fruta de tamaños comerciales, o sea, primera (170-210 g), extra (211-265 g) y súper extra (> 266 g), lo que representaba de un 20 a un 40 % del rendimiento total. La meta era obtener un incremento del 50 % en el rendimiento del fruto y su tamaño. La fertilización en sitio específico es un acercamiento que no ha sido calculado para aguacates en México.

Un ensayo utilizando este método empezó en 1998 en 300 ha de la Asociación de Productores de Aguacate (USPR Aguacate Hass de Nayarit de R.L.). Aquí reportamos el resultado de los primeros cuatro años obtenidos en una huerta experimental-demostrativa de aguacate “Hass”.

MATERIALES Y METODOS

Este proyecto se llevó a cabo en tres hectáreas de una huerta comercial de 14 años de edad de aguacate “Hass” en V. Carranza, Tepic, Nayarit (N 21°32.04', W 104° 59.08'), a 927 msnm. Los árboles fueron establecidos en marco real de 8 x 8 m (156 árboles/ha) y fueron cultivados bajo condiciones de temporal. La huerta recibió el manejo estandar que usa el productor, excepto la fertilización. Un diagnóstico nutrimental fue obtenido para la huerta experimental en 1988 (Salazar-García y Lazcano-Ferrat, 1999) usando los índices de balance aproximados (Kenworthy, 1973). El diagnóstico mostró niveles foliares debajo de lo normal en potasio y azufre, el nitrógeno y el zinc estaban en el mínimo dentro de lo normal y el boro estaba debajo de lo normal.

Los análisis químicos del suelo fueron realizados al principio del experimento para la capa arable de 30 cm. Estos análisis fueron usados para calcular la cantidad de nutrientes que fueron aplicados al suelo. El suelo tiene una textura arenosa-limosa y tenía una capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 6.7 meq/100g, un pH de 5.8, el fósforo son 8 ppm en Bray P-I, 370 ppm de potasio intercambiable (K), 2.9 % de materia orgánica, niveles medianos de Mg, S-SO₄, B y Cu, niveles bajos de Ca y Fe y niveles muy pobres de Mn y Zn.

La remoción de nutrientes para un rendimiento de 30 ton fue calculada desde los datos obtenidos por Salazar-García y Lazcano-Ferrat (2001). Una cantidad adicional de nutrientes fue considerada para su aplicación basada en la estimación de los nutrientes permanentemente removidos por el

crecimiento anual (vegetativo y de raíces), así como aquellos removidos temporalmente por flores, frutos y hojas. Posibles pérdidas por lixiviación, volatilización, fijación y acción microbiana también fueron consideradas. Cuando ninguna deficiencia foliar fue detectada, una cantidad de mantenimiento de cada nutrimento fue aplicada basada en la meta de rendimiento esperada. Esto se realizó únicamente cuando los niveles de algún nutriente en el suelo estuvieran bajos.



Detalle de un árbol de aguacate del cultivar "Hass", fotografía proporcionada por el Dr. Salazar-García

Las dosis de fertilización (Tabla 1) fueron calculadas desde todos los estudios previos y fueron aplicadas en los meses de verano de 1998 en 40 cm. de profundidad en un radio de 2 m alrededor de cada árbol. Se dividieron las cantidades totales de cada fertilizante en partes iguales para los años 1998 y 1999. Empezando el 2000, tres aplicaciones fueron hechas, 1/3 de nitrógeno, todo el fósforo y 1/2 de potasio en Julio; 1/3 del nitrógeno en agosto; 1/3 del nitrógeno y 1/2 del potasio en septiembre. El boro y el zinc fueron aplicados en partes iguales en julio y septiembre. La cantidad anual de fertilizantes fue modificada de acuerdo a los cambios en los niveles foliares, esto tratando de no incrementar el costo con relación al beneficio. El rendimiento y tamaño de fruto fueron obtenidos cada año y fueron presentados como un promedio de 80 árboles individuales seleccionados al azar en la huerta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto del programa de fertilización empezó en el verano de 1998. Después de tres a cinco meses de aplicados los tratamientos se observaron árboles con follajes más verdes, con producción de mayor número de retoños, pero más cortos. Floración menos intensa y defoliación en invierno retardada.

El rendimiento obtenido durante los tres años previos al inicio del programa de fertilización fluctuaba entre 8 y 10 ton/ha (Figura 1). En aquel tiempo, este rendimiento resultaba normal para los productores de aquella región. Un intenso aumento en el rendimiento fue observado en la cosecha de 1999, alcanzando más de 32 ton/ha. Subsecuentemente, los años posteriores mostraron el efecto de una moderada alternancia en el rendimiento fluctuando entre 25 a 27 ton/ha. Sin embargo, el rendimiento nunca bajó de 25 ton/ha. Estos rendimientos tuvieron gran impacto en los productores de la región, ya que estos no recordaban haber obtenido reportes de rendimientos tan altos. Es interesante notar que durante 1999-2002 el promedio de rendimiento fue de 28.4 ton/ha. Este valor está cerca del potencial de rendimiento reportado de 32.5 ton/ha con huertas que se pueden irrigar propuesto por (Wolstenstome, 1986). Sin embargo, el experimento en Nayarit fue establecido en una huerta con patrones (raíces) de "criollo" usando 156 árboles/ha y bajo condiciones de temporal.

El aumento en el tamaño de la fruta se incrementó (Figura 2) como resultado del tratamiento de sitio específico. La proporción del rendimiento con tamaños grandes (177 a >266 g) promedió 27.5% en los dos años antes de empezar el ensayo de fertilización. Un año después, (1999), la proporción de la fruta en esta categoría de tamaños fue casi duplicada llegando a 50%. Los siguientes años mostraron un incremento con un constante crecimiento en el tamaño de la fruta; en el cuál, durante la cosecha del 2002 representó el 72 % del rendimiento con los tamaños grandes.

CONCLUSIONES

El uso de la fertilización en sitio específico fue benéfico para incrementar el rendimiento y el tamaño de la fruta en el aguacate cultivar "Hass" bajo condiciones de temporal en el estado de Nayarit, México.

| Fertilizantes utilizados *TSP es superfosfato de calcio triple. | Dosis de fertilización (kg/árbol) |
|--|-----------------------------------|
| Antes de empezar el experimento en | |
| 1996 | |
| 17-17-17 (N-P2O5-K2O) | 3.0 |
| 1997 | |
| 17-17-17 (N-P2O5-K2O) | 4.0 |
| Después de empezar el experimento | |
| 1998 | |
| Sulfato de amonio (21 % de N) | 3.4 |
| TSP* (46 % de P2O5) | 4.2 |
| Sulfato de potasio (50 % de K2O) | 2.8 |
| 1999 | |
| Sulfato de amonio (21 % de N) | 3.4 |
| TSP* (46 % de P2O5) | 4.2 |
| Sulfato de potasio (50 % de K2O) | 2.8 |
| Cal (40 % de CaO) | 1.0 |
| Bórax (11 % de B) | 0.2 |
| 2000 | |
| Sulfato de amonio (21 % de N) | 8.6 |
| TSP* (46 % de P2O5) | 1.0 |
| Sulfato de potasio (50 % de K2O) | 4.8 |
| Sulfato de zinc (35.5 % Zn) | 1.0 |
| Bórax (11 % de B) | 0.2 |
| 2001 | |
| Sulfato de amonio (21 % de N) | 8.3 |
| Sulfato de potasio (50 % de K2O) | 3.5 |
| Sulfato de potasio (50 % de K2O) | 1.0 |
| Bórax (11 % de B) | 0.2 |

Tabla 1. Programa de fertilización en sitio específico para una huerta de aguacate "Hass" en Tepic, Nayarit.

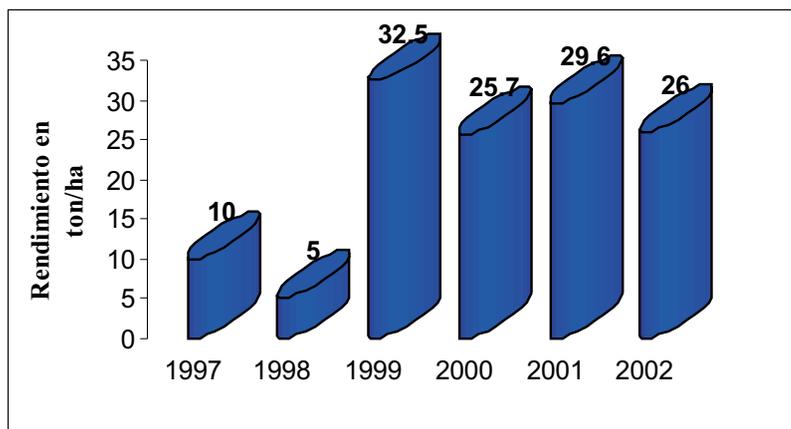


Figura 1. Rendimiento de la fruta del aguacate antes y después del experimento en Nayarit.

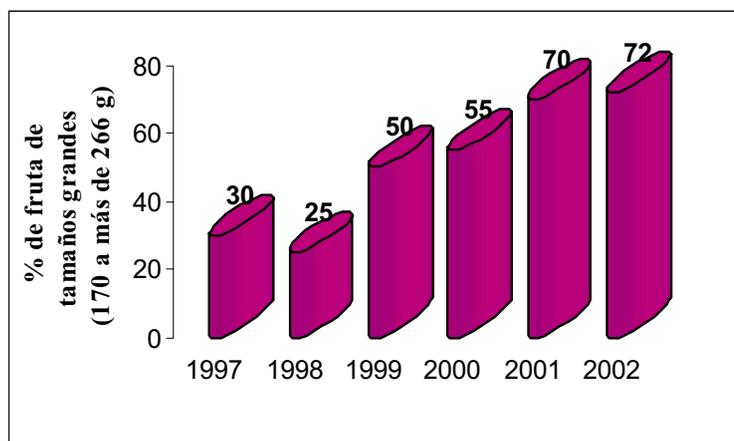


Figura 2. Porcentaje de tamaños de la fruta en aguacate "Hass" antes y después del experimento en Nayarit.

BIBLIOGRAFÍA

KENWORTHY, A.L. 1973. Leaf analyses as an aid in fertilizing 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-GARCIA. S. 2002. Nutrición del Aguacate, Principios y Aplicaciones. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas 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. World 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 four avocado cultivars. Better crops International 15(1):28-31.

WOLSTENHOLME, B.N. 1986. Energy costs of fruiting as yield limiting factor with special reference to avocado. Acta Hort. 175.121-126.