



Por:

Laboratorios A-L de México S.A. de C.V.

EL CULTIVO DE AGUACATE



Contenido

1. Nutrición del Aguacate
2. Muestreo de suelo y foliar (Gráfico)
3. Fertilización de huertos
4. La importancia del Boro
5. Deficiencias nutrimentales (Gráfico)

1. Nutrición del Aguacate

(Persea Americana)

El aguacate es un cultivo no muy exigente en calidad de suelo, siempre y cuando el drenaje y la aireación sean adecuados. Un exceso de humedad propicia el ataque a las raíces del hongo *Phytophthora cinnamomi*, que pudre la raíz y acorta la vida productiva del árbol. El pH de suelo adecuado para el aguacate es de 5.5 a 6.5. El sistema radicular del aguacatero no es muy extenso, pero si más bien pivotante y profundo, careciendo además de abundantes pelos radiculares.

Esto hace necesario que este frutal requiera de alta cantidad de nutrientes de rápida disponibilidad para satisfacer su acelerado crecimiento y altos rendimientos. El fruto de aguacate sorprendentemente presenta bajos contenidos de nitrógeno y muy altos en fósforo y potasio. La cantidad de Nitrógeno(N), Fósforo (P₂O₅) y Potasio extraídos por una tonelada de fruto (considerando solo la pulpa) de aguacate es de 0.83, 2.40 Y 3.62 kilogramos respectivamente.

Las raíces del aguacatero son extremadamente sensibles a la cercanía de altas concentraciones de fertilizante; por lo que se recomienda aplicar el fertilizante en el mayor número de fracciones posibles, especialmente el nitrogenado, a fin de reducir el daño por quemado y además de disminuir el efecto de pérdidas por lavado. Se recomienda aplicar en banda anillada, en la proyección de la copa, todo el fósforo y los microelementos y del 25% al 70 % de N y K₂O al inicio de temporada de lluvias. (Junio/julio). Aplicar el resto (1/3 de N) y K₂O en el mes de octubre y el otro 1/3 de N en el mes de marzo.

Es recomendable aplicar el N en forma orgánica, de lenta mineralización, en los primeros años de la plantación. Un exceso de N, al provocar alta concentración salina y presión osmótica, perjudica a las raíces del aguacatero que son muy sensibles. El uso de abono orgánico (estiércol o composta) resulta muy adecuado en aguacate. El contenido de nutrientes del abono orgánico puede fluctuar ampliamente, según el tipo de procedencia del animal, el forraje que reciba y el manejo que se le brinde.

Una buena composta en promedio puede contar con 0.8 a 2.0% de N, 0.5 a 1.5% de P y 0.8a 1.8% de K. Es conveniente, en todas las compostas comerciales, realizar un análisis previo del contenido de nutrientes, así como conocer su relación C/N y su contenido de ácidos húmicos y de ácidos fúlvicos. El valor de la composta podrá elevarse considerablemente, si a cada tonelada de producto seco se le añaden:

3 a 5 Kg de Nitrógeno (N) 6 Kg de Fósforo (P₂O₅)

9 Kg de Potasio (K₂O)

30 - 40 Kg de Dolomita ó 10 - 20 Kg de cal agrícola + 2 a 4 kg de Sul-Po-Mag/K-Mag.

Para árboles jóvenes (1 a 4 años) aplicar 20 a 40 Kg/árbol y para árboles mayores de años de 60 a 100 Kg/árbol.

En general, las necesidades de Nitrógeno y Calcio en el aguacate son menores, mientras que las de Fósforo, Potasio y Magnesio son mayores comparado con otros frutales como los cítricos. El contenido de Calcio en las hojas de aguacate es un tercio en comparación a los cítricos y el Magnesio en cambio es tres veces mayor. El alto contenido foliar de Magnesio del aguacatero, indica su gran necesidad de incluirlo en los programas de fertilización. El Magnesio forma parte de la clorofila, el pigmento responsable de la fotosíntesis y del color verde de las plantas. El magnesio en el aguacate se ha demostrado que promueve mayor número de brotes nuevos, floración temprana y mayor amarre de frutos al disminuir el número de abortos. Se ha comprobado que un efecto notable de la deficiencia de Mg es la defoliación prematura, y que –para corregir deficiencias – la aplicación al suelo es más efectiva que la aspersión foliar .

La aplicación de la enmienda encalante “dolomita”, además de corregir la acidez del suelo, aporta Magnesio, aunque para tener efectos más rápidos es conveniente usar fuentes de Magnesio solubles en agua, tal como el Sulfato doble de Potasio y Magnesio (Sul-Po-Mag o KMag comerciales) que –además de Magnesio- aportan Potasio y Azufre.

De los micronutrientes, el Zinc y el Boro han sido hasta el presente los nutrientes de importancia en el aguacate, aun cuando deficiencias de Cobre, Manganeseo y Hierro han sido ocasionalmente observados en nuestro laboratorio. Este tipo de deficiencia se controla generalmente en forma de aspersión foliar. El uso exagerado y continuado de Caldo bordelés en aguacate, provoca acumulaciones de cobre en los tejidos , hasta niveles que pueden llegar a ser tóxicos.

Al aguacatero se le señala como sensible a la alta concentración de cloruro en el suelo. Es común observar en zonas de clima, semiárido daños de consideración a causa del elevado contenido de cloro en las aguas de riego. Este daño se manifiesta particularmente a través de un chamuscado de los ápices foliares. Bajo estas condiciones es conveniente evitar el uso de fertilizantes a base de cloruro. Por ejemplo, el KCl. Para formular un plan balanceado de fertilización al aguacate, es recomendable realizar en primer lugar un análisis de suelo y posteriormente el análisis foliar (que incluya el análisis de cloro) lo cual permitirá ir haciendo ajustes y correcciones en la fertilización.

El peligro de llegar a suministrar dosis de fertilización demasiado pequeñas, incapaces de satisfacer la adecuada nutrición para una meta de rendimiento, así como, por otro lado, evitar el exceso en la dosis, hacen de los análisis de suelo y de los análisis foliares, por regla general, una de las mejores herramientas para determinar qué nutrientes y en qué cantidad aplicarlos.

2. Muestreo de Suelo y Foliar en Aguacate (Gráfico)

Para el análisis de suelo, es necesario tomar muestras representativas del huerto cuya tierra se quiere evaluar: Por cada lote homogéneo de árboles (0.5 a 10 Ha), tomar una muestra compuesta formada por pequeñas porciones de suelo (10 a 20 perforaciones: una por cada árbol), tomadas con barrena o pala a una profundidad de 0-30 cm, dentro del área de proyección de la copa del árbol (Ver Imagen 1). Mezclar bien estas porciones en una cubeta plástica y tomar luego 0.5 a 1.0 Kg de suelo, el cual se coloca en una bolsa de papel especial, se le adjunta la hoja de información y se envía de inmediato a Laboratorios A-L de México.

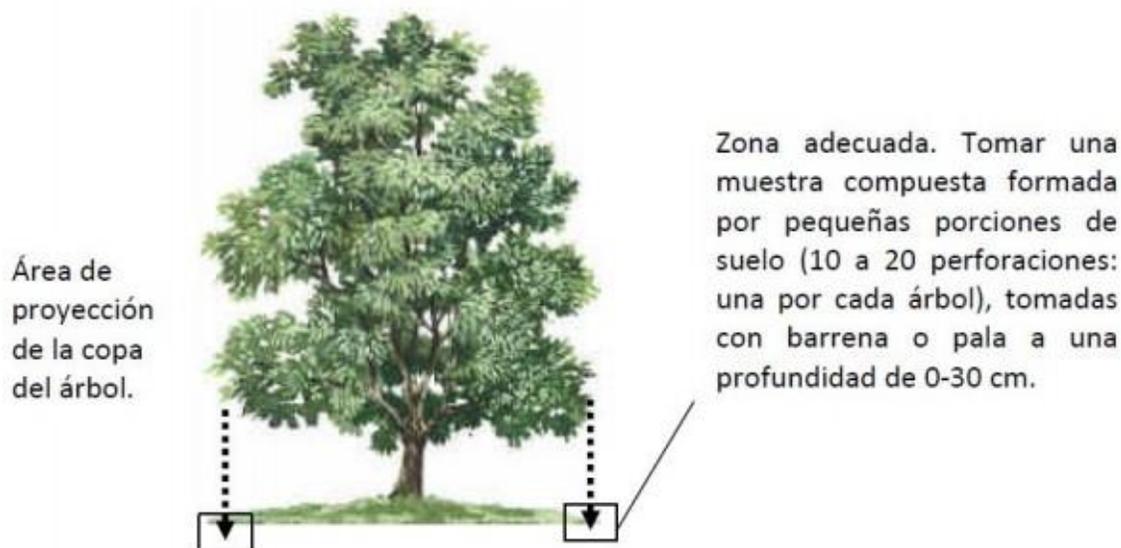


Imagen 1. Zona adecuada para la toma de muestra de suelo en árbol de aguacate.

No se debe muestrear áreas recientemente fertilizadas o encaladas. Para realizar un muestreo foliar es necesario tomar las hojas de la parte adecuada de la planta. Se debe tomar 4 hojas por árbol (dirección norte, sur, este y oeste) del tercio medio de la copa del árbol en ramas de último brote; deben ser hojas maduras que hayan completado su desarrollo fisiológico y preferentemente durante el verano. Se debe muestrear 10 a 15 árboles de crecimiento homogéneo al azar (Ver Imagen 2). Colocar las hojas en bolsas de papel perforadas para asegurar una adecuada aireación, adjuntarle la hoja de información de datos y enviada de inmediato a Laboratorios A-L de México.



Imagen 2. Zona adecuada para la toma de muestra foliar en árbol de aguacate.

3. Fertilización de Aguacate

Una fertilización balanceada contrarresta la producción alternada de los árboles, aunque se sabe que la alternancia no depende de una deficiencia mineral, sino más bien a un agotamiento que sufre el árbol de las sustancias de reservas de las hojas y del tejido leñoso, particularmente de almidón. Para plantas en producción el contenido o rango de nutrientes adecuado en aguacate, determinado mediante análisis foliar, es como sigue: (análisis en una muestra compuesta de 50 hojas maduras de ramas nuevas durante el verano).

MACRONUTRIENTES %	
N	1.60 - 2.0
P	0.08 - 0.25
K	0.75 - 2.0
Ca	1.0 - 3.0
Mg	0.35 - 0.80
S	0.20 - 0.60

MICRONUTRIENTES ppm	
Fe	50 - 200
Mn	30 - 500
Cu	5 - 15
Zn	30 - 150
B	50 - 100
Mo	0.05 - 1.0
Cl (%)	0.19 - 0.33

ELEMENTOS NO ESENCIALES ppm		
Na	50 - 200	Máximo
Al	0 - 200	Máximo

El rendimiento de fruto promedio aceptable de un huerto de aguacate, es de 250 a 350 Kg/árbol. En un huerto no es raro tener árboles con rendimientos hasta de 600 Kg/árbol, junto a árboles de muy bajo rendimiento. Una densidad de población común es de 100 árboles/Ha. Dependiendo de la meta de rendimiento posible a lograr del aguacate (ejemplo 10 a 30 TM/Ha), de su edad, del nivel de fertilidad del suelo, disponibilidad de agua, etc.; la dosis de fertilización a recomendar puede variar en rangos amplios.

Esta fertilización debe siempre confirmarse contra los datos provenientes del análisis. Dosis tentativas:

MACRONUTRIENTE	DOSIS (Kg/árbol)	MICRONUTRIENTE	DOSIS (gramos/árbol)
NITROGENO (N)	0.80 a 2.00	HIERRO (Fe)	10 a 50
FOSFORO (P ₂ O ₅)	0.20 a 1.20	MANGANESO (Mn)	20 a 100
POTASIO (K ₂ O)	0.80 a 2.50	COBRE (Cu)	10 a 50
MAGNESIO (Mg)	0.20 a 0.40	ZINC (Zn)	20 a 80
CALCIO (Ca)	0.10 a 0.25	BORO (B)	10 a 50
AZUFRE (S)	0.20 a 0.60	MOLIBDENO (Mo)	0.5 a 2.5

4. La importancia del Boro

El boro es un micronutriente esencial para el crecimiento normal de la planta, pero es deficiente en muchos suelos donde se cultiva el aguacate. En el aguacate, los síntomas de deficiencia incluyen amarillamiento y deformación de hojas, engrosamiento de las regiones ganglionares en las ramas, la pérdida de geotropismo, reducción del crecimiento de la raíz, las lesiones rama y el tronco, la viabilidad del polen reducida, y deformes y pequeños frutos. Los aguacates son especialmente recalcitrantes en lo que respecta a la corrección de problemas de deficiencia y tolerar niveles mucho más altos de boro del suelo de otros árboles frutales como los cítricos, macadamia y mangos.

En algunos la absorción foliar de boro se ha demostrado, pero cuando los síntomas de deficiencia se presentan en los árboles, las aplicaciones de fertilizantes de boro del suelo son el método más eficaz de corregir el problema. Las pulverizaciones foliares de consulta durante la floración se ha demostrado que aumentar la carga frutal. Las concentraciones de boro de la hoja de 40-60 mg / kg en el verano las hojas maduras antes del desarrollo de la inflorescencia se consideran óptimas para el crecimiento y desarrollo normales. Se debe tener precaución al utilizar las aplicaciones de fertilizantes de boro del suelo, especialmente en suelos arenosos, como la toxicidad puede ser inducida. La observación de los síntomas y el control de las concentraciones de la hoja son las herramientas más útiles para la gestión de este nutriente.

Cada vez hay más pruebas que apuntan a la subestimación de la nutrición del boro en muchos países donde se cultiva el aguacate. Esto se indica con síntomas leves o graves de deficiencia de boro no se reconoce como tal, (como se observó recientemente en Israel por el autor principal) y por los síntomas generalizados en el sur de África, a pesar de repetidas aplicaciones de boro foliar. Cuando se presentan síntomas que generalmente se encuentra que las concentraciones de boro foliar están por debajo de 25 mg / kg, y pueden ser tan bajas como 8.10 mg / kg. A menudo, la condición no es reconocida, presentar valores de otros cultivos cercanos puede haber sido diagnosticados con niveles de boro suficiente o tóxico, generando la creencia de que una cantidad suficiente de este nutriente estará presente para satisfacer los requisitos de los aguacates.

Sin embargo, la experiencia ha demostrado que los aguacates son especialmente pobres en la obtención de boro en el suelo. En casi todo el mundo es la deficiencia nutricional más común en este cultivo. En México, particularmente en las zonas productivas de aguacate de Michoacán, se necesitan más investigaciones para desarrollar una gestión eficaz y segura de este micronutriente esencial en el aguacate.

En dos estudios de campo con Aguacate Hass en suelos deficientes en boro, reportados en Australia, (Smith y al., -1995) se encontró un aumento del 11-15% en el tamaño del fruto cuando los árboles fueron tratados con aplicaciones al suelo de bórax. No hubo efecto de las aplicaciones de boro en el número de frutos o en el rendimiento. Sin embargo, las concentraciones de boro foliar se correlacionaron directamente con el tamaño del fruto (22-56 mg / kg y 23 a 43 mg / kg), respectivamente. Aunque las razones de este aumento no han sido aclarados, podría ser que el boro aplicado en suelo mejora la salud general de las raíces de tal modo que alivia el estrés del árbol. Los efectos beneficiosos del acolchado con corteza de pino composteada, probablemente se deba, también, al menos en parte, a la mejor nutrición de boro. La remoción del boro en los huertos de aguacate ha sido también señalada en las investigaciones de Whiley y Schaffer (1994) quienes encontraron una disminución significativa de las concentraciones de boro en las hojas adyacentes de aguacate maduro con el desarrollo de las inflorescencias (figura 1).

En estudios realizados en California por Jaganath Lovatt (1996) se informó de que con las aplicaciones foliares de boro en la fase de expansión temprana de la inflorescencia (fase coliflor) se incrementó el número de tubos polínicos que llegaron a los óvulos, mientras que con aplicaciones foliares de boro en el inicio de la antesis dio como resultado en mayor incremento en la fruta de aguacate establecidos en Australia.

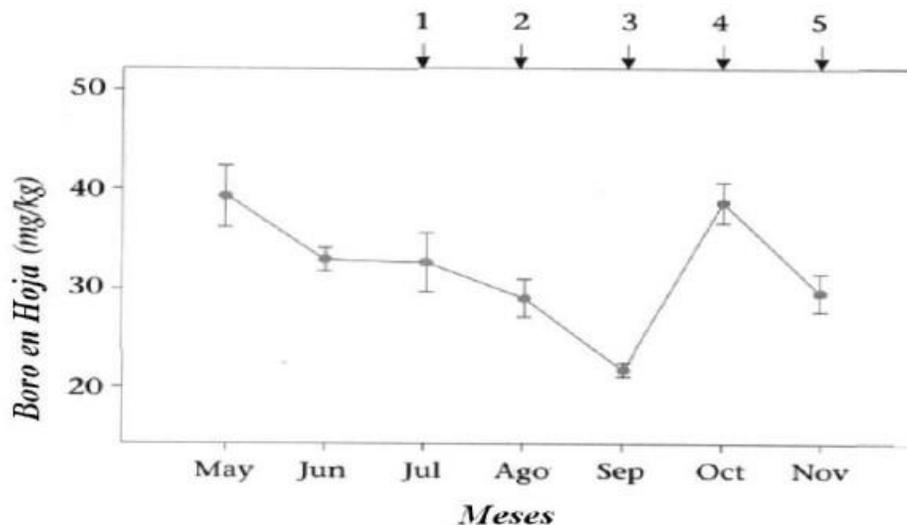


Figura 1. Los cambios en las concentraciones de boro en las hojas más jóvenes maduros crecido en los brotes de verano de aguacate Hass en relación con el desarrollo de la inflorescencia, con flores y frutas Seto (1 = Apertura de las yemas florales, dos de desarrollo inflorescencia = 3; antesis = 4; cuajado =; 5. senescencia foliar =) Los datos son valores promedio de cuatro árboles.

Conclusiones

El boro afecta a muchos aspectos del crecimiento de aguacate, y la gestión eficaz en situaciones de deficiencia tiene el potencial de aumentar el rendimiento, el tamaño del fruto y el almacenamiento de frutas. Sin embargo, para lograr los máximos beneficios de las aplicaciones de boro es probable que una combinación de análisis de suelo y foliares se requieran. Las aplicaciones foliares tienen la ventaja de que determinados órganos pueden estar dirigidos a mejorar sus concentraciones de boro, pero la desventaja que el boro insuficiente puede ser absorbido por las hojas para mediar deficiencia crónica en los árboles. Las aplicaciones en el suelo se han demostrado mejorar la salud de los árboles deficientes en boro de manera espectacular, pero se requiere un manejo cuidadoso para asegurar que no se desarrollen niveles tóxicos. Las aplicaciones en el suelo han sido la norma en Australia desde hace unos 10 años, y un sofisticado programa informático (AVOMAN) ha sido desarrollado para dar recomendaciones para una amplia gama de condiciones.

5. Deficiencias Nutrimientales en Aguacate (Gráfico)

El diagnóstico visual es una ayuda excelente para establecer un juicio preliminar sobre un posible problema nutricional. Esta galería de imágenes presenta fotos con la descripción de la mayoría de los síntomas de deficiencia de nutrientes en aguacate. Fotos del Dr. Samuel Salazar-García y Dr.T.W. Embleton.

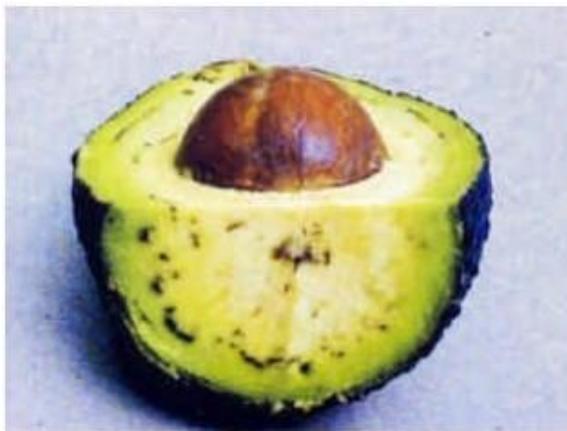
Deficiencia de Potasio



(Izquierda) Muerte de ramas superiores en árboles de aguacate 'Hass' con niveles abajo de lo normal de K. (Derecha) Síntomas iniciales de deficiencia de K en hojas maduras de aguacate 'Fuerte'.



Síntomas de deficiencia de K en hojas y frutos de aguacate. Note las necrosis en los bordes de las hojas.



El ennegrecimiento de los haces vasculares del fruto de aguacate 'Hass' ha sido asociado con niveles abajo de los normal de potasio en las hojas.



La pudrición apical del fruto puede ser causada por los hongos *Phytophthora citricola* (el mismo hongo que causa el cancro del tronco o la pudrición del cuello de la raíz) o *Phytophthora beimerii* y ha sido asociada a niveles abajo de lo normal en las hojas de potasio, zinc y boro. Esta enfermedad puede representarse durante condiciones de lluvia prolongada y puede infectar todos los frutos cuando todavía están en el árbol.



Síntomas de deficiencia de N (hoja izquierda) en hojas maduras de aguacate 'Fuerte'.

Aguacate 'Hass' con defoliación prematura debido a niveles abajo de lo normal de nitrógeno.





El 'golpe de sol' en el fruto es un problema en huertos con deficiencia de N. El follaje escaso o la caída prematura de hojas ocurre cuando hay niveles foliares abajo de lo normal de N, K o Zn.



(Izquierda) Además de problemas fitosanitarios, el cultivo de maíz entre líneas de árboles puede originar deficiencia de nitrógeno. (Derecha) El pasto puede ser una nueva alternativa para proteger el suelo y facilitar el paso de maquinaria en áreas de alta precipitación o huertos en pendientes pronunciadas; sin embargo, se deberá agregar nitrógeno adicional para evitar la competencia por este nutrimento.

Deficiencia de Fósforo



Bronceado y necrosis en hojas maduras de aguacate con deficiencia aguda de fósforo.

Deficiencia de Azufre



Deficiencia de azufre en árboles jóvenes de aguacate 'Hass' en suelo ácido (pH 5.0), textura franco arenosa, lixiviado y pobre en materia orgánica (<1%). Nótese la clorosis en las hojas más jóvenes.



(Izquierda) Las deficiencias de azufre y boro son frecuentes en suelos erosionados y lixiviados. (Derecha) Estas deficiencias también suelen presentarse en huertos cuya capa superior ha sido alterada durante la nivelación o construcción de terrazas.

Deficiencias de Magnesio



Síntomas de deficiencia de magnesio en hojas de aguacate 'Hass' cultivado sin riego en un suelo lixiviado y ácido (pH 4.7).

Deficiencias de Zinc



"Moteado de la hoja" y "hoja pequeña", síntomas característicos de la deficiencia de zinc en aguacate.

Síntomas de deficiencia aguda de zinc en un portainjertos clonal Duke6 en un suelo alcalino (pH 8.5) de Atlixco, Puebla.



Fruto redondo y pequeño de aguacate 'Fuerte' producido por un árbol con deficiencia de Zn.

Deficiencias de Calcio



Las hojas de los extremos síntomas foliares de deficiencia de Ca en aguacate 'Hass' cultivado en suelos ácidos (pH 4.5) altamente lixiviados.

En estas condiciones es frecuente que ocurra simultáneamente una deficiencia de boro. Esto ocasiona que los síntomas visuales de deficiencia de ambos nutrientes sean difíciles de separar.

Deficiencias de Manganeso



(Izquierda) Síntomas de deficiencia de manganeso en aguacate. (Centro y derecha) Síntomas de exceso de manganeso, caracterizado por el bronceado de nervaduras y pérdida de color de las hojas.



(Izquierda) Síntomas de deficiencia de hierro (clorosis férrica) en árboles jóvenes de aguacate. (Centro) Grados de clorosis férrica en hojas de aguacate. (Derecha) Clorosis férrica en árboles adultos de aguacate.



Deficiencias temporales de hierro y zinc en aguacate 'Hass' causadas por bajas temperaturas durante el otoño-invierno.

Deficiencias De Cobre



Síntomas de deficiencia de cobre en aguacate.
(Izquierda) Brotes jóvenes.
(Derecha) Brotes maduros.

Deficiencias de Boro



(Izquierda) Hojas jóvenes y (Derecha) maduras del flujo vegetativo de otoño en árboles de aguacate 'Hass' con niveles foliares abajo de lo normal de boro. Nótese la deformación de los márgenes de las hojas.



(Izquierda) Crecimiento distorsionado y (Derecha) perforaciones en hojas jóvenes de aguacate Hass con niveles abajo de lo normal de boro.



El cancro bacteriano del tronco puede reducir el rendimiento y causar la muerte de ramas. Su presencia ha sido asociada con la deficiencia de boro.



Fruto deforme de aguacate 'Hass' con deficiencia de boro.

BIBLIOGRAFÍA:

- 1.- JACKSON, J.F. & CHAPMAN K.S.R. 1975. *The role of boron in plants*. In: *Trace Elements in Soil-Plant-Animal Systems*. D.J.D. Nicholas & A.R. Egan (Eds). Academic Press, New York. Pp. 213 - 225.
- 2.- JAGANATH, I. & LOVATT, C.J. 1996. *Efficacy studies on pre-bloom canopy applications of boron and/or urea to Hass avocados in California*. *Acta Horti*. (In Press).
- 3.- MARSCHNER, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2 ed. London: Academic Press. 889 pp.
- 4.- MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. 1978. *Principles of Plant Nutrition*. Bern: International Potash Institute. 593 pp.
- 5.- ZU, Z.H., OBERL Y, G.H. & CARRY, E.E. 1993. *Time course study on the mobility and pattern of distribution of foliar applied boron in peaches*. *J. Plant Nutr.* 16: 1661 - 1673.
- 6.- *Manual de Agronomía, Laboratorios A-L de México*.
- 7.- IPNI "Deficiencias Nutrimientales en Aguacate".
[http://www.ipni.net/ppiweb/gltamn.nsf/\\$webindex/article=D0701C130525700D004F4BA29D0588F0](http://www.ipni.net/ppiweb/gltamn.nsf/$webindex/article=D0701C130525700D004F4BA29D0588F0)
- 8.- "Agricultura Razonada" Laboratorios A-L de México.



LABORATORIOS A-L DE MÉXICO S.A. DE C.V.

Calle Esmeralda # 2847. Colonia Verde Valle.

www.laboratoriosaldemexico.com.mx

44550 Guadalajara, Jalisco.

Tel. 33 3123 1823 y 33 3121 7925.

Información adicional: kcalderon@allabs.com. WhatsApp 33 28 03 79 60.

Laboratorios de Agroecología con una visión social y solidaria

VALORAMOS LA LIBERTAD DE INFORMACIÓN.

ESTE ARTÍCULO ES GRATUITO Y PUEDE SER REPRODUCIDO SIN NINGUNA LIMITANTE.