

EFFECTO DEL METODO Y DOSIS DE APLICACION DE ZINC EN AGUACATE

EFFECT OF APPLICATION METHOD AND RATE OF ZINC IN AVOCADO TREES

Juan José Aguilar M.,¹ Alfredo López J.,² J. Isabel Cortés F³.,
Eduardo Castillejos A⁴., y Angel Martínez G⁵.

RESUMEN

Con el propósito de evaluar el efecto del método y dosis de aplicación de fertilizantes con cinc sobre el crecimiento, producción y estado nutricional del aguacate, se estableció un experimento en Coatepec Harinas, Edo. de México con árboles adultos del cv Fuerte que presentaban deficiencias de cinc.

Aunque ninguno de los métodos a las dosis probadas mejoró en forma significativa la concentración de cinc en las hojas, el método de aplicación al suelo con quelato de cinc (450 y 900 g/árbol) incrementó substancialmente la producción, seguido por el método de aplicación foliar al 0.6% de ZnSO₄. En cambio ZnSO₄ al 0.3 y 0.6 % aplicado mediante inyección al tronco estimuló el crecimiento de los brotes apicales. Otros elementos que también fueron analizados en hojas fueron N, P, K, Ca, Mg, Fe y Mn.

Palabras clave: Aguacate, producción, nutrición, fertilización.

ABSTRACT

The effect of three application methods and two rates of Zinc with respect to growth, fruit yield and mineral states was investigated in a 'Fuerte' avocado (*Persea americana* Mill.) orchard showing and deficiency symptoms.

Both application method and rate of Zinc had a slight effect in improving leaf zinc level. However, fruit yield was higher and soil application of Zn-EDTA at a rate of 900 g tree⁻¹, followed by foliar spraying of ZnSO₄ at 0.6%. On the other hand, trunk injection of ZnSO₄ in solution at 0.8 and 0.6% stimulate shoot growth. Leaf N, P, K, Ca, Mg, Fe and Mn also were analysed.

Key words : Avocado, yield nutrition, fertilizing.

¹Fundación Salvador Sánchez Colín. CICTAMEX, S.C. Ignacio Zaragoza N° 6, Coatepec Harinas, México. C.P. 51700. Fax (714) 5 02 79 E-mail : cictamex@toluca.teesa.com.

²Especialidad de Fruticultura. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, México. C.P. 56230.

³Especialidad de Edafología. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, México. C.P: 56230.

⁴Depto. de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. C.P. 56230.

⁵Especialidad de Estadística y Cálculo e Informática. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, México. C.P. 56230.

INTRODUCCION

El cultivo de aguacate en México se desarrolla principalmente en suelos derivados de cenizas volcánicas, los cuales se caracterizan por tener altos contenidos de materiales amorfos que fijan al cinc y al fósforo (Etchevers, 1985). La baja disponibilidad de cinc se agrava cuando se fertiliza con cantidades excesivas de nitrógeno y fósforo, así como, la adición de cal en suelos ácidos (Gallegos, 1983). Los síntomas que presentan los árboles de aguacate deficientes en cinc son hojas con un moteado amarillo intervenal, sin un patrón de distribución definido y en casos de deficiencias agudas las hojas apicales son angostas, curvadas hacia abajo y rígidas, además hay acortamiento de entrenudos, formando arrosamientos en los brotes (Furr *et al.*, citados por Lahav y Kadman, 1980). También se sospecha que la deficiencia de cinc es un factor importante que limita la producción (Crowley, citado por Crowley *et al.*, 1993).

Para corregir este problema se han probado diferentes métodos de aplicación incluyendo aspersiones foliares con sulfato de cinc y quelato de cinc, inyecciones al tronco o a las ramas, aplicaciones al suelo y mediante el agua de riego (Lahav y Kadman, 1980, Bose y Mitra, 1988, Crowley *et al.*, 1993). Sin embargo, en la actualidad no hay un consenso de que técnica de aplicación es más efectiva. Debido a lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del método y dosis de aplicación de fertilizantes con cinc sobre el crecimiento, producción y estado nutrimental del aguacate, durante los años 1994 y 1995.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se inició en 1992 utilizando árboles del cv Fuerte de 21 años que presentaban síntomas de deficiencia de cinc, en un huerto establecido en el Centro Experimental "La Cruz", de la Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C., en Coatepec Harinas, México. El suelo es de textura franco y franco arcillosa, con pH entre 6.3 y 6.6 y buena fertilidad (Castillejos, 1995).

El diseño de tratamientos fue un factorial 3 x 2 cuyos factores fueron: método de aplicación (foliar, inyección al tronco y aplicación al suelo), y dosis de cinc: 0.3% y 0.6% de sulfato de cinc ($ZnSO_4$) para aplicación foliar e inyección al tronco, y 450 y 900 g de cinc/árbol para la aplicación al suelo como EDTA-Zn, incluyendo además un tratamiento testigo. La distribución de estos tratamientos fue de acuerdo al diseño experimental completamente al azar con cinco observaciones por tratamiento, constituido por un árbol como unidad experimental. Las inyecciones al tronco se hicieron con un equipo de venoclis adaptado para inyectar a presión la solución de cinc en varios puntos del tronco, la aplicación al suelo fue en la zona goteo, distribuyendo el EDTA-Zn en hoyos a una profundidad de 30 cm. Todos los tratamientos se aplicaron una sola vez en el mes de marzo y solamente la aspersión foliar se repitió a los 20 días. Resultados preliminares han sido reportados por Aguilar *et al.* (1993) y Castillejos (1995).

En este trabajo se presentan resultados de la longitud de brotes jóvenes (20 ramillas/árbol), evaluados una vez que detuvieron su crecimiento lo cual ocurrió en el mes de julio; además se evaluó el peso y número de frutos por árbol y la concentración de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn y Zn en hojas de seis meses de edad. El N se determinó por la técnica microkjeldahl, P por el método

de vanadato-molibdato de amonio, K por flamometría y los elementos Ca, Mg, Fe, Mn y Zn por absorción atómica.

El efecto de los tratamientos se evaluó mediante un análisis de varianza combinado incluyendo el año como un factor adicional.

RESULTADOS Y DISCUSION

Crecimiento vegetativo

Este fue afectado significativamente por el efecto principal del año (A) y por las interacciones dosis de cinc (DO) x A y método de aplicación (MAP) x DO x A.

De acuerdo al efecto de la interacción de tercer orden (Figura 1), se observó en general que el crecimiento del brote fue inferior en 1995, lo cual debió estar relacionado a la producción de aguacate que fue más abundante en este año, estableciéndose una competencia entre el crecimiento vegetativo y reproductivo. Esta es la razón por la cual con el método de inyección al tronco al 0.3% de $ZnSO_4$ se alcanzó una mayor longitud del brote en ambos años y que aplicando 450 g de EDTA-Zn al suelo hubo en cambio una reducción notable en el crecimiento de los brotes. El crecimiento vegetativo alcanzado en 1994 de todos los tratamientos fue notablemente mayor al testigo. Sin embargo, en 1995 sólo los métodos inyección al tronco y foliar superaron a éste.

Producción de frutos

Esta fue afectada significativamente por el año y por la interacción MAP x DO, la cual indicó (Figura 2) que la producción de frutos fue baja, incluso menor al testigo, cuando el cinc fue proporcionado mediante inyección al tronco, aplicando una dosis de 0.3% de $ZnSO_4$, pero se tuvo un incremento significativo y positivo cuando la dosis de cinc se elevó a 0.6%, producción que fue semejante a la obtenida con el método de aplicación al suelo tanto a la dosis baja (450 g de EDTA-Zn) como a la dosis alta (900 g de EDTA-Zn). Esta producción, en promedio, fue 40% más alta que el testigo. Con la aplicación de cinc vía foliar aunque la producción de frutos fue constante en ambas dosis sólo fue ligeramente superior a la producción obtenida en el tratamiento testigo (Figura 2). Una causa que probablemente influyó la baja de la producción de frutos con el método de inyección al tronco a la dosis baja fue el mayor crecimiento vegetativo del árbol.

Estado nutrimental

De los ocho elementos determinados en las hojas, los elementos N, P y Fe no fueron afectados significativamente por los factores de estudio y su nivel en la hoja estuvo en el intervalo de suficiencia a excepción del P cuya concentración en las hojas fue deficiente sólo en 1994.

En el caso de los elementos Zn, K, Ca y Mn, estos fueron afectados de manera significativa por la interacción entre dosis y el método de aplicación de cinc el Mg por la interacción año x dosis de cinc x método de aplicación (Figuras 3, 4, 5, 6, y 7 respectivamente). Con la dosis baja de cinc, la aplicación mediante la inyección al tronco produjo una mayor concentración de cinc en la hoja que las aplicaciones vía suelo y follaje, las cuales tuvieron un efecto similar. Sin embargo, la dosis alta de cinc tuvo un efecto depresivo en el nivel de cinc en la hoja cuando fue inyectada al tronco y un efecto positivo cuando fue aplicada al suelo o asperjado al follaje, habiendo una respuesta mayor con este último método (Figura 3). La aplicación de Zn a la dosis baja inyectado al tronco y a la dosis alta vía foliar proporcionaron una mejoría significativa en la concentración de cinc en la hoja en comparación al testigo y el resto de tratamientos; no obstante, la concentración resultó estar en el límite inferior del intervalo de suficiencia de Zn (30-500 ppm) razón por la cual no hubo notables cambios en la sintomatología visual de las hojas, pero sí en el crecimiento de los brotes específicamente con el método de inyección al tronco. La respuesta a la aplicación de Zn al follaje en aguacate concuerda con lo reportado por Malo (1976), Lahav y Kadman (1980), Crowley *et al.* (1993) y con la aplicación al suelo de quelato de Zn según Embleton y Williham, citados por Bose y Mitra (1988). Sin embargo, con las dosis probadas no fue posible una corrección total, por ello sería recomendable probar dosis mayores. En cuanto al método de inyección al tronco o ramas los resultados con la dosis baja de ZnSO₄ difieren de la respuesta encontrada por Kadman y Cohen citados por Bose y Mitra (1988) y Crowley *et al.* (1993), debido probablemente a diferencias en la dosis y en algunos casos a la fuente de zinc.

La aplicación de Zn a la dosis alta mediante inyección al tronco tuvo un efecto negativo en el nivel de potasio pero fue positivo cuando se aplicó el Zn al suelo y al follaje aunque, la concentración de K en las hojas fue similar al testigo (Figura 4).

La concentración de K en las hojas de todos los tratamientos fue menor al límite inferior del intervalo de suficiencia (0.75 - 2.0%) para el cultivo del aguacate. intervalo de suficiencia (0.75-2.0 %) para el cultivo del aguacate.

En la figura 5 se observa que la dosis baja de Zn aplicada al follaje produjo una concentración Ca en las hojas mayor que la aplicación al suelo y al tronco utilizando la misma dosis, en cambio la dosis alta tuvo un efecto negativo en el nivel de calcio. Lo contrario ocurrió cuando el Zn fue aplicado vía suelo e inyección al tronco. Esta tendencia también fue observada en la concentración de Mn en las hojas. (Figura 6). Cabe señalar que tanto la concentración de Ca como Mn estuvieron en el intervalo de suficiencia (1 a 3% y 30 a 500 ppm, respectivamente). En relación a la concentración de Mg que fue afectada por la interacción triple MAP x DO x A se encontró (Figura 7) que la variación del factor año fue la predominante, incluso también sobre el testigo. Esto bien puede estar relacionado con la cantidad extraída de magnesio por el fruto del aguacate, el cual extrae tres veces más que los frutos de cítricos (Jacob y Uexkiill, 1961). Una caída menos pronunciada de la concentración de Mg en las hojas tratamiento testigo ocurrió cuando el Zn fue aplicado al suelo o a la dosis alta y al follaje e inyección al tronco en la dosis baja de cinc. Las concentraciones de Mg en 1994 claramente estuvieron en el intervalo de suficiencia (0.25 - 0.80%), sin embargo, las de 1995 estuvieron en una condición marginal.

De estos resultados se concluye que para corregir la deficiencia de Zinc en aguacate es mejor el método de aplicación al suelo con quelato de cinc. Aunque como se señala en la literatura la

respuesta no es inmediata ,pero en cambio su efecto puede durar varios años.Una ventaja adicional es la aplicacion lacializada al suelo ,ademas de que con este metodo no se rrequiere equipo especializado.

LITERATURA CITADA

- Aguilar M., J.J., A. López J., J.I. Cortés F. y E. Castillejos A. 1993. Evaluación preliminar del efecto de aplicaciones de zinc al suelo, tronco y follaje en árboles de aguacate (*Persea americana* Mill) cv Fuerte. Memoria. Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C. Coatepec Harinas, México. pp. 19-27.
- Bose, T.K. and S.K. Mitra. 1988. Avocado. In: Mineral nutrition of fruit crops. T.K. Bose, S.K. Mitra and M.K. Sadhu (Eds.). Naya Prokash. India. pp. 409-426.
- Castillejos A., E. 1995. Efecto preliminar del metodo de aplicación de zinc al suelo, al tronco y al follaje en árboles de aguacate (*Persea americana* Mill) cv Fuerte. Tesis de Licenciatura. Depto. de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo.84 p.
- Crowley, D.E., W. Smith, B. Faber and M.L. Arpaia. 1993. Nutrition of avocado. Calif. Avoc. Soc. Yrbook. 95-
- Etchevers, J.D. 1985. Un cuarto de siglo de investigación en los suelos volcánicos de México. Serie de Cuadernos de Edafología. 1. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Gallegos E., R. 1983. Algunos aspectos del aguacate y su producción en Michoacán. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp.85-107.
- Jacob, A. y H.V. Uexkiill. 1961. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Trad. L. López M. de Alva. Internale Handel Maatschapij voo Meststoffen N.V. Amsterdam. pp. 417-423.
- Jackson. Fruit Crops Department. Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida, Gainesville.
- Lahav, E. and A. Kadman. 1980. Avocado fertilization. International Potash Institute Bern/Switzerland. 23 p.
- Malo, S.E. 1976. Mineral nutrition of avocados. Proceedings of the First International Tropical Fruit Short Course The Avocado. Eeds.) I.W. Sauls, R.L. Phyllips and L.K.