

# APLICACIONES FOLIARES DE NITRATO DE CALCIO, SU EFECTO EN EL CONTENIDO NUTRIMENTAL DE HOJA Y MESOCARPIO EN AGUACATERO (*Persea americana* Mill.) CV. HASS†

J.J. Solis-Fraire (†); A.F. Barrientos-Priego<sup>1</sup>; C.A. Pérez-Mercado<sup>1</sup>; M. Rubí-Arriaga<sup>2</sup>; M.T. Martínez-Damián<sup>3</sup>; J.C. Reyes-Alemán<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. C.P. 56230

e-mail: barrien@taurus1.chapingo.mx y abarrien@altavista.net

<sup>2</sup>Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S.C. Ignacio Zaragoza N° 6, Coatepec Harinas, Edo. de México. C.P. 51700

<sup>3</sup>Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. C.P. 56230

## RESUMEN

Se realizaron aspersiones foliares sobre árboles de aguacatero (*Persea americana* Mill.) cv. Hass con diferentes concentraciones de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , las cuales fueron 0% (testigo), 1, 2 y 3%. Se evaluó el contenido nutrimental en hoja y mesocarpio de fruto, así como la zona de muestreo dentro del árbol y la correlación entre Ca y otros elementos. Los resultados obtenidos en hoja indicaron que existió un incremento en P, Ca, Zn, Mn y Mg el cual fue mayor que el testigo. Encontrando que el tratamiento al 1% fue el mejor. En el mesocarpio del fruto se encontró una baja en Zn y Mn, resultando el testigo el mejor tratamiento. En lo referente a la zona de muestreo, tanto en hoja como mesocarpio no se encontraron diferencias respecto a este factor. Se encontró una correlación positiva entre Ca en hoja y los elementos Mg y Mn, ambos en hoja, en el caso de Ca en mesocarpio de fruto, éste correlacionó negativamente con P, K, Zn y Mn del fruto.

**PALABRAS CLAVE:** Aguacate,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , Ca, aspersiones de calcio, nutrimentos, pulpa de aguacate.

## FOLIAR SPRAYS OF CALCIUM NITRATE, EFFECT IN THE MINERAL CONTENT OF LEAF AND MESOCARP IN CV. HASS AVOCADO (*Persea americana* Mill.).

### SUMMARY

They were carried out foliar sprays on cv. Hass avocado trees with different concentrations of  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , which were 0% (control), 1, 2, and 3%. The nutrient content was evaluated in leaf and fruit mesocarp, as well as the sampling zone within the tree and the correlation between Ca and other elements. The results obtained in leaf indicate that exists an increase in P, Ca, Zn, Mn and Mg the one which was greater than the control. Finding that the treatment at 1% was the best. In the mesocarp of the fruit it was found a drop in Zn and Mn, resulting the control the better treatment. In regard to the sampling zone within the tree, in leaf as in mesocarp were not found differences concerning this factor. It was found a positive correlation among Ca in leaf and the elements Mg and Mn, both in leaf. In the case of Ca in mesocarp of fruit, this correlated negatively with P, K, Zn and Mn of the fruit.

**KEY WORDS:** Avocado;  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ; Ca, calcium applications, nutrients, avocado flesh.

## INTRODUCCIÓN

México ocupa el primer lugar mundial en producción de aguacate, aportando el 36% de la producción mundial (718 000 toneladas), ocupando el segundo lugar Estados Unidos (8.5%), el tercero la República Dominicana (7.7%) en cuarto lugar Brasil (5.7%) y en quinto Indonesia (5.5%) (Anónimo, 1994).

En la República Mexicana, el cultivo del aguacate se practica como actividad comercial en 16 estados, cubriendo una superficie de 88 939 hectáreas. En estas entidades

federativas, cuatro son los que producen los volúmenes más significativos: Michoacán, Estado de México, Sinaloa, Puebla, Morelos y Nayarit, donde los principales cultivares son Fuerte, Hass, Colín-V33, etc. las cuales se cotizan a mejores precios. De las cuatro entidades sobresalientes en superficie cultivada y volumen de producción, Michoacán y el Estado de México son los que cuentan con más recursos disponibles y potenciales, ya que estos dos Estados forman parte de la "faja aguacatera" de la República Mexicana (Anónimo, 1985; Sánchez y Rubí, 1994; Anónimo, 1995).

† En memoria de José J. Solis-Fraire.

El aguacate es una fruta subtropical, cuyo alto valor nutritivo está dado por su composición química que permite catalogarlo como una fruta especial de alto valor comercial. Actualmente ha estado adquiriendo importancia en el mercado internacional, siendo cada día más las exportaciones de este fruto. La exportación de aguacate implica una serie de problemas postcosecha, en el caso de aguacate éste presenta una vida de anaquel limitada; por lo que para exportarlo se debe prolongar el período de almacenamiento, necesitando prácticas de manejo bien definidas. Esto ha generado la necesidad de aplicar métodos que permitan prolongar su vida de almacenamiento como puede ser la refrigeración, por lo que es de vital importancia determinar las condiciones de almacenamiento refrigerado que no causen daño por frío así como la conservación de sus cualidades como fruta fresca, por períodos prolongados. Por otra parte, las condiciones precosecha en que se desarrollan los frutos tiene gran importancia, ya que serán reflejadas en su comportamiento postcosecha y aún más bajo refrigeración.

El calcio es uno de los elementos indispensables para mantener la integridad y estabilidad de la pared y membrana celular (Ginsberg, 1985). Por otra parte, se ha encontrado que una deficiencia de este elemento causa algunos desórdenes postcosecha de aguacate (Swarts, 1984). Sin embargo, el calcio es uno de los nutrimentos de baja movilidad en los tejidos vegetales, siendo necesario desarrollar métodos para incrementar su penetración en las hojas y su posterior translocación hacia el fruto, sin que las aspersiones foliares causen daños al follaje (Ginsberg, 1985).

En este estudio se investigó el efecto de aspersiones a la copa del árbol de nitrato de calcio sobre la concentración nutrimental en hoja y mesocarpio del fruto, con el fin de determinar la posible relación entre translocación del calcio y al fruto en el cv. Hass, además de determinar si existe efecto de la zona de muestreo en el árbol.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en Coatepec Harinas, Edo. de México, en una huerta de aguacatero cv. Hass injertado sobre portainjertos provenientes de semilla de la raza Mexicana, de 4 años de edad, ubicada en la parcela "Los Encinos" del campo experimental "La Cruz" perteneciente a la Fundación Salvador Sánchez Colín-CITAMEX, S.C. La región se localiza entre las coordenadas 99° 44.5' y 99° 48.5' de LW, y 18° 54.5' y 18° 56.3' de LN; tiene una elevación de 1 750 msnm. El clima es C(w<sub>2</sub>)w; templado subhúmedo con lluvias en verano; temperatura media anual de 17.7 °C; precipitación media de 1 100 mm anuales, siendo en su mayoría entre junio y octubre, y la de menor precipitación entre los meses de febrero y marzo (Anónimo, 1993). El suelo es andosol, con textura de franco, ligeramente ácido, alta capacidad de intercambio catiónico (Castillejos, 1995).

Las aplicaciones foliares de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> fueron de 0, 1, 2

y 3%. Las soluciones se prepararon de acuerdo a los tratamientos planeados, adicionándoles un adherente Atlox (0.5 ml-litro<sup>-1</sup>). Después se asperjaron los árboles a punto de goteo con una aspersora manual, utilizando 5 litros por árbol. La primera aspersión fue el 20 de octubre de 1992 y después se aplicó cada tratamiento con una frecuencia de cada 15 días hasta completar 6 aspersiones.

Los factores en estudio fueron las concentraciones de nitrato de calcio, así como la zona de muestreo en el árbol (Norte, Sur, Este y Oeste). Para lo cual se planteó un arreglo factorial 2<sup>4</sup> y se analizó mediante análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar. La unidad experimental utilizada fue un árbol con cuatro repeticiones. También se realizaron análisis de correlación entre Ca y los otros elementos tanto en mesocarpio y hoja.

Se evaluó la concentración nutrimental en hojas y mesocarpio del fruto de aguacate 15 días después de realizada la última aspersión. Para esta evaluación se colectaron muestras de 6 frutos en madurez fisiológica (verde-negro en cáscara) y 20 de hojas maduras expuestas en la periferia del árbol de aproximadamente 4 meses de edad por punto cardinal (zona Norte, Sur, Este y Oeste). Posteriormente los frutos y hojas fueron lavados con agua de la llave y trasladados al Laboratorio de Nutrición de Frutales del Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo para su análisis, donde se lavaron al llegar.

Las hojas fueron secadas en estufa de aire forzado por 72 horas a 65 °C y la pulpa de la parte central del fruto se seco en horno de microondas en alta temperatura por aproximadamente 20 minutos.

Se determinaron los elementos: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, y Mn, de acuerdo a los procedimientos reportados por Chapman y Pratt (1981), tanto para hojas y frutos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio no se encontraron interacciones entre los factores concentración y zona del árbol. Por lo que sólo se presentan los resultados de los efectos principales.

### Efecto sobre el mesocarpio del fruto

En cuanto al análisis de varianza encontramos que sólo dos variables presentaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), que son el contenido de Zn y Mn en el mesocarpio del fruto y que presentan diferencias en cuanto a la concentración de nitrato de calcio aplicado, donde se aprecia una baja en ambos elementos por dicha aplicación (Cuadro 1). Sin embargo, los coeficientes de variación para P, Ca, Fe, Zn y especialmente para Mg y Mn fueron muy altos (para estos últimos de 113 y 102%, respectivamente). Lo cual coincide con lo reportado por (Marchal, 1984) quien mencionó que los análisis nutrimentales en frutos de aguacate son muy imprecisos, de igual forma López *et al.* (1991)

reportó inconsistencias en los análisis nutrimentales en pulpa de aguacate en la mitad de sus tratamientos experimentales.

De acuerdo con la prueba de separación de medias, en la variable Zn se presentó diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) donde el testigo presentó la media más alta, siendo diferente a los demás nutrimentos, la concentración 2 y 3 % resultaron iguales y la concentración de 1% fue diferente al testigo. En la variable Mn se encontró que sólo el testigo difiere del resto, y las concentraciones 1, 2 y 3% fueron iguales estadísticamente (Cuadro 1).

Los resultados obtenidos de Ca en el mesocarpio del fruto fueron muy bajos y están de acuerdo con los descritos como normales por Haas (1937), el cual reportó cantidades promedio de 0.028% de peso seco en pulpa del cv. Fuerte. Sin embargo, López *et al.* (1991) encontró contenidos entre 0.185 y 0.210% y algo similar reportó Witney (1985), los cuales son muy altos de acuerdo a lo encontrado en nuestro estudio y lo reportado por Haas (1937), en donde sólo en frutos inmaduros se encuentran dichas cantidades (9 meses antes de cosecha). Cabe mencionar que los contenidos nutrimentales pueden ser modificados por las condiciones ambientales y por los procedimientos de preparación de muestras para su determinación.

Se observó una tendencia al incremento del contenido de calcio en el mesocarpio del fruto (Fig. 1) y también en hoja (ver más adelante) al aumento de la concentración asperjada de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  en el árbol. Sin embargo, no hay diferencia ( $P \leq 0.05$ ) de acuerdo al análisis de varianza, lo cual pudo deberse a la gran heterogeneidad en el análisis nutrimental ya que el coeficiente de variación alto (71.9%), coincide con Marchal (1984) y López *et al.* (1991) con respecto a la gran heterogeneidad de los análisis en mesocarpio de aguacate.

**CUADRO 1. Efecto de la aspersión foliar de nitrato de calcio sobre el contenido de algunos nutrimentos en mesocarpio de frutos de aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass.**

| Concentración de nitrato de calcio (%) | Contenido en Mesocarpio (en base a peso seco) |         |         |         |         |  |  |  |
|--|---|---------|---------|---------|---------|--|--|--|
|  | N (%)   | P (%)   | K (%)   | Ca (%)  | Mg (%)  | Fe ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) | Zn ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) | Mn ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) |
| 0                                      | 0.526 a <sup>2</sup>                          | 0.199 a | 0.979 a | 0.019 a | 0.011 a | 83.41 a                                | 41.19 a                                | 20.06 a                                |
| 1                                      | 0.515 a                                       | 0.147 a | 0.851 a | 0.034 a | 0.008 a | 68.22 a                                | 23.32 b                                | 6.68 b                                 |
| 2                                      | 0.591 a                                       | 0.147 a | 0.886 a | 0.036 a | 0.018 a | 66.72 a                                | 30.42 ab                               | 7.71 b                                 |
| 3                                      | 0.554 a                                       | 0.226 a | 0.930 a | 0.026 a | 0.010 a | 80.41 a                                | 29.41 ab                               | 5.65 b                                 |
| Significancia de "F"                   | NS  | NS      | NS      | NS      | NS      | NS                                     | **                                     | **                                     |
| Coefficiente de variación              | 27.2%   | 74.1%   | 20.6%   | 71.9%   | 113.0%  | 51.9%                                  | 40.6%                                  | 102.3%                                 |

<sup>2</sup> Valores con la misma letra dentro de columnas indican que no hay diferencias de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.  
NS, \*, \*\* ; no significativo, significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente.

En cuanto a N y K el contenido en mesocarpio (pulpa) de aguacate 'Hass' reportado por López *et al.* (1991) es de entre 1.43-1.31% y 0.20-0.25%, respectivamente. Lo cual no coincide con lo reportado en nuestros resultados donde se observaron niveles de N y K de 0.51 a 0.59% y 0.85 a

0.97%, respectivamente. Por otra parte los niveles de N, P, K y Mg en fruto reportados por Witney (1985) son muy superiores a los encontrados en nuestro estudio, lo cual puede deberse a las condiciones ecológicas de Sudáfrica donde se realizó dicho estudio.

El contenido de Fe de acuerdo a Haas (1937) en el cv. Fuerte es entre 48-71% y en Mn entre 3.6-11.7%, valores que están dentro de los intervalos encontrados en el presente estudio y también en la gran variación encontrada.

### Efecto sobre la hoja

De acuerdo al análisis de varianza realizado encontramos diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en los elementos P, Ca, Zn, y Mn; y en Mg se encontraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en lo relacionado a la concentración de estos nutrimentos en hoja (Cuadro 2).

**CUADRO 2. Efecto de la aspersión foliar de nitrato de calcio sobre el contenido de algunos nutrimentos en hojas de aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass.**

| Concentración de nitrato de calcio (%) | Contenido Foliar (en base a peso seco) |          |         |          |         |  |  |  |
|--|--|----------|---------|----------|---------|--|--|--|
|  | N (%)                                  | P (%)    | K (%)   | Ca (%)   | Mg (%)  | Fe ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) | Zn ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) | Mn ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) |
| 0                                      | 2.52 a <sup>2</sup>                    | 0.115 b  | 0.691 a | 0.541 b  | 0.341 b | 14.62 b                                | 17.87 b                                | 58.01 b                                |
| 1                                      | 2.17 a                                 | 0.137 a  | 0.727 a | 0.646 ab | 0.437 a | 19.19 a                                | 23.35 a                                | 105.64 a                               |
| 2                                      | 2.47 a                                 | 0.135 ab | 0.640 a | 0.735 a  | 0.484 a | 15.22 ab                               | 20.08 ab                               | 73.31 b                                |
| 3                                      | 2.41 a                                 | 0.135 ab | 0.630 a | 0.655 ab | 0.422 a | 18.10 ab                               | 19.21 ab                               | 62.69 b                                |
| Significancia de "F"                   | NS                                     | *        | NS      | *        | **      | *                                      | **                                     | **                                     |
| Coefficiente de variación              | 17.3%                                  | 26.5%    | 23.5%   | 26.5%    | 16.07%  | 28.2%                                  | 22.4%                                  | 23.5%                                  |

<sup>2</sup> Valores con la misma letra dentro de columnas indican que no hay diferencias de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.  
NS, \*, \*\* ; no significativo, significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente.

En relación a las pruebas de separación de medias, tenemos para el caso de P que la concentración al 1% resultó ser más alta que el testigo. El testigo fue el que presentó la más baja media de este grupo (Cuadro 2). Para Ca encontramos que la concentración al 2% resultó ser la más alta y la concentración 3 y 1% resultaron igual y en segundo lugar, y la más baja fue para el testigo. En Fe encontramos como mejor tratamiento a la concentración 1%, que presentó la media más alta y en segundo lugar a los tratamientos 2 y 3% que son estadísticamente iguales y el testigo fue el más bajo. En Mg y de acuerdo a la separación de medias, las concentraciones 1, 2 y 3% resultaron ser iguales no existiendo variación estadística con ellas, y solo el testigo resultó el tratamiento más bajo. Para Zn, tenemos que el tratamiento al 1% representó el más alto y los tratamientos 2 y 3% resultaron iguales, a diferencia del testigo que es el más bajo en este caso. En el caso del Mn solo la concentración al 1% resultó ser la más alta al presentar una media más alta en relación a los demás tratamientos que fueron iguales estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ), sin presentar gran variación. En el caso de K en relación a la concentración ningún tratamiento presentó diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ).

Los nutrimentos estudiados se cuantificaron en los intervalos normalmente reportados (Palacios, 1986 y Goodall *et al.*, 1965), también los coeficientes de variación en los análisis están dentro de lo normal (Palacios, 1986). En el caso de Ca, Fe, Zn y Mn se encontraron como deficientes de acuerdo a Goodall *et al.* (1965) y a Palacios (1986), dichas deficiencias son comunes encontrar en el área de Coatepec Harinas (observaciones personales), también es importante mencionar que la época del análisis puede hacer variar tales niveles, aunque no a niveles tan bajos de acuerdo a (Palacios, 1986). Las aspersiones foliares de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  incrementaron todos los nutrimentos estudiados con la excepción del N y K, para el primer caso se esperaba encontrar un incremento ya que se pensó que el nitrato incrementara el N de hojas, lo cual pudo deberse a que el N fue metabolizado rápidamente y utilizado para ser trasladado a otras partes del árbol. El aumento en los nutrimentos por la aspersión de nitrato de calcio es benéfica ya que en los más deficientes los incrementó ( $P \leq 0.05$ ), lo cual significó para el árbol un abastecimiento importante de tales nutrimentos para los procesos inherentes a él, incluyendo al fruto. El Ca que fue el objeto principal de este estudio presentó claramente su incremento por la aspersión foliar de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  (Fig. 1). Este éxito se puede atribuir a que la aspersión no fue sólo una sino un total de 6 cada 15 días antes de cosecha, lo cual seguramente propició que el Ca, elemento de poca movilidad dentro de la planta, finalmente se traslocará al fruto. Una prueba más, es el trabajo paralelo realizado por López y Alpizar (1993) que fue un apéndice del presente proyecto, donde con los mismos frutos del experimento sometieron a frigoconservación a  $4 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$  durante 12 y 25 días, frutos del testigo y aplicación de nitrato de potasio al 3 % al follaje, donde los frutos tuvieron mayor vida de anaquel y tuvieron 0 % de daños por frío, mientras que el testigo presentó un 8 y 100 % de daños a los 12 y 25 días de frigoconservación, respectivamente, así como un retraso en el pico climático (respiración) del fruto. Lo anterior permite un margen mayor de comercialización de productos sin el deterioro de su calidad.

### Efecto de la zona de muestreo.

Tanto en hoja como mesocarpio no se encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) entre la zona en el muestreo (Cuadros 4 y 5), únicamente se presentó una diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.05$ ) para K en hoja, donde la parte Oeste fue menor a la Sur y Este, e igual que la Norte.

Se esperaba encontrar alguna diferencia debido a que en la región se observan diferencias en cuanto a floración entre la parte N y S, lo cual puede generar una demanda mayor por nutrimentos y otros compuestos como carbohidratos, sin embargo en lo que respecta a nutrimentos no se encontró tal, lo cual coincide con Witney (1985) quien no encontró diferencias en contenido de Ca en las orientaciones NW, SE, NE y SW.

**CUADRO 4. Efecto de la zona de muestreo en el árbol, sobre el contenido de algunos nutrimentos en mesocarpio de frutos de aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass.**

| Zona                      | Contenido en Mesocarpio<br>(en base a peso seco) |         |         |         |         |                             |                             |                             |
|---------------------------|--|---------|---------|---------|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                           | N (%)  | P (%)   | K (%)   | Ca (%)  | Mg (%)  | Fe ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) | Zn ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) | Mn ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) |
| Norte                     | 0.565 a <sup>2</sup>                             | 0.162 a | 0.893 a | 0.031 a | 0.017 a | 69.75 a                     | 30.28 a                     | 9.77 a                      |
| Sur                       | 0.540 a  | 0.233 a | 0.904 a | 0.025 a | 0.009 a | 65.20 a                     | 28.90 a                     | 11.31 a                     |
| Este                      | 0.531 a  | 0.162 a | 0.886 a | 0.024 a | 0.009 a | 86.44 a                     | 32.95 a                     | 9.77 a                      |
| Oeste                     | 0.549 a  | 0.162 a | 0.963 a | 0.035 a | 0.012 a | 77.34 a                     | 32.20 a                     | 9.25 a                      |
| Significancia de "F"      | NS   | NS      | NS      | NS      | NS      | NS                          | NS                          | NS                          |
| Coefficiente de variación | 27.2%  | 74.1%   | 20.6%   | 71.9%   | 113.0%  | 51.9%                       | 40.6%                       | 102.3%                      |

<sup>2</sup> Valores con la misma letra dentro de columnas indican que no hay diferencias de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

NS, \*, \*\* ; no significativo, significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente.

**CUADRO 5. Efecto de la orientación del muestreo en el árbol sobre el contenido de algunos nutrimentos en hoja de aguacate (*Persea americana* Mill.) 'Hass'.**

| Orientación del Muestreo  | Contenido Foliar<br>(en base a peso seco) |         |          |         |         |                             |                             |                             |
|---------------------------|---|---------|----------|---------|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                           | N (%)                                     | P (%)   | K (%)    | Ca (%)  | Mg (%)  | Fe ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) | Zn ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) | Mn ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) |
| Norte                     | 2.49 a <sup>2</sup>                       | 0.129 a | 0.652 ab | 0.702 a | 0.416 a | 15.43 a                     | 19.90 a                     | 70.98 a                     |
| Sur                       | 2.26 a                                    | 0.132 a | 0.766 a  | 0.633 a | 0.438 a | 17.88 a                     | 20.26 a                     | 89.46 a                     |
| Este                      | 2.35 a                                    | 0.140 a | 0.716 a  | 0.628 a | 0.428 a | 17.11 a                     | 20.32 a                     | 68.85 a                     |
| Oeste                     | 2.48 a                                    | 0.120 a | 0.553 b  | 0.614 a | 0.401 a | 16.71 a                     | 20.03 a                     | 7.36 a                      |
| Significancia de "F"      | NS  | NS      | **       | NS      | NS      | NS                          | NS                          | NS                          |
| Coefficiente de variación | 17.3%                                     | 26.5%   | 23.5%    | 26.5%   | 16.7%   | 28.2%                       | 22.4%                       | 23.5%                       |

<sup>2</sup> Valores con la misma letra dentro de columnas indican que no hay diferencias de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

NS, \*, \*\* ; no significativo, significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente.

### Correlación entre Ca y otros nutrimentos

El contenido de calcio en hoja correlacionó positivamente en el Mg en hoja (Cuadro 6), o sea que al aumentar el Ca también aumentó el Mg. Se ha encontrado que el calcio en las raíces y su distribución en el árbol de aguacate es similar al Mg (Witney, 1985). Por otra parte también el Mn en hoja correlacionó positivamente con el Ca en hoja.

Para el caso de Ca en fruto, éste correlacionó negativamente con el P, K, Zn, y Mn del fruto. Labanauskas *et al.* (1958) indicó que el P y K redujo el Ca en hojas, lo cual nos puede indicar que dichos nutrimentos son antagonistas al Ca y que de alguna manera afectan a su acumulación en el fruto.

**CUADRO 6. Coeficiente de correlación (r) y su significancia entre calcio de hoja y fruto con otros nutrimentos en aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass.**

|                      | Hoja <sup>2</sup>       |             |             |            |             |              |             |             |
|----------------------|-------------------------|-------------|-------------|------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
|                      | N                       | P           | K           | Ca         | Mg          | Fe           | Zn          | Mn          |
| Ca hoja <sup>2</sup> | -0.15<br>NS             | 0.02<br>NS  | -0.09<br>NS | ---        | 0.56<br>**  | -0.005<br>NS | 0.07<br>NS  | 0.46<br>**  |
| Ca mesocarpio        | 0.03<br>NS              | 0.24<br>NS  | 0.02<br>NS  | 0.09<br>NS | 0.23<br>NS  | 0.005<br>NS  | 0.05<br>NS  | -0.06<br>NS |
|                      | Mesocarpio <sup>2</sup> |             |             |            |             |              |             |             |
|                      | N                       | P           | K           | Ca         | Mg          | Fe           | Zn          | Mn          |
| Ca hoja              | 0.10<br>NS              | -0.16<br>NS | -0.14<br>NS | 0.09<br>NS | -0.18<br>NS | 0.02<br>NS   | -0.04<br>NS | -0.03<br>NS |
| Ca mesocarpio        | -0.02<br>NS             | -0.24<br>*  | -0.28<br>*  | ---        | 0.20<br>NS  | -0.09<br>NS  | -0.26<br>*  | -0.36<br>** |

NS, \*, \*\* ; no significativo, significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente.

<sup>2</sup> 64 pares para el análisis de correlación.

## CONCLUSIONES

Las aplicaciones de nitrato de calcio incrementaron los niveles de K, Ca, Mg, Fe, Zn y Mn en la hoja y existe una tendencia a incrementarse en fruto por efecto de dichas aplicaciones. No existió diferencia en la zona de muestreo en el árbol para los análisis realizados.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento mediante el proyecto 9303040 por la Subdirección General de Investigación de la Universidad Autónoma Chapingo.

## LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. 1985. Memoria del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO). Gobierno del Edo. de México. Coatepec Harinas, Edo. de México. pp. 49-107.
- ANÓNIMO. 1993. Determinación del potencial productivo de especies vegetales para los Distritos de Desarrollo Rural de Coatepec Harinas, Valle de Bravo y Tejuipilco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Toluca, Estado de México. México pp. 10-12
- ANÓNIMO. 1994. Anuario de Producción. FAO. vol. 48. Roma, Italia.
- ANÓNIMO. 1995. Anuario Estadístico, Secretaría de Agricultura Ganadería y Recursos Hidráulicos. D.F. México.
- CASTILLEJOS A., E. 1995. Efecto preliminar del método de aplicación de zinc al suelo, al tronco y al follaje en árboles de aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México.
- CHAPMAN, H. D.; PRATT, P. F. 1991. Métodos de Análisis para Suelos, Plantas y Aguas. Editorial Trillas, S.A de C.V., D.F. México. 195 p.
- GINSBERG, L. 1985. Postharvest physiological problems of avocados. South African Avocado Grower Association Yearbook 8: 8-11.
- GOODALL G. E.; EMBLETON, T. W.; PLATT, R. G. 1965. Avocado fertilization. Calif. Agric. Exp. Station Ext. Ser. Bull. 2024.
- HAAS, A.R.C. 1937. Distribution of inorganic constituents in avocado fruits. Calif. Avocado Assoc. Ybk. pp. 133-139.
- LABANAUSKAS, C. K.; EMBLETON, T. W.; JONES, W.W. 1958. Influence of soil applications of nitrogen, phosphate potash, dolomite and manure on the micronutrient content of avocado leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 71: 285-291.
- LÓPEZ, A.; TIRADO, J. L.; AGUILAR, J. J. 1991. Efecto de la aplicación foliar de  $\text{CaNO}_3$  (sic) en precosecha sobre la concentración de calcio, nitrógeno y potasio en el fruto de aguacate cv. Hass. Memorias de la Fundación Salvador Sánchez Colín-CITAMEX, S. C. Coatepec Harinas, Edo. de México. México. pp. 23-32.
- LÓPEZ LÓPEZ, L.; ALPÍZAR MANJARREZ, J. 1993. Efecto de diferentes períodos de almacenamiento a 4°C sobre frutos de aguacate. Memorias de la Fundación Salvador Sánchez Colín-CITAMEX, S. C. Coatepec Harinas, Edo. de México. México. pp. 235-243.
- MARCHAL, J. 1984. Avocado, pp. 366-376. In: Plant Analysis as a Guide to the Nutrient Requirements of Temperature and Tropical Crops. Edited by P. Martin-Prével; J. Gagnard and P. Gautier. Lavoisier Publishing. Inc. New York, USA.
- PALACIOS ALVARADO, J. M. 1986. Dinámica y balance nutrimental en árboles de aguacate (*Persea americana* Mill.) cv 'Hass' con alto y bajo rendimiento en la región de Uruapan Mich. Tesis de Maestría en Ciencias, Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 93 p.
- SÁNCHEZ C., S.; RUBÍ A., M. 1994. The current state of avocado cultivation in Mexico. California Avocado Soc. Ybk. 78: 75-82.
- SWARTS, D.H. 1984. Post harvest problems of avocados, let's talk the same language. South African Avocado Grower Association Yearbook 7: 20-22.
- WITNEY, G. 1985. Study of calcium budget of an avocado (*Persea americana* Mill.) orchard. Thesis of Master Degree. University of Natal Pietermaritzburg. South Africa. 132 p.

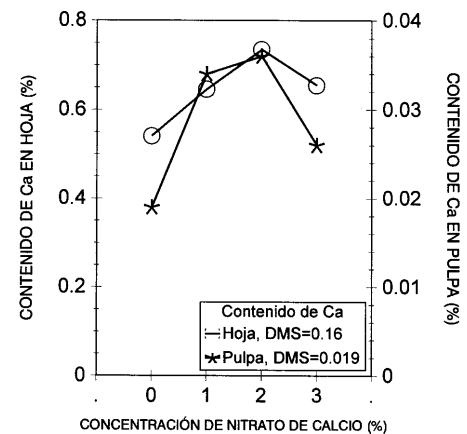


Figura 1. Efecto de la concentración de nitrato de calcio asperjado foliarmente (seis aplicaciones) sobre el contenido de calcio en hojas y pulpa de aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Diferencia mínima significativa (DMS) de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.