

EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE DIFERENTES FUENTES DE CALCIO EN PRECOSECHA SOBRE LA CALIDAD DE FRUTO DE AGUACATE 'FUERTE'.

L. López L.¹ , J. F. Cajuste B.²

RESUMEN

Se realizaron aplicaciones precosecha de dos fuentes de calcio tales como Caldo Bordeles y Nitrato de calcio (10 mgL^{-1} y 30 mgL^{-1}) a árboles de aguacate cv. 'Fuerte' para observar su influencia en la reducción de daños por frío en postcosecha. Las aplicaciones de nitrato de calcio a 30 mgL^{-1} , aumentó la firmeza del fruto, redujo el porcentaje de pérdidas fisiológicas de peso y los daños por frío tanto en la piel como en la pulpa del fruto.

Palabras clave: calcio, calidad, aguacate

SUMMARY

EFFECT OF THE APPLICATIONS OF DIFFERENT SOURCES OF CALCIUM IN PRE-HARVEST ON THE QUALITY OF 'FUERTE' AVOCADO FRUIT.

The effect sources of calcium application "caldo brdeles" and calcium nitrate (10 mgL^{-1} y 30 mgL^{-1}) on avocado trees cv. Fuerte during fruit development was studying in regarding fruit postharvest quality. Fruits an which calcium nitrate was used as the source of calcium had a better quality, greater firmness and reduce the amount of physiological weight loses and chilling injury.

Key words: Calcium, quality, avocado fruit.

INTRODUCCION

Uno de los principales frutales que se cultivan en México, es el aguacate y dado sus características de calidad de fruta, presenta un gran potencial de exportación, principalmente hacia los mercados norteamericano y europeo. Sin embargo, la comercialización de la fruta en postcosecha, se lleva a cabo en un período muy corto al ser altamente perecedero y además susceptible a daños por frío, patógenos y mecánicos, entre otros. Se ha observado que la mayoría de estos daños ocurren durante la cosecha, manejo en campo, acondicionamiento, almacenamiento, transporte y comercialización, por lo que han sido objeto de estudio cada una de estas fases a través de la aplicación de un sinnúmero de investigaciones tendientes a establecer métodos de conservación para prolongar la vida del fruto y evitar daños por frío.

¹Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C. Coatepec Harinas México C.P. 51700

²Programa de Fruticultura, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. C.P.56230

Bases fisiológicas y diferentes investigaciones relacionadas con aplicaciones de calcio han sido tomadas como base para establecer el significado que representa el calcio en los procesos de maduración y en la conservación de los frutos, al mantener la integridad de la membrana y pared celular, por lo que se ha establecido que la nutrición con calcio en árboles frutales, induce a un menor daño en frutos durante postcosecha (Chamel, 1989; Saks *et al.* 1991; Cline y Hanson, 1992), y en consecuencia una deficiencia de calcio, repercute en una mala calidad final del producto. Esta situación se ha observado en frutos de aguacate y en algunas de otras especies de importancia económica como pera, (Sugar, 1989), fresa (Cheour *et al.* 1990) y mango (Singh *et al.* 1993).

En aguacate Ginsberg, (1985) y Witney *et al.* (1990) observaron que este problema se agudizó en aquellos frutos provenientes de almacenamiento.

Ante esta perspectiva surge la necesidad de investigar el efecto de aplicaciones de calcio en precosecha que conlleven a mejores condiciones de manejo y almacenamiento postcosecha con el objeto de preservar la calidad del producto por un período de tiempo más prolongado. De ahí que se pretenda estudiar el efecto de las aplicaciones en precosecha de calcio por diferentes fuentes en la calidad del fruto de aguacate 'Fuerte', con relación a la capacidad de almacenamiento bajo refrigeración.

MATERIALES Y METODOS

Material biológico. Para las aplicaciones precosecha de calcio, el presente estudio se realizó en árboles de aguacate 'Fuerte' de 20 años de edad, injertados sobre patrón criollo de la raza mexicana, establecidos en marco real a una distancia de 10X10 m, mismos que se localizan en el Centro Experimental "La Cruz" de la Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C.

Tratamientos en campo. La aplicación de tratamientos se realizó cada 15 días a partir del octavo mes de desarrollo del fruto, contabilizado después de floración y se suspendieron 25 días previo a la cosecha.

Establecimiento de experimento en laboratorio. Para determinar el efecto de los diferentes tratamientos de campo sobre la capacidad de almacenamiento y resistencia al daño por frío. Los frutos se cosecharon en madurez fisiológica con un contenido de 20% de materia seca. La cosecha se realizó con tijeras y se cortó el pedúnculo a raz del fruto.

Tratamientos. Realizada la selección se procedió a su colocación dentro de cajas de cartón de 5 kg de capacidad y se rotularon en función de las variables y tratamientos respectivos. Para cada tratamiento se consideraron tres cajas como repeticiones.

Temperatura de conservación. Una vez empacados se trasladaron a la cámara de refrigeración y se almacenaron a 5°C por 20 días.

Las variables evaluadas fueron:

Patrón de maduración. Se registró con base en una clasificación preestablecida: duros, cambiantes y suaves, que consistió en los cambios de textura del fruto medidas al tacto.

Color. Se determinó por reflectancia utilizando el sistema "L", "a", "b", mediante un colorímetro Hunter Lab. Se evaluaron 15 frutos por tratamiento. Las lecturas se realizaron al momento del empaque, después del almacenamiento y a la madurez de consumo (cuando la textura de los frutos estuvieron suaves).

Firmeza. Se midió en tres frutos por cada tratamiento, tomando en consideración dos sitios por fruto por repetición. Para esto se empleó el texturómetro universal.

Daño por frío. Mediante una prueba edónica bajo la siguiente escala: severos(Cuando el daño superó el 50%), ligero cuando estuvo entre un 20 % del fruto y normal cuando el fruto no mostró daños, lo anterior se realizó tanto para la piel(cáscara) como para la pulpa del fruto.

Pérdidas fisiológicas de peso. Se llevó un registro del peso de los frutos desde el inicio del experimento, a la salida de la frigoconservación y diariamente hasta que los frutos lograron su madurez comestible. La pérdida de peso de cada repetición, se calculó con base en el porcentaje de peso perdido.

Análisis estadístico. El análisis estadístico utilizado fue un diseño completamente al azar, el procesamiento de datos fue a través del análisis de varianza de cada una de las variables, aunado a la prueba de comparación de medias por Tukey con una probabilidad al 0.05, para establecer diferencias entre las medias de los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSION

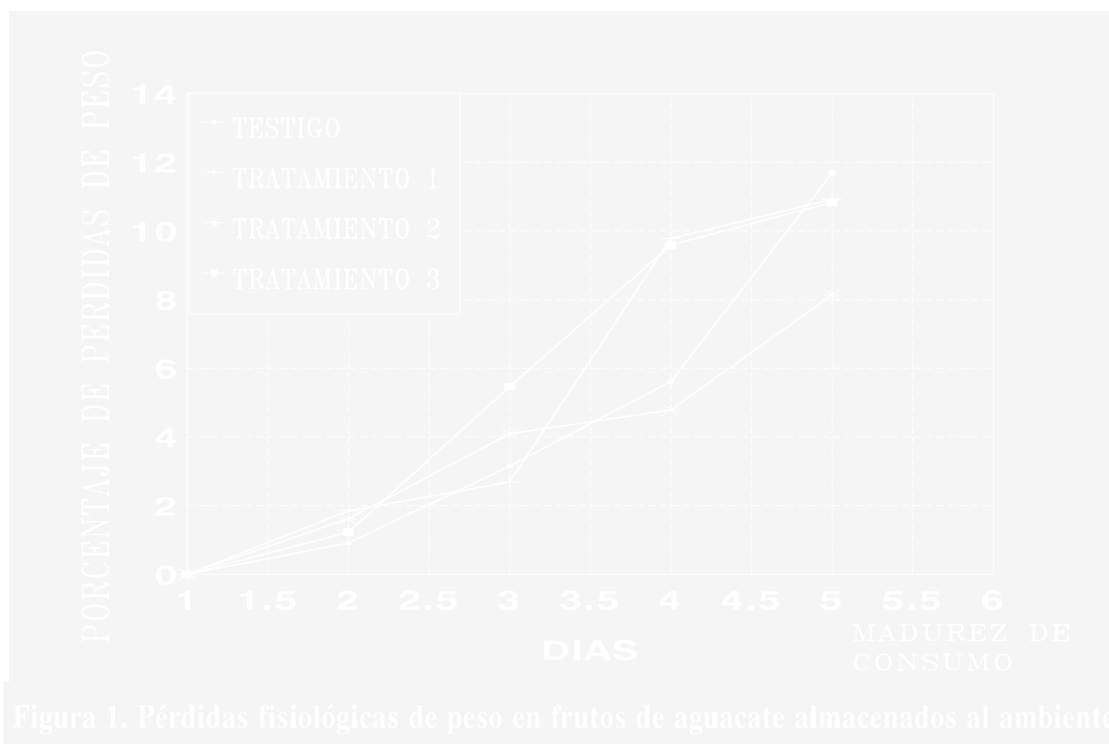
La eficiencia en el manejo de las aplicaciones precosecha de calcio para la calidad final del fruto de aguacate se observó para el presente caso que influye en postcosecha, tanto para los frutos refrigerados como para los frutos madurados al ambiente. Entre las variables que reflejaron esta característica fueron: color donde se encontraron diferencias significativas en relación con el parámetro 'a' (colorímetro Hunter Lab), en donde los tratamientos II, III y IV mostraron una menor coloración (opacidad) a un mismo tiempo de exposición al ambiente expresada por un valor negativo mayor (en cuanto a brillantez). Otra de las variables que mostró diferencias fue el número de días para lograr la madurez de consumo. Los tratamientos a base de calcio condujeron a una mayor vida útil del fruto lo cual podría ser atribuido posiblemente, a una reducción en el metabolismo, como producto de una mayor saturación de enlaces de sustancias pécticas en la membrana y pared celular por iones de calcio(Cline y Hanson, 1992), resultados que se visualizan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Valores de pérdidas fisiológicas de peso y color de cada uno de los tratamientos de frutos madurados al ambiente.

Tratamiento	Fuente	Dosis	Pérdidas de Peso	Color Lab Hunter Lab		Días a madurez
				Inicial	Final	
I	Testigo		11.69%	-5.41ab ³	-1.84b	5
II	Nitrato de Calcio	10mgL ⁻¹	10.92%	-5.95ab	-2.96ab	6
III	Nitrato de Calcio	30mgL ⁻¹	8.14%	-6.05a	-4.84 ^a	7
IV	Caldo Bordelés		10.83%	-6.28a	-2.73ab	6

³ Valores con la misma letra, no difieren entre si (Tukey P=0.05)

Por otro lado, se puede observar que el tratamiento III correspondiente a una dosis de 30mgL⁻¹ redujo el porcentaje de pérdidas fisiológicas de peso (ver Figura 1), aun cuando esta diferencia en relación con el testigo no fue considerable. Sin embargo, tomando en cuenta el volumen de fruta almacenado, se notó su influencia en la calidad



porque el testigo presentó una baja calidad como resultado de un arrugamiento en la base del fruto después de la maduración.

En cuanto a color, el comportamiento de los frutos bajo refrigeración a una temperatura de 5°C durante un período de veinte días, fue como se observa en los datos presentados en el cuadro 2, reflejando un comportamiento similar al de aquellos obtenidos con los frutos madurados al medio ambiente, es decir, el color de los frutos del tratamiento III superó (mayor brillantez y coloración verdosa) también estadísticamente al de los otros tratamientos. Del Cuadro 2 también se puede observar que este mismo tratamiento (III), resultó con los frutos de mayor firmeza, si se compara con el tiempo en los que llegaron a obtener el ablandamiento característico de la madurez de consumo, sin embargo, las pérdidas fisiológicas de peso fueron de la misma magnitud que las del tratamiento testigo.

Cuadro 2. Comportamiento de frutos de aguacate cv. Fuerte almacenado bajo refrigeración a una temperatura de 5°C y un periodo de 20 días

Tratamiento	Fuente	Dosis	% Pérdidas de Peso ²	Color / piel Lab Hunter Lab		Textura en madurez consumo (mm)
				Inicial	Final	
I	Testigo		5.43	-5.69ab ¹	-3.45a	7.645b
II	Nitrato de Calcio	10mgL ⁻¹	3.17	-7.33a	-4.21	7.96b
III	Nitrato de Calcio	30mgL ⁻¹	5.03	-8.29a	-5.33a	10.61a
IV	Caldo Bordelés		5.9	-7.18a	-4.02a	10.246a

¹ Valores con la misma letra, no difieren entre si (Tukey p=0.05)

² Al Final del periodo de exposición a maduración.

Lo anterior concuerda con lo señalado por otros autores cuyos resultados mostraron que las aplicaciones de calcio en precosecha, induce en frutos almacenados a un menor daño postcosecha (Saks *et al.* 1991; Cline y Hanson, 1992), atribuyéndole entre otras cosas su influencia en el mantenimiento de la firmeza. Por otra parte, en la figura 2; se puede observar que en cuanto a pérdidas de peso de frutos almacenados bajo refrigeración, se detectó que el tratamiento I (nitrato de calcio a 10 mgL⁻¹) superó a los demás, al tener un menor porcentaje de pérdidas fisiológicas de peso, mientras que el tratamiento IV (caldo bordeles) resultó con frutos con un alto grado de marchitamiento (deshidratación) reflejándose en un deterioro en su calidad, lo cual podría ser debido entre otras causas como lo señala Colinas (1992), a una alteración de la membrana, misma que conduce a una afectación de los procesos metabólicos de la célula.



Entre los resultados que se muestran en el Cuadro 2, resalta la aplicación de 30 mgL^{-1} de nitrato de calcio, la cual se encontró con una mayor firmeza (dada por una mayor vida útil en postcosecha), lo que se podría considerar como uno de los tantos efectos satisfactorios del elemento calcio, además los frutos de este tratamiento obtuvieron asimismo el mejor ablandamiento a la madurez de consumo (cuadro 3).

En el cuadro 3. se muestran los resultados de las variables color de la pulpa y daños por frío de los frutos de los diversos tratamientos sometidos a refrigeración. En cuanto a daños por frío el tratamiento con 30 mgL^{-1} de nitrato de calcio resultó ser superior al resto de los tratamientos con tan solo un 25% de frutos dañados este efecto de reducir además de desórdenes fisiológicos (Van Rensburg y Engelbrecht, 1985) también ha sido señalado por Bower y Cutting, (1988), en la reducción de manchas de la pulpa mientras que Koen *et al.* (1990), observaron que de algún modo los síntomas de mancha de la pulpa en el fruto de aguacate cultivar Fuerte, se debió a los bajos contenidos de calcio, y señalaron que calcio, magnesio y potasio están involucrados en dichos desórdenes fisiológicos lo cual podría también considerarse como una de las posibles influencias al presentarse este porcentaje de daños en el presente estudio.

Cuadro 3. porcentaje de daños por frío y color de la pulpa de frutos sometidos a refrigeración.

Tratamiento	Fuente	Dosis	Días a madurez	% de daño por frío	Color / pulpa Lab Hunter Lab	
					Inicial	Final
I	Testigo		5	75.0%	-6.68b ¹	0.80b
II	Nitrato de Calcio	10mgL ⁻¹	6	35.4%	-13.04a	-4.67ab
III	Nitrato de Calcio	30mgL ⁻¹	8	25.0%	-9.82ab	-4.23ab
IV	Caldo Bordelés		5	55.0%	-14.58a	-6.31a

¹ Valores con la misma letra, no difieren entre si (Tukey P=0.05)

CONCLUSION

Los resultados obtenidos indican cierta influencia de las aplicaciones de nitrato de calcio a una dosis de 30 mgL⁻¹ en las variables de pérdidas fisiológicas de peso, días a madurez y daño por frío.

LITERATURA CITADA

- Bower, J. P. and Cutting, J. G. 1988. Avocado fruit development and ripening physiology. Horticultural Rev. 10: 229-272.
- Chamel, A. R. 1989. Permeability characteristics of isolated Golden delicious, apple fruit cuticles with regard to calcium. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 804-809.
- Cheour, F., Willemont, C., Arul, J., Des, Y., Maklouf, J., Charest, P.M. and A. Gosselin. 1990. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 789-792.
- Cline, A.J. and Hanson, A.E. 1992. Relative humidity, around apple fruit influences its accumulation of calcium. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117: 542-546.
- Colinas, L.M.T. 1992. Desórdenes fisiológicos de productos hortícolas. En Elhadi M. Yahia e Inocencio Higuera Ciapara. Fisiología y tecnología postcosecha de productos hortícolas. Ed. Limusa México D.F. pp65-72.
- Ginsberg, L. 1985. Post harvest physiological problems of avocados. South. Afr. Avoc. Grow. Assoc. Yrbk 8:8-11.
- Koen, T.J., Du Plessis, S.F. and Terblanche, J.H. 1992. Nutritional factors involved in

physiological problems of avocados (cv. Fuerte) Acta Horticulturae.

- Saks, Y., Lilian, S. and Ruth, B.A. 1991. Senescent breakdown of 'Jonathan' apples in relation to the water soluble calcium content of the fruit pulp before and after storage. J. Amer. Hort. Sci.
- Singh, B. P., Tandom, D. K. and Kalra, S. K. 1993. Changes in postharvest quality mangoes, affected by preharvest application of calcium salts. Scientia Horticulturae. 54: 211-219.
- Sugar, D. 1989. Enhanced resistance to postharvest decay in bosc pears treated with calcium chloride. Acta Horticulturae. 256: 201-202.
- Van Rensburg, E. and Engelbretch, A. H. P. 1985. The effect of calcium salts on the components causing browning of avocado fruit S. Afr. Avocado Grow. Assoc. 8: 88-91.
- Witney, G.W., Hoffman, P. J. and Wolstenholme, B. N. 1990. Mineral distribution in avocado trees with reference to calcium cycling and fruit quality. Scientia Horticulturae. 44: 279-291.

diapositiva.

Se encontró que las aplicaciones de calcio influyeron en la reducción de daños por frío en postcosecha así como en el aumento de la firmeza del fruto de aguacate.