

La aplicación foliar de Cloruro de Calcio durante la formación del fruto y su efecto en el potencial de almacenamiento de la Manzana 'Anna'

M.F. ¹ Manuel Aristizábal, L O 2122
² Claudia Holguin, A.
³ César Fernando González B.

Resumen

Árboles de manzano, de siete años de edad, de la variedad Anna fueron asperjados con soluciones de cloruro de calcio al 2, 4, y 6% que fueron aplicadas a los 45 y 75 días después de floración. Los árboles testigo fueron asperjados con agua. Después de la cosecha, frutos de cada tratamiento fueron almacenados durante 6 semanas en condiciones no controladas, con promedios de T° de 20°C y H.R del 64%. Cada semana se tomaron muestras de frutos y determinaron el peso, pH, acidez (porcentaje de ácido málico), sólidos solubles (grados Brix) y la firmeza. Se encontró que el peso, la firmeza y la acidez disminuyeron a través del tiempo de almacenamiento, mientras que el pH y los grados Brix aumentaron. El incremento en la concentración del cloruro de calcio tendió a aumentar la acidez y la firmeza, así como a disminuir el pH y los grados Brix. Las aplicaciones a los 45 ddf fueron ligeramente más benéficas que a los 75 ddf. Palabras claves: Manzana. Cloruro de calcio. Almacenamiento. Fruto.

Summary

Seven-year-old apple trees of the Anna variety were sprayed with solutions of calcium chloride at 2, 4 and 6%, that were applied at 45 and 75 days after flowering (daf). Control trees were sprayed with water. After harvesting, fruits from each treatment were stored for 6 weeks under non-controlled conditions, with average temperature of 20°C and RH of 64%. Each week fruit samples were taken and the fresh weight, firmness, pH, acidity (malic acid percentage) and soluble solids (°Brix) were determined. It was found that the fresh weight, firmness and acidity diminished during the storage time, while pH and °Brix increased. Higher concentrations of calcium chloride tended to increase acidity and firmness, as well as to diminish pH and °Brix. Sprays at 45 daf were slightly more beneficial than 75 daf sprays. Key words: Apple. Calcium Chloride. Storage. Fruits.

Introducción

El tiempo transcurrido desde la madurez fisiológica hasta la de consumo, es una buena medida del potencial de almacenamiento de los frutos (Riaño y Aristizábal, 1996); en consecuencia, si se disminuye la velocidad de las reacciones asociadas con la maduración del fruto, también se retrasaría el momento a partir del cual es más susceptible al deterioro y se prolongaría su vida útil durante el almacenamiento (Sams y Conway, 1987).

¹ Profesor titular de Fisiología Vegetal. Departamento de Fitotecnia. Universidad de Caldas

² Auxiliar de investigación. Programa Agronomía. Universidad de Caldas. Manizales. A.A. 275

³ Auxiliar de investigación. Programa Agronomía. Universidad de Caldas. Manizales. q.e.p.d.

No obstante, se debe tener en cuenta que el potencial de almacenamiento depende de factores como la época de cosecha (Lovaz *et al.*, 1993), el suministro de agua al cultivo durante la formación del fruto (Díaz, 1993), el manejo de postcosecha (Wills *et al.*, 1992), la realización de algunos tratamientos preventivos antes del almacenamiento (Moline y Locke, 1993), el contenido de calcio en el fruto (Fallahi *et al.*, 1995) y las condiciones de almacenamiento (Kader, 1995), entre otros.

En relación con el contenido de calcio en el fruto se estableció que tratamientos de postcosecha con soluciones de sales de calcio a bajas concentraciones, reducen la manifestación de desordenes fisiológicos y retrasan la senescencia en frutos de manzana durante el almacenamiento (Conway, 1982). En este sentido, Sams y Conway, (1987) observaron que frutos de manzana de la variedad 'Golden Delicious' tratados con soluciones de CaCl_2 al 1% o 4%, respectivamente, mostraban 20 y 35% menos deterioro que sus correspondientes controles. Resultados similares han sido reportados por Hardenburg y Anderson (1981) en las variedades 'Stayman' y 'Delicious', por Klein *et al.*, (1990) en las variedades 'Anna' y 'Granny Smith', y más recientemente por Beavers *et al.*, (1994) en las variedades 'McIntosh', 'Mutzu', 'Red Rome' y 'Winesap'.

Como en las áreas cultivadas con manzano en el Departamento de Caldas no se cuenta con la infraestructura necesaria para realizar los tratamientos acostumbrados con cloruro de calcio, que la aspersión de árboles de manzana con soluciones de sales de calcio es una práctica rutinaria en otros países para reducir la incidencia de desordenes fisiológicos como el 'Bitterpit' (Scott y Wills, 1979)-y que, según Díaz (1993), es indispensable realizar aspersiones foliares de una solución de cloruro de calcio, durante el desarrollo del fruto, para mejorar su potencial de almacenamiento, se llevó a cabo el presente estudio con el fin de: (a) Evaluar el efecto de la aplicación foliar de cloruro de calcio en solución sobre algunos índices de madurez durante el almacenamiento del fruto, y (b) Determinar cuál es la mejor época para realizar las aspersiones foliares del producto.

Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en la finca 'Floridablanca' ubicada en el municipio de Villamaría (Caldas), a una altitud de 2140 m.s.m.m. y temperatura promedio de 16°C. Se emplearon árboles de la variedad 'Anna' sobre patrón Franco, de 7 años de edad y sembrados a 4.0 x 3.5 m. Los tratamientos consistieron en la aspersión de soluciones de cloruro de calcio al 2, 4 y 6 %, a los 45 y 75 días después de floración (ddf). Los árboles testigo fueron asperjados con agua corriente. La aspersión se realizó al follaje pero procurando una buena cobertura de los frutos existentes en la planta al momento de la misma. Las prácticas del cultivo se realizaron a criterio del asistente técnico del cultivo.

Cuando los frutos presentaron un color amarillo claro de fondo fueron cosechados manualmente, colocados en alvéolos de cartón y mantenidos durante 6 semanas en condiciones de laboratorio (temperatura y humedad relativa promedios de 20°C y 64%, respectivamente). Semanalmente se extraían muestras de frutos en los cuales se hicieron determinaciones de firmeza, mediante un penetrómetro manual marca Bertuzzi FI-320, medida en lados opuestos de la parte media de cada fruto; grados Brix, con un refractómetro manual marca Sprzet RR-12; acidez, en términos de % de ácido málico, mediante el procedimiento descrito por Riaño y Aristizábal (1996) y el pH del jugo con un potenciómetro marca Hanna 8519. El peso se midió siempre en los mismos frutos durante todo el período de almacenamiento, para lo cual se empleó una balanza analítica Ohaus.

Los valores obtenidos con cada variable fueron sometidos a un análisis de varianza para un arreglo factorial (2 x 4) de los tratamientos con tres repeticiones; la separación de medidas se realizó mediante la prueba de Tukey, para lo cual se empleó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System).

Resultados

Se establecieron diferencias altamente significativas para todas las variables, excepto la acidez, a lo largo de las semanas de almacenamiento. El efecto de la concentración del cloruro de calcio sólo fue altamente significativo para la firmeza y peso de los frutos. La interacción entre el tiempo (semanas) de almacenamiento y la concentración del cloruro de calcio tuvo un efecto altamente significativo en la firmeza y peso de los frutos. Las demás interacciones: Tiempo de almacenamiento por época de aplicación y la interacción triple entre los efectos principales, sólo tuvieron efectos estadísticamente significativos en el peso de los frutos.

Efectos del tiempo de almacenamiento: El pH aumentó hasta la quinta semana y luego disminuyó, y los valores obtenidos durante las tres primeras semanas de almacenamiento, fueron similares entre sí y significativamente diferentes de los obtenidos en las tres restantes semanas (Tabla 1).

Los valores de firmeza durante las dos primeras semanas fueron altos y similares entre sí, y significativamente superiores a los obtenidos a partir de la tercera semana. Al cabo de la sexta semana, la firmeza había disminuido en un 50.5%, lo cual produjo el ablandamiento de los frutos (Tabla 1).

La acidez (% de ácido málico) de los frutos tendió a disminuir a través del tiempo de almacenamiento, siendo los valores obtenidos en las dos primeras semanas, significativamente superiores a los observados posteriormente; estos, a su vez, fueron estadísticamente iguales entre sí. Al cabo de la sexta semana de almacenamiento, la acidez había disminuido en un 46.4% (Tabla 1).

Los sólidos solubles, expresados en grados Brix, aumentaron a través del tiempo de almacenamiento, pero especialmente durante las tres primeras semanas. Los valores medidos desde la tercera hasta la sexta fueron estadísticamente iguales entre sí. Comparando la primera lectura con la última, se notó un incremento del 35.4%, (Tabla 1)

El peso fresco de los frutos mostró una tendencia decreciente a través del tiempo, siendo especialmente notable entre las semanas cuarta y quinta; en términos porcentuales, la pérdida de peso al cabo del período de almacenamiento fue del 18.3% (Tabla 1)

Efecto de la concentración del cloruro de calcio: El efecto individual promedio de las concentraciones de cloruro de calcio fue significativo para la firmeza, los grados Brix y el peso de los frutos. Con mayores concentraciones de cloruro de calcio, el pH y los grados Brix tienden a disminuir mientras que la firmeza y la acidez tienden a aumentar. Comparando el testigo (ausencia de aplicación de cloruro de calcio) y la máxima concentración del cloruro de calcio, se observó que el pH disminuyó en 2.3% y los grados Brix en 4.1%; por su parte, la firmeza aumentó en 5.9% y la acidez en 7.1%, siendo esta última la variable más afectada por la variación extrema en la concentración del producto (Tabla 2).

En promedio, la época de aplicación del cloruro de calcio solamente tuvo efecto significativo en el peso de los frutos, que fue ligeramente mayor cuando las aplicaciones se hicieron a los 45 ddf. El pH, la firmeza, la acidez y los grados Brix también fueron ligeramente mayores, aunque no significativos, con la aplicación en la misma época en comparación con las aplicaciones realizadas a los 75 ddf.

Tabla 1. Valores promedios de algunos índices de madurez en frutos de manzana Anna, en función del tiempo de almacenamiento.

Tiempo de almacenamiento ⁵	Variables ¹									
	pH		Firmeza ²		Acidez ³		°Brix		Peso ⁴	
1	3.46	C *	18.4	A	0.95	a	9.9	c	74.4	a
2	3.53	C	18.1	A	0.91	a	12.2	b	73.2	a
3	3.6	bc	12.5	B	0.78	b	13.1	a	70.8	ab
4	4.3	A	10.9	C	0.59	e	13.3	a	68.0	abc
5	4.23	A	5.3	E	0.59	e	13.2	a	63.8	bc
6	3.74	B	9.1	D	0.51	e	13.4	a	60.8	c

- Promedios dentro de cada columna seguidos de letras distintas, denotan diferencias significativas, según la prueba de Tukey.

1 Valores promediados a través de las concentraciones de cloruro de calcio.

2: Libras-Fuerza; 3: % de á. Málico; 4: gramos; 5: Semanas.

Tabla 2. Efecto promedio de la concentración de cloruro de calcio sobre algunas características del fruto de manzana Anna.

[CaCl ₂] %	Variables de respuesta **					
	PH	Firmeza ¹		Acidez ²	°Brix	Peso ³
0	3.86	11.81	b*	0.70	12.71	69.04 A
2	3.84	12.29	ab	0.71	12.58	71.43 A
4	3.76	12.94	a	0.72	12.52	62.02 B
6	3.77	12.51	ab	0.75	12.19	71.49 A

- * Promedios dentro de cada columna acompañados de letras distintas denotan diferencias significativas según la prueba de Tukey.

1: Lb-Fuerza; 2: % A.málico; 3: gramos.

** Valores promediados a través de las épocas de aplicación y del tiempo de almacenamiento.

La interacción entre la concentración de cloruro de calcio y la época de aplicación solamente fue estadísticamente significativa ($P=0.05$) para el peso de los frutos; lo cual significa que el efecto del cloruro de calcio sobre esta variable dependió de la época en que se realizó su aplicación. A pesar de que en las demás variables no se produjo significancia estadística, se notó que el aumento en la concentración de cloruro de calcio se asoció con disminuciones en el pH y la acidez, cuando las aplicaciones se hicieron a los 45 ddf, y con aumentos en las mismas variables cuando la aplicación se efectuó a los 75 ddf. Un comportamiento contrario se observó con el peso de los frutos, que alcanzó un valor alto cuando la solución al 4% se asperjó a los 75ddf. Para obtener un peso similar con aspersiones a los 45 ddf, se requirió una concentración del 6%. La firmeza tendió a aumentar y los grados Brix a disminuir, conforme se incrementó la concentración del cloruro de calcio, en ambas épocas de aplicación (Tabla 3).

Discusión

Los cambios ocurridos en cada uno de los parámetros estudiados (pH, acidez, firmeza, grados Brix y peso) durante el almacenamiento de los frutos, son similares a los reportados por otros autores (Garritz *et al.*, 1995; Riaño y Aristizábal, 1996), y reflejan los procesos metabólicos que ocurren durante la maduración y senescencia de los frutos (Wills, *et al.*, 1992). El parámetro más sensible fue la firmeza, que disminuyó en más del 50% al cabo del período de almacenamiento, lo cual se debe a la hidrólisis de los almidones y al ablandamiento de los tejidos que acompañan a la maduración del fruto (Fisher, 1993). Los valores de firmeza obtenidos en este estudio son diferentes a los reportados por Riaño y Aristizábal (1996) para la misma variedad, bajo iguales condiciones de almacenamiento. Quizás esto se debe a que en el presente estudio, los frutos recibieron aplicaciones de cloruro de calcio en dos épocas durante su formación en la planta, lo que pudo aumentar la concentración del calcio en ellos. A este respecto, varios autores han mostrado la existencia de una relación directa entre el contenido de calcio en el fruto y la retención de la firmeza de los mismos (Beavers *et al.*, 1994; Siddiqui y Bangerth, 1996).

La tasa de pérdida de peso durante el período de almacenamiento fue de 0.32 g.día^{-1} , valor mucho más bajo que el reportado por Riaño y Aristizábal (1996) para la misma variedad, que fue de 0.58 g.día^{-1} bajo las mismas condiciones de almacenamiento. La discrepancia puede deberse al tratamiento con cloruro de calcio que los frutos recibieron en nuestro experimento. A este respecto, Schirra *et al.* (1997), trabajando con *Opuntia ficus-indica*, detectaron menor pérdida de peso después de 42 días de almacenamiento en frutos tratados con CaCl_2 . Dado que la concentración del cloruro de calcio no influye en la actividad respiratoria del fruto (Sams y Conway, 1984, Schirra *et al.*, 1997), es probable que el calcio ayude a retener la humedad del mismo, cuya pérdida determina una reducción notable de su peso (Scott y Roberts, 1967).

El aumento en la firmeza de los frutos en función de la concentración de calcio (Tabla 2), no fue tan marcado como el reportado por Siddiqui y Bangerth (1996a) y Sams y Conway (1984) en la variedad 'Golden Delicious'; la discrepancia puede ser consecuencia de la técnica empleada para el suministro del calcio, que en nuestro caso fue mediante aspersión foliar, mientras que los autores citados emplearon diferentes técnicas de infiltración. Siddiqui y Bangerth (1996b) lograron muy poco incremento en la firmeza de los frutos de la variedad 'Golden Delicious', mediante aspersiones foliares mensuales de cloruro de calcio al 4%. En nuestro caso, una concentración de la solución por encima de 4% (Tabla 2) no causó mayor aumento en la firmeza de los frutos, lo cual coincide con la apreciación de Siddiqui y Bangerth (1996a), en el sentido de que la elevación del cloruro de calcio por encima de un cierto nivel, no causa necesariamente un aumento en la retención de firmeza de los frutos. En todo caso, existe una asociación directa entre el contenido de calcio en el fruto y la firmeza

del mismo, la cual ha sido demostrada en distintas variedades de manzano (Klein *et al.*, 1990; Sams y Conway, 1984; Siddiqui y Bangerth, 1996; Beavers *et al.*, 1994).

Tabla 3. Efecto combinado de la concentración del cloruro de calcio y la época de aplicación, sobre algunas características de la manzana Anna.

Epoca de aplicación	Variables de respuesta					
	Cloruro de calcio (%)	PH	Firmeza ¹	Acidez ²	°Brix	Peso ³
45 ddf	0	3.44	16.8	0.94	9.9	76.1
	2	3.59	18.6	1.03	10.9	72.3
	4	3.45	19.2	1.01	10.8	71.0
	6	3.38	18.4	0.97	8.6	85.8
75 ddf	0	3.46	16.8	0.89	14.0	77.3
	2	3.41	19.4	0.88	13.8	84.0
	4	3.40	19.6	0.91	12.8	78.1
	6	3.44	18.6	0.94	12.6	74.2

1: Libras-Fuerza; 2: % ácido málico; 3: gramos

El aumento en la firmeza de los frutos en función de la concentración de calcio (Tabla 2), no fue tan marcado como el reportado por Siddiqui y Bangerth (1996a) y Sams y Conway (1984) en la variedad 'Golden Delicious'; la discrepancia puede ser consecuencia de la técnica empleada para el suministro del calcio, que en nuestro caso fue mediante aspersión foliar, mientras que los autores citados emplearon diferentes técnicas de infiltración. Siddiqui y Bangerth (1996b) lograron muy poco incremento en la firmeza de los frutos de la variedad 'Golden Delicious', mediante aspersiones foliares mensuales de cloruro de calcio al 4%. En nuestro caso, una concentración de la solución por encima de 4% (Tabla 2) no causó mayor aumento en la firmeza de los frutos, lo cual coincide con la apreciación de Siddiqui y Bangerth (1996a), en el sentido de que la elevación del cloruro de calcio por encima de un cierto nivel, no causa necesariamente un aumento en la retención de firmeza de los frutos. En todo caso, existe una asociación directa entre el contenido de calcio en el fruto y la firmeza del mismo, la cual ha sido demostrada en distintas variedades de manzano (Klein *et al.*, 1990; Sams y Conway, 1984; Siddiqui y Bangerth, 1996; Beavers *et al.*, 1994).

La disminución en los sólidos solubles (grados Brix) conforme se aumenta la concentración del cloruro de calcio (Tabla 2), se debe a que los tratamientos con calcio extienden la vida útil de los frutos, reducen la tasa de actividad metabólica (Bangerth *et al.*, 1972), retrasando los fenómenos de maduración y senescencia como el ablandamiento y la pérdida de acidez (Ferguson, 1984). Nótese en la Tabla 2 la relación inversa de la acidez y los grados Brix con la firmeza de los frutos.

El que la firmeza de los frutos a través del tiempo de almacenamiento haya sido mayor en frutos asperjados con cloruro de calcio a los 45 ddf, en comparación con los que recibieron el producto a los 75 ddf (Tabla 3), puede ser debido a que la época de aplicación influye en el nivel de acumulación de calcio en el fruto. Según Faust (1989), este proceso solamente tiene lugar durante la primera porción de crecimiento del fruto (4-6 semanas después de floración completa). Por su parte, Ferguson y Watkins (1989), reportan información inconsistente en cuanto a la época y frecuencia de aplicación de sales de calcio, la que parece estar reflejada en los datos de la Tabla 3.

Los resultados del presente estudio pueden considerarse como una evidencia adicional de los beneficios que pueden lograrse con la aplicación de soluciones de cloruro de calcio durante la formación del fruto, en lo relacionado con el potencial de almacenamiento del fruto (Tabla 3); mucho más si se tiene en cuenta la falta de equipamiento e infraestructura para hacer aplicaciones de dicho compuesto después de cosecha. Igualmente, el presente estudio hizo evidente que el aumento en la concentración del cloruro de calcio, mejora algunas características del fruto, especialmente la acidez, los grados Brix y la firmeza. No obstante, es conveniente establecer si una o varias aplicaciones del producto después de los 75 ddf ejercen algún efecto diferencial en los parámetros del fruto aquí estudiados; si mediante las aspersiones foliares es factible aumentar la concentración de calcio en el fruto, y si ésta se relaciona o no con parámetros como firmeza, grados Brix y potencial de almacenamiento.

Bibliografía

- BANGHERTH, F., DILLEY, D.R. and DEWEY, D.H. 1972. Effect of post-harvest calcium treatments on internal breakdown and respiration of apple fruits. *En: Journal of the American Society for Horticultural Science* 97:679-682.
- BEAVERS, W.B., SAMS, E.C., CONWAY, S.W. and BROWN, G.A. 1994. Calcium source affects calcium content firmness and degree of injury of apples during storage. *En: HortScience* 29 (12): 1520-1523.
- CONWAY, W.S. 1982. Effect of postharvest calcium treatment on decay of 'Delicious' apples. *En: Plant Disease* 66: 402-403.
- DÍAZ, D. Fertilización y riegos en manzano. *En: González, O.H., Restrepo, H.J.F. y Ríos, L.J. (Eds.). Memorias. Primer Simposio Internacional sobre el Manzano. Manigraf, Manizales, 1993a. Pp:45-54.*
- DÍAZ, D. Calidad de fruto, índices de corte y manejo de postcosecha de la manzana. *En: González, O.H., Restrepo, H.J.F. y Ríos, L.J. (Eds.). Memorias. Primer Simposio Internacional sobre el Manzano. Manigraf, Manizales, 1993b. pp: 130-136.*
- FALLAHI, E., RIGHETTI, T.L. and RICHARDSON, D.G. 1985. Prediction of quality by preharvest fruit and mineral analysis in 'Starkspur Golden Delicious' apple. *En: Journal of the American Society for Horticultural Science* 110(4) : 524-527.
- FAUST, M. Physiology of temperate zone fruit trees. Wiley and Sons, New York, 1989.
- FERGUSON, I.B. 1984. Calcium in plant senescence and fruit ripening. *En: Plant Cell and Environment* 7:477-489.
- FERGUSON, I.B., WATKINS, C.B. 1989. 'Bitter pit' in apple fruit. *En: Horticultural Reviews*. 11:289-355.
- GARRIZ, P.I., ALVAREZ, H.L. y BARTUSCH, A.M. 1995. Cambios morfológicos, químicos y físicos en la maduración de frutos de manzano ('Red Delicious'). *En: Turrialba* 45(3-4): 101-106.
- HARDENBURG, R.E. and ANDERSON, R.E. 1981. Keeping qualities of 'Stayman' and 'Delicious' apples treated with calcium chloride, scald inhibitors, and other chemicals. *En: Journal of the American Society for Horticultural Science* 106 (6): 776-779.

- KADER, A.A. 1995. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. E: Acta Horticulturae. 398: 59-70.
- KLEIN, J.D., LURIE, S. and BEN-ARIE, R. 1990. Quality and cell wall components of 'Anna' and 'Granny Smith' apples treated with heat, calcium, and ethylene. En: Journal of the American Society for Horticultural Science 111(6): 954-958.
- LOVASZ, T., MERESZ, P., SALGO, A. and SASS, P. 1993. Physical methods for detection of physiological changes in apples during storage. En: Acta Horticulturae 343: 59-60.
- MOLINE, H.E., and LOCKE, J.C. 1993. Comparing neem seed oil with calcium chloride and fungicides for controlling postharvest apple decay. En: HortScience. 28(7): 719-720.
- RIAÑO, N. y ARISTIZÁBAL, L.M. Efectos de la temperatura de almacenamiento sobre algunos índices de madurez en frutos de manzana *Malus doméstica* BORKH. Var 'Anna'. En: Memorias. Primer Seminario Frutales de Clima Frio Moderado. LIOTOAS LTDA., Manizales, 1996. Pp: 98-104.
- SAMS, C.E. and CONWAY, W.S. 1984. Effect of calcium infiltrations on ethylene production, respiration rate, soluble polyuronidae content, and quality of 'Golden Delicious' apple fruit. En: Journal of the American Society for Horticultural Science 109 (1): 53-57.
- SAMS, C. and CONWAY, W.S. 1987. Additive effects of controlled-atmosphere storage and calcium chloride on decay, firmness retention, and ethylene production in apples. En: Plant Disease. 71: 1003-1005.
- SCOTT, K.J. and ROBERTS, E.A. 1985. Breakdown in 'Jonathan' and 'Delicious' apples in relation to weight loss during cool storage. En: Acta Horticulturae 343:61-62.
- SIDDIQUI, S. and BANGERTH, F. 1995. Differential effect of calcium and strontium on flesh firmness and properties of cell walls in apples. En: Journal of Horticultural Science. 70(6): 949-953.
- SIDDIQUI, S. and BANGERTH, F. 1996. The effect of calcium infiltrations on structural changes in cell walls of stored apples. En: Journal of Horticultural Science. 71(5): 703-708.
- SCHIRRA, M., BARBERA, G.B., D'HALLENWIN, G., INGLESE, P. and LA MANTIA, T. 1997. Storage response of cactus pear fruit to CaCl₂ preharvest spray and postharvest heat treatment. En: Journal of Horticultural Science 72(3): 371-377.
- WILLS, R.H.H., III LEE, T.H., Graham, D., Mc Glasson, W.B and Hall, E.G. Postharvest. An Introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. New South Wales University Press, Kensington, 1992. pp:195.