

TRATAMIENTOS PRECOSECHA CON FUENTES DE CALCIO SOBRE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE FRUTOS DE AGUACATE 'FUERTE'

PREHARVEST TRIALS WITH DIFFERENT SOURCES OF CALCIUM ON CAPACITY STORAGE IN THE QUALITY OF 'FUERTE' AVOCADO FRUIT

Luis López López¹ y Jacques F. Cajuste Bontemps²

RESUMEN

Se realizaron aplicaciones precosecha al follaje en árboles de 25 años del cv Fuerte, con dos fuentes de Calcio (Caldo Bordelés y Nitrato de Calcio), se encontró que las aplicaciones precosecha de Nitrato de calcio a dosis de 10 mg·L⁻¹ y 30 mg·L⁻¹ redujeron los daños por frío entre un 25.4 y 40% respectivamente en los frutos almacenados durante 30 días a una temperatura de 5±1°C.

Palabras clave: Calcio, calidad, aguacate.

ABSTRACT

Applications on preharvest were carried out on canopy with two sources of calcium like "caldo bordeles" and calcium nitrate (10 mg·L⁻¹ and 30 mg·L⁻¹) on avocado trees cv. Fuerte of 25 years old, and it was founded, that preharvest applications with calcium nitrate to doses 10 mg·L⁻¹ and 30 mg·L⁻¹ during fruit development reduced chilling injury between 24.4 and 40% respectively at storage.

Key words: Calcium, quality, avocado fruit.

INTRODUCCION

Durante la comercialización de frutos de aguacate se han observado una serie de desórdenes fisiológicos, mecánicos y patológicos, que afectan su calidad y vida postcosecha, originando un ablandamiento de los frutos, alteraciones en color, sabor, textura y aroma entre otros. Lo anterior ha propiciado la búsqueda de alternativas para hacer frente a esta problemática y reducir este tipo de daños para presentar al consumidor frutos con calidad.

Por otro lado, también se han determinado diversos factores que regulan el comportamiento de los frutos en aguacate cv. Fuerte y en otros frutos climatéricos, los cuales se han delimitado en tres categorías, tales como lo relacionado con las condiciones agroclimatológicas durante el crecimiento y desarrollo, otro factor es el referente al almacenamiento y por último aquellos intrínsecos al fruto, en donde la senescencia en frutos ha sido por años una dificultad para lo cual no ha existido una

¹ Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S.C., Ignacio Zaragoza No.6, Coatepec Harinas, Estado de México C.P. 51700.

² Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Programa de Fruticultura, Colegio de Postgraduados. Carr. México-Texcoco, Km 36.5, C.P. 56230.

solución adecuada; así mismo, Witney *et al.*,(1990) señalaron que los efectos de los daños por frío en frutos de aguacate como producto de un período prolongado de almacenamiento son a nivel membrana, los cuales provocan su ruptura y además un desorden celular que se manifiesta en una pérdida de la textura del fruto y en reacciones de oscurecimiento ocasionadas por la oxidación enzimática de polifenoles, entre las alternativas con que se cuenta para hacer frente a la anterior problemática, Saks *et al.*,(1991); Cline y Hanson (1992) y Singh *et al.*,(1993) han encontrado tanto en frutos de manzano como en mango en postcosecha que el calcio juega un papel importante en la conformación de las membranas, fortaleciendo su integridad y manteniendo su permeabilidad selectiva, lo que da como resultado que ayuda al fruto a conservar por mayor tiempo su textura.

Es por ello que en el presente trabajo se plantea la evaluación de aplicaciones precosecha de diferentes fuentes de calcio en árboles de aguacate 'Fuerte' para delimitar su efecto en el almacenamiento postcosecha, así como en la disminución de los daños por frío.

MATERIALES Y METODOS

Material Biológico: Se cosecharon frutos de aguacate cv Fuerte provenientes de árboles tratados con diferentes fuentes de Calcio al follaje, los cuales tienen 20 años de edad, están injertados sobre patrón criollo de la raza mexicana, se encuentran establecidos bajo un diseño de plantación en marco real a una distancia de 10X10 m, dentro del Centro Experimental "La Cruz" de la Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C.

Tratamientos en campo: Los tratamientos de las fuentes de calcio fueron los siguientes: 0 (Control), 10mg·L⁻¹ de Ca(NO₃)₂ , 30mg·L⁻¹ de Ca(NO₃)₂ y Caldo Bordelés. La aplicaciones se iniciaron a partir del octavo mes contabilizado después de la floración y se continuaron cada 15 días y se suspendieron 25 días previo a la cosecha.

Cosecha: Los frutos se cosecharon en madurez fisiológica y cuando tenían un contenido aproximado de 20% de materia seca. La cosecha se realizó con tijeras y se cortó el pedúnculo a raz del fruto, posteriormente se seleccionó por tamaños.

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

Temperatura de conservación: Una vez empacados se trasladaron a la cámara de refrigeración y se almacenaron a 5±1°C durante 27 días, para determinar el efecto de los diferentes tratamientos de campo sobre la capacidad de almacenamiento y resistencia al daño por frío.

Para la evaluación del comportamiento de los diferentes tratamientos las variables consideradas fueron:

Respiración: Mediante el método de corriente continua de gas modificado, propuesto por Lakshminarayana y Lingiah, (1994) los datos se expresaron en mg CO₂/kg·h. La evaluación de esta variable se realizó diariamente.

Patrón de maduración: Se llevó a cabo el registro de datos en base al tiempo requerido para alcanzar el ablandamiento y fue realizado mediante cambios al tacto. Para esta determinación se utilizó una escala preestablecida compuesta de tres valores: Textura dura, frutos en estado sazón, frutos cambiantes, en donde se detectaron cierto grado de suavidad sin que éste sea apto para consumo y frutos suaves, aquellos aptos para el consumo.

Color de la cáscara: Fue registrado marcando un área circular del fruto de aproximadamente 2 cm de diámetro la cual sirvió para tomar datos en un mismo lugar. Esta variable se determinó por el sistema Hunter Lab 'L', 'a', 'b', donde 'L' indica la brillantez, 'a' el cambio de color verde a rojo, 'b' el cambio de color de amarillo a azul, reportándose valores iniciales y finales. Se evaluaron 15 frutos por tratamiento.

Firmeza: Se determinó en tres frutos por cada tratamiento, tomando un fruto por repetición. Para esto se empleó el penetrómetro universal ASTM con un peso de 250.1 g, la toma de datos se realizó en la zona ecuatorial del fruto y en dos caras opuestas, eliminando una sección de la cáscara del fruto, los datos se reportaron en mm de penetración.

Daño por frío: Se realizó mediante dos metodologías, la primera, se valoró a través de una prueba hedónica bajo la siguiente escala: severos (Cuando el daño superó el 50%), ligero cuando estuvo entre un 20 % de daño al fruto y normal cuando el fruto no mostró daños, lo anterior se realizó tanto para la piel (cáscara) como pulpa de fruto. La segunda, consistió en el registro de datos sobre la cantidad de electrolitos perdidos. La medición de la cantidad de electrolitos se emplea para evaluar el daño por frío y senescencia en tejidos vegetales en virtud de que al dañarse la membrana se eleva la cantidad de iones en solución, para el presente caso se utilizó un conductómetro.

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 de consumo. La pérdida de peso de cada repetición, se calculó en base al porcentaje de peso perdido.

Análisis estadístico: El análisis estadístico fue un diseño completamente al azar y se llevó a cabo el análisis de varianza de cada una de las variables, realizándose una prueba de comparación de medias por Tukey con una probabilidad de alfa al 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSION

Entre las variables que reflejaron cierta diferencia de acuerdo al análisis estadístico aplicado fueron conductividad (electrolitos perdidos), firmeza de la pulpa y color, en este último se hizo la comparación en relación al parametro 'a' (colorímetro Hunter Lab), en donde como se puede observar en el Cuadro 1, el tratamiento de nitrato de calcio a $30 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, mostró una menor coloración (opacidad), misma que se expresa por

su valor negativo mayor (-5.7), que indica una mayor brillantez, en comparación con los resultados obtenidos en los demás tratamientos.

Cuadro 1. Valores de pérdidas fisiológicas de peso y color de cada uno de los tratamientos de frutos almacenados durante 27 días.

Tratamiento	Pérdida Fisiológica de Peso	Color "a" Hunter Lab		Conductividad Eléctrica Cáscara		Días a madurez
		Inicial	Final	Inicial	Final	
Control	9.09%	-4.8ab ³	-1.84b	1440a	1466.7a	2
Nitrato de calcio 10mg·L ⁻¹	5.02%	-4.8ab	-2.96ab	1167ab	1300a	4
Nitrato de Calcio 30mg·L ⁻¹	4.5%	-5.7a	-4.84a	1200ab	1466.7a	4
Caldo Bordelés	4.8%	-5.0ab	-2.73ab	820b	1266.7a	4

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

Otra de las variables evaluadas y que también los resultados se muestran en el Cuadro 1, fue el número de días para lograr la madurez de consumo después del período de almacenamiento, en esta, se observó que los tratamientos a base de calcio superaron solamente con dos días al tratamiento testigo, lo anterior podría ser atribuido probablemente a una reducción en el metabolismo, como lo señalan Cline y Hanson (1992), es el resultado de una mayor saturación de enlaces de sustancias pécticas en la membrana y pared celular por iones de calcio.

En la Figura 1, se muestra el comportamiento respiratorio, donde hubo un incremento rápido en los niveles de CO₂ conforme los tratamientos fueron expuestos al medio ambiente.

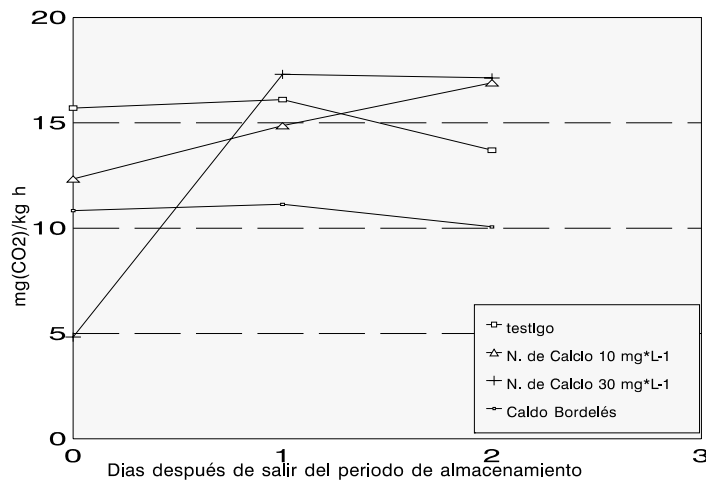


Figura 1. Comportamiento de la respiración de los frutos de aguacate cv Fuerte.

En cuanto al porcentaje de pérdidas fisiológicas de peso, de acuerdo a los datos obtenidos, el tratamiento correspondiente a la dosis de $30 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de nitrato de calcio fue el que registró el más bajo porcentaje con 4.5%, sin embargo, en la Figura 2, se puede observar el comportamiento promedio desde el primer día en que fueron expuestos a la temperatura ambiente (18°C), los porcentajes obtenidos en cada uno de los tratamientos con las fuentes de calcio, en relación con el testigo no es considerable, pero la diferencia fue notable en la apariencia externa de la fruta, donde se notó cierta influencia porque los frutos asperjados con calcio en precosecha presentaron una mejor calidad en tanto que frutos provenientes del tratamiento testigo presentaron deshidratación en la base acompañado de una madurez desuniforme.

Otro de los parámetros evaluados fue la firmeza, donde el tratamiento II, resultó ser estadísticamente superior al resto de los tratamientos, para este período de almacenamiento, mismo que se puede observar en el Cuadro 2. Existen evidencias que respaldan los resultados encontrados en el presente estudio, en los cuales se ha señalado que las aplicaciones de calcio en precosecha, induce a un menor daño postcosecha de frutos almacenados (Saks *et al.*, 1991; Cline y Hanson, 1992), preservando su apariencia externa y además ejerciendo entre otras cosas su influencia en la firmeza del fruto. Al llevar a cabo los registros de conductividad eléctrica para determinar los daños por frío en la cáscara y en la pulpa, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la cáscara (Cuadro 1), no así para la pulpa (Cuadro 2). En cuanto a la cáscara el tratamiento testigo mostró el más alto contenido de electrolitos (1440), en comparación con el resto de los tratamientos, este resultado, podría ser debido entre otras causas a una alteración de la membrana, misma que conduce a una afectación de los procesos metabólicos de la célula, como lo menciona Colinas, (1992).

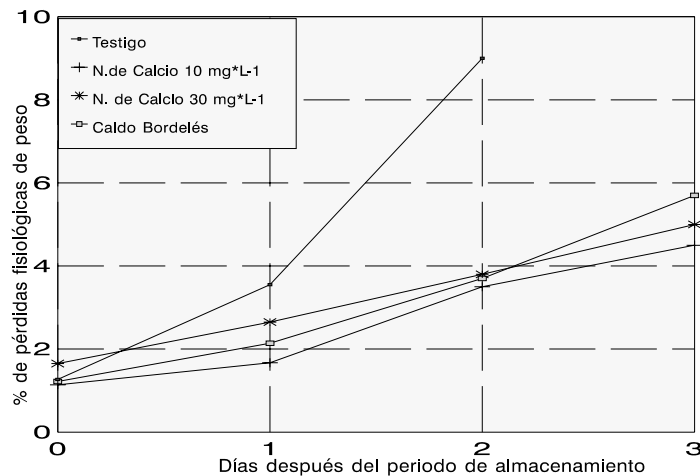


Figura 2. Porcentaje de pérdidas fisiológicas de peso en frutos de aguacate cv Fuerte

Entre los resultados que se presentan en el Cuadro 2, se muestran los de las variables color de la pulpa y daños por frío de los frutos de los diversos tratamientos almacenados durante 27 días a $5\pm 1^\circ\text{C}$. En cuanto a daños por frío el tratamiento con $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de nitrato de calcio superó a los otros tratamientos, en virtud de que solo tuvo un 25% de frutos dañados, además de lo anterior se observó una madurez uniforme, en

comparación con el control en el que la maduración se vió afectada por una madurez desuniforme, resultados similares fueron encontrados por Van Rensburg y Engelbrecht, (1985).

Cuadro 2. Porcentaje de daños por frío, cambios de firmeza y color de la pulpa de frutos de aguacate cv Fuerte almacenados durante 27 días.

Tratamiento	Firmeza a	Conductividad eléctrica pulpa		% de daño por frío	Color/pulpa "a" Hunter Lab	
		Inicial	Final		Inicial	Final
Testigo	107b	1500a	1700a	90.0%	-3.38b ¹	2.40b
Nitrato de Calcio 10mg·L ⁻¹	121a	1520a	1600a	25.4%	-5.86a	-5.16a
Nitrato de Calcio 30mg·L ⁻¹	116ab	1380a	1566.7a	40.0%	-4.95ab	-3.25ab
Caldo Bordeles	111ab	1666.7a	1700a	60.0%	-4.32ab	-2.05b

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

En el apartado de manchas en la pulpa esta fue más evidente en el tratamiento testigo y se acentuó más conforme el fruto logró su madurez de consumo e inició la etapa de senescencia, es decir al segundo día, la coloración de la pulpa se tornó de un color café cobrizo acompañado de olores desagradables, resultados similares fueron señalados por Bower y Cutting, (1988); Koen *et al.*, (1990), quienes encontraron que los síntomas de mancha de la pulpa en el fruto de aguacate cultivar Fuerte, se debe también además del calcio, a los bajos contenidos de otros elementos como el magnesio y el potasio los cuales si se encuentran por debajo de su nivel normal en el árbol, manifiestan dichos desórdenes fisiológicos, lo cual podría ser una de las causas de la sintomatología presentada en los frutos del tratamiento control.

CONCLUSION

Las aplicaciones de calcio en precosecha influyeron en la preservación de la calidad del fruto cv Fuerte almacenado a 5±1°C durante 27 días, siendo los tratamientos cuyas dosis de 10 mg·L⁻¹ y 30 mg·L⁻¹ de nitrato de calcio los que mejores resultados se obtuvieron en la reducción de daños por frío. Esta práctica podría recomendarse a nivel productores, sin embargo, por el margen de comercialización de solo 4 días lo que obliga al distribuidor a agilizar la venta del fruto.

LITERATURA CITADA

- Bower J. P. and J. G. Cutting. 1988. Avocado fruit development and ripening physiology. Horticultural Rev. 10: 229-272.
- Cline A.J. and A.E. Hanson. 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. *In:* Elhadi M. Yahia e Inocencio Higuera Ciapara. Fisiología y tecnología postcosecha de productos hortícolas. Ed. Limusa, México D.F. pp: 65-72.
- Koen T.J., S.F. DuPlesis and J.R. Terblanche. 1992. Nutritional factors involved in physiological problems of avocados (cv Fuerte). Acta Horticulturae.
- Lakshminarayana S., M. Muth. and Lingsah. 1974. Modified continuous gas stream method for measuring rates of respiration in fruits and vegetables. Central Foods Tech. Res. Ins. Mysora. Lab. Prac. 23:709-710.
- Saks Y., S. Lilian. and B.A Ruth. 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., D.K. Tandon and S.K. Kaira. 1993. Changes in postharvest quality mangoes, affected by preharvest application of calcium salts. Scientia Horticulturae 54: 211-219.
- Van Rensburg E. and A. H. P. Engelbrecht. 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., P. J. Hoffman. and B. N. Wolstenholme. 1990. Mineral distribution in avocado trees with reference to calcium cycling and fruit quality. Scientia Horticulturae. 44: 279-291.

ESTUDIO DE DIFERENTES DOSIS DE RADIACION GAMMA DE ⁶⁰Co SOBRE LA CALIDAD EN FRUTOS DE AGUACATE COLIN V-33

STUDY OF DIFFERENTS ⁶⁰Co RADIATION DOSES ON THE AVOCADO FRUITS QUALITY cv. COLIN V-33

Luis López López¹, Javier Alpizar Manjarrez² y Eulogio De La Cruz Torres³

RESUMEN

Frutos de aguacate cv Colín V-33, cosechados en madurez fisiológica, se le aplicaron tres dosis de radiación gamma ⁶⁰Co: 30, 60 y 100 Gy respectivamente. Con el fin de determinar el comportamiento postcosecha. Se encontraron algunos efectos indeseables tales como manchas en la cáscara y una madurez desuniforme, en tanto que para los efectos positivos se tuvo un retraso de un día en el logro del máximo climaterico, asi como un mayor contenido de grasa y proteína en comparación con el testigo. En cuanto a sabor los frutos tratados resultaron aceptables.

Palabras clave: Aguacate, radiación gamma ⁶⁰Co , calidad.

ABSTRACT

Avocado fruits of cv Colín V-33, were harvested in physiological maturity, and after were applied three doses from ⁶⁰Co gamma irradiation wich ones were: 30, 60 and 100 Gy respectively with the objective to determine the effect on quality avocado fruits. It was found some unacceptable characteristics such as skin damage and irregular ripening, meanwhile the positive effects were an increase in fat and protein content and a delay day at the maximum climateric when compared with the control. The flavor of the fruits, the results were acceptable.

Key words: Avocado, ⁶⁰Co gamma irradiation, fruit quality.

INTRODUCCION

La radiación gamma ⁶⁰Co fue propuesta por la Organización Mundial de la Salud como una de las medidas para reducir la incidencia de enfermedades transmitidas por

¹ Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S.C., Ignacio Zaragoza No. 6, Coatepec Harinas, Mexico. C.P. 51700.

² Investigador del ICAMEX.Conjunto SEDAGRO, Metepec, México. C.P. 52140.

³ Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), Ap. P.18-1027, C.P. 11801, México, D.F.

alimentos que afectan la salud humana. Montañó *et al.*, (1993) han señalado que entre los efectos benéficos de la radiación gamma ^{60}Co en productos vegetales perecederos, se encuentra el aumentar el período de la vida útil, al modificar los mecanismos de maduración y senescencia, además, evita el desarrollo de microorganismos e insectos (tratamiento cuarentenario), dando como resultado un incremento en la calidad higiénica de los productos. En la última década el uso de la radiación con ^{60}Co en México se ha realizado por un lado en busca de variabilidad genética y por otro se han llevado a cabo estudios con la finalidad de buscar alternativas para preservar la calidad de los alimentos en donde como lo señala (Bustos y Luna, 1995) tienen la propiedad de inactivar microorganismos patógenos, hasta de modificar procesos bioquímicos intrínsecos del fruto y preservar la calidad. En frutas se han realizado investigaciones en postcosecha en especies tales como mango y naranja (Bustos *et al.*, 1993). En cuanto a la tecnología postcosecha para el fruto de aguacate en nuestro país, aún es contrastante en cuanto a su modernidad y a su disponibilidad, a pesar de ello, se han logrado obtener avances en lo que a manejo postcosecha de frutos de aguacate se refiere, sin embargo, existe todavía mucha información que se desconoce, trayendo como consecuencia que un gran volumen de fruta se pierda y no llegue a su destino. Se han propuesto diversas técnicas para su aprovechamiento y también se buscan nuevas opciones como el uso de la energía ionizante de fuentes como la radiación gamma de ^{60}Co tomando en consideración las ventajas que se han obtenido en otras especies. Debido a lo anterior se realizó el presente trabajo de investigación con la finalidad de determinar el efecto de las aplicaciones de radiación gamma ^{60}Co sobre las características de calidad de frutos de aguacate cv Colín V-33.

MATERIALES Y METODOS

Material Biológico: Frutos de la variedad Colín V-33, provenientes del Centro Experimental "La Cruz" de la Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S.C., ubicada en el municipio de Coatepec Harinas, Estado de México, fueron cosechados en madurez fisiológica y posteriormente se seleccionaron por tamaños y se empacaron en cajas de cartón para ser trasladados al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

Tratamientos: Una vez seleccionados se procedió a la rotulación de los tratamientos que quedó como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Establecimiento de los tratamientos para el presente estudio

Tratamiento	Dosis	Repeticiones	Frutos por Repetición	Tiempo
I(Control)	0 Gy	4	15	5 Minutos
II	30 Gy	4	15	5 Minutos
III	60 Gy	4	15	5 Minutos
IV	100 Gy	4	15	5 Minutos

La radiación de los frutos se llevó a cabo de manera individual, en el irradiador de ^{60}Co , modelo Gammacel 220 del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ).

Las variables a evaluar fueron:

Patrón de Maduración: Para el registro de datos, se realizó una clasificación hedónica, la cual consistió en determinar los cambios de textura mediante el uso del tacto, y se registraron datos en base a frutos con textura: dura, cambiante y suave.

Pérdidas Fisiológicas de Peso: Se registró el peso del fruto diariamente desde el momento de la cosecha hasta que el fruto se tornó suave, es decir hasta que el fruto alcanzó la madurez de consumo.

Índice de Respiración: Mediante el método de corriente continua de gas modificado, propuesto por Laksmi Narayana y Lingiah, (1974) los datos se expresaron en $\text{mg CO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$. La evaluación de este parámetro se llevó a cabo diariamente.

Contenido de grasa y proteína, por la metodología propuesta para cada caso por la AOAC (1975).

Se realizó el análisis estadístico para las variables que así lo requerían siendo este un diseño completamente al azar además del análisis de varianza y la prueba de comparación de medias por Tukey con una probabilidad de alfa al 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSION

En cuanto al patrón de maduración los datos registrados mostraron cambios de textura a partir del tercer día, el tratamiento IV con 100 Gy fue la dosis en la que dichos cambios se presentaron primero seguido del tratamiento II (60 Gy), después del quinto día, la mayoría de los frutos tanto aquellos tratados con irradiación como los frutos sin irradiar se encontraban dentro de la clasificación entre el estado cambiante a suave y en algunos casos como aquellos del tratamiento IV los frutos habían alcanzado la madurez de consumo.

Los datos registrados en la variable porcentaje de pérdida fisiológica de peso los tratamientos mostraron incrementos sustanciales, en donde la dosis de 100 Gy fue la que registró el mayor porcentaje de pérdida fisiológica de peso, superando al tratamiento testigo, así como también al resto de los tratamientos, dichos resultados se muestran en la Figura 1.

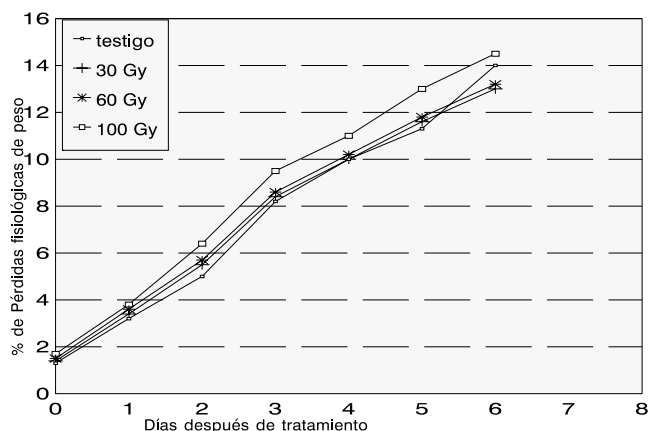


Figura 1. Porcentaje de pérdidas fisiológicas de peso de frutos de aguacate Colín V-33 sometidos a tratamientos con irradiación con Co60

La apariencia externa de los frutos, específicamente en la cáscara, fue en donde se encontraron las mayores daños, los frutos del tratamiento IV (100 Gy) presentaron además de manchas en la cáscara, cierta deshidratación a partir de la base del mismo, la cual venía precedida de un ablandamiento del fruto, los demás tratamientos presentaron aproximadamente entre un 5 y 10% del total de los frutos, por las características de daño manifestadas podría considerarse como un efecto indeseable para esta variedad de aguacate, así como una alta sensibilidad a las dosis de 60 y 100 Gy respectivamente.

Por otra parte en cuanto al índice respiratorio, como se observa en la Figura 2, el testigo logró el pico climatérico un día antes (al cuarto día después de la cosecha) que el resto de los tratamientos, por otro lado, la aplicación de la radiación ionizante ocasionó en las etapas iniciales un descontrol en los mecanismos de la respiración, durante los primeros dos días, debido a que se observó un incremento ligero de los niveles de CO₂ en el primer día para después descender y continuar posteriormente hasta lograr el máximo climatérico.

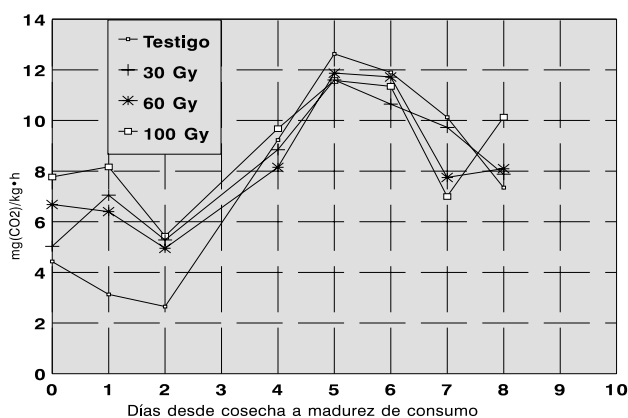


Figura 2. Comportamiento respiratorio de frutos de aguacate cv Colín V-33, irradiados con Co60.

También se observó que las dosis de 60 y 100 Gy mantuvieron un nivel entre los 5 y 6 días para después descender dando como resultado el inicio del fruto a la etapa de senescencia.

En cuanto a los niveles de grasa y proteína al llevar a cabo el análisis estadístico se encontraron diferencias significativas, para cada una de las medias de los tratamientos, los cuales se muestran en el Cuadro 2, en donde el contenido de grasa resultó menor en aquellos frutos tratados con radiación en comparación con el contenido de grasa del tratamiento testigo.

Cuadro 2. Contenido de grasa y proteína de frutos de aguacate cv Colín V-33 sometidos a radiación con ^{60}Co .

Tratamiento	Dosis	Grasa ¹	Proteína ¹	Sabor
I (Control)	0 kGy	71.56a ²	5.62b	Bueno
II	30 kGy	69.52ab	7.13a	aceptable
III	60 kGy	68.54b	6.78ab	aceptable
IV	100 kGy	69.1ab	6.32ab	aceptable

1 Los datos se presentan en base húmeda

2 tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes

En relación al contenido de proteína, sucedió un comportamiento contrario al resultado mostrado en grasa, es decir los tratamientos con radiación gamma de ^{60}Co , superaron en este apartado al testigo. En sabor cabe señalar que aunque a los panelistas se les ofreció una plática acerca de la importancia de la irradiación de alimentos y que ésta no representa ningún riesgo para la salud, aún se notó cierta desconfianza lo cual influyó hasta cierto punto en los resultados.

La mayoría de los resultados obtenidos, concuerdan de alguna manera con lo señalado por Siller, (1995) en el sentido de que la irradiación gamma en muchos productos de origen vegetal, ejerce hasta cierto punto y en determinadas especies y variedades el incremento de la sensibilidad, a otros parámetros, debido en parte a la degradación de algunos componentes complejos tales como son las grasas, proteínas, carbohidratos como almidones, azúcares, celulosa y pectinas, las cuales pueden ser degradadas a sus componentes más simples. De este modo para aguacate y en el caso específico para la variedad Colín V-33, resultó afectado en cuanto a la apariencia externa la cual es un indicador de calidad, que en la mayoría de los casos es determinante para la aceptación de un producto de consumo en fresco.

CONCLUSIONES

La aplicación de radiación gamma de ^{60}Co a frutos de aguacate cv Colín V-33, mostró en la mayoría de las variables estudiadas un efecto indeseable afectando directamente a uno de los parámetros de la calidad como lo es la apariencia externa, por lo que para el caso de frutos de cáscara delgada (0.9 mm) y color verde de fruta como la variedad Colín V-33 no puede considerarse como una opción que ofrezca ventajas.

LITERATURA CITADA

Association Official Analytical Chemistry.1975. Official methods of analysis. William Horwitz (Ed.). 12a. edición Washington, D.C. U.S.A. 1094 p.

Bustos R.M.E., E. De La Cruz T. y M. Hernández A. 1993.La irradiación como alternativa en la preservación de productos hortícolas. *In:* Programa Científico y Memoria Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, V Congreso Nacional de Horticultura, Veracruz, México. pp: 95

Bustos R.M.E. y C.C.P. Luna. 1995. Factibilidad técnico-económica de la aplicación de la irradiación como tratamiento post-cosecha en frutas y vegetales. *In:* Resúmenes del VI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, Hermosillo Sonora, Mexico pp:148.

Lakshminarayana S.M., Muttha, R.N. Lingsah. 1974. Modified continuous gas stream method for measuring rates of respiration in fruits and vegetables. Central foods Tech. Res. Ins. Mysora. Lab. Prac. 23: 709-710.

Montaño O.M., L. Flores L., E. Bosquez M.y M.E. Bustos R.1993. Determinación de niveles de radicales libres como indicadores de mango irradiado *In:* Programa Científico y Memoria Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, V Congreso Nacional de Horticultura, Veracruz, México. pp: 94

Siller C.J.H.1995. Irradiación de alimentos. Hort.Mex. 3: 67-75.