

EVALUACION DE PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE FRUTA EN ARBOLES DE AGUACATE HASS PROVENIENTES DE VARETAS SOMETIDAS A RADIACION GAMMA DE ⁶⁰Co.

PRODUCTIVITY AND FRUIT QUALITY EVALUATION IN HASS AVOCADO TREES OBTAINED BY IRRADIATION OF BUDWOOD WITH ⁶⁰Co GAMMA RAYS.

Eulogio De La Cruz Torres¹, Jorge Ibañez Palacios², Juan Manuel García Andrade¹ e Ignacio Rogel Castellanos³

RESUMEN

Se estudio la productividad, el comportamiento postcosecha y las características sensoriales de frutos de árboles de aguacate (*Persea americana* Mill.) del cultivar Hass de cinco años de edad, procedentes de varetas sometidas a radiación Gamma de ⁶⁰Co en dosis de 0 a 25 Gy. Aunque se obtuvo un amplio rango en cuanto al número de frutos al inicio del amarre y previo a la madurez fisiológica entre los árboles de una misma dosis, en las dosis de 5, 10 y 15 Gy de irradiación se presentaron individuos sobresalientes. No se detectaron diferencias significativas en el comportamiento postcosecha de los frutos analizados lo que evidencia que la irradiación aplicada en las varetas previo a la injertación no provocó cambios sobre los patrones de comportamiento fisiológico de la fruta obtenida posteriormente.

Palabras clave: Irradiación, frutos, amarre, producción, postcosecha.

ABSTRACT

The productivity, postharvest behavior and sensorial analysis of fruits of five years old Hass avocado trees, obtained by irradiation of budwood with ⁶⁰Co gamma rays and grafted on mexican seedling rootstocks was studied. Although a wide in regard to fruit number was detected from the beginning to the end of the fructification process between the trees within the same dose, outstanding individuals were found in the doses 5, 10 and 15 Gy. In regard to the postharvest behavior significant differences were not detected, which makes evident that the irradiation of budwood before grafting does not promotes changes on the physiological behavior pattern of the fruits obtained.

Key words: Irradiation, fruits, set, production, postharvest.

INTRODUCCION

Dentro del programa de mejoramiento genético del aguacatero de la Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C. se incluyó desde 1988 la línea de mutagénesis radioinducida, partiendo de estudios de radiosensibilidad en diversas variedades (De La Cruz *et al.*, 1997). Como resultado de estos estudios, en 1993 se iniciaron trabajos con el objetivo de obtener mutantes de porte bajo y alta productividad del cultivar Hass, basados en que esta metodología tiene un valor fundamental como un recurso para generar

¹ Departamento de Biología. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

² Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México.

³ Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C. Ignacio Zaragoza No. 6 Coatepec Harinas, México. Fax (714) 50279. Email: cictamex@edomex1.telmex.net.mx

variación genética, pues la inducción de una mutación en un tiempo y cultivar específicos, puede lograrse en una frecuencia 103 veces mayor que las mutaciones naturales, además de ser una técnica mucho más eficiente, dado que puede modificar sólo uno o algunos caracteres de interés (Przybyla, 1994).

Durante el período de cinco años en que se ha dado seguimiento a esta línea de investigación se determinó la dosis óptima para inducir variabilidad (12-15 Gy) y se han establecido las variaciones en arquitectura del material irradiado, detectándose que a medida que se incrementa la dosis de radiación se aumenta el ángulo de inserción de las ramas, lo que produce árboles más abiertos, al mismo tiempo que se incrementa el número de brotes prolépticos (De La Cruz *et al.*, 1998).

A efecto de caracterizar el comportamiento en cuanto a productividad del material irradiado, en este trabajo se presenta una evaluación de la producción, comportamiento postcosecha y análisis sensorial de frutos de aguacate 'Hass', de árboles procedentes de varetas irradiadas a diferentes dosis.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental "La Labor" perteneciente a la Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C., ubicado en el municipio de Temascaltepec, Estado de México, con una altura sobre el nivel del mar de 1950 m, clima templado subhúmedo con lluvias en verano, precipitación pluvial de 1307 mm, temperatura media anual de 14°C, máxima de 28°C y mínima de 0°C, suelo franco-arcilloso con pH de 6.5 y 3% de materia orgánica (Nicolás, 1992).

El material utilizado fueron 93 árboles de aguacate cultivar Hass de 5 años de edad, procedentes de varetas sometidas a radiación Gamma de ^{60}Co en dosis de 0 a 25 Gy, con intervalos de 5 Gy entre tratamientos e injertadas sobre portainjertos criollos de la raza Mexicana en junio de 1993. El material que sobrevivió a la radiación se estableció en enero de 1994 en la parcela "El Rosal", donde se les ha brindado el manejo correspondiente a una huerta comercial.

Para evaluar el efecto de la radiación sobre el desarrollo reproductivo así como también sobre la maduración y la calidad de los frutos de aguacate se tomaron las variables siguientes:

a) Número de frutos:

Se contabilizaron los frutos al inicio del amarre y previo a la madurez fisiológica.

b) Respiración:

Se determinó por el método de corriente continua de gas modificado por Laksminarayana *et al.* (1974) el cual se basa en la cuantificación de CO₂ desprendido por los frutos durante un tiempo determinado, evaluándose en tres frutos expuestos a temperatura ambiente por cada tratamiento, cuantificándose diariamente hasta que alcanzaron su madurez de consumo. Los resultados se reportaron como mg de CO₂ desprendido por kg de fruta por hora calculados de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} = \frac{(\text{Tb} - \text{Tm}) \cdot f}{\text{p} \cdot \text{t}}$$

Donde:

Tb= ml de HCl usados en la titulación del blanco.

Tm= ml de HCl usados en la titulación de la muestra.

P= peso de los frutos en kg.

t= tiempo de fijación de CO₂ en horas.

f= factor de correlación de equivalencias.

c) Pérdidas fisiológicas de peso.

Se registraron diez frutos de cada tratamiento, cada fruto se consideró como una repetición. Esta medición se efectuó todos los días en una balanza digital. Las pérdidas de peso acumulativas se cuantificaron en función de la diferencia de peso inicial y aquellas registradas al final de la evaluación, quedando expresado como porcentaje en relación al valor inicial, utilizando la fórmula siguiente:

$$\% \text{ Pérdida de peso} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

d) Firmeza de fruto:

Se evaluaron dos frutos de cada uno de los tratamientos, cada tercer día, cada fruto representó una repetición y la medición que se realizó se llevó a cabo con un

texturómetro Chatillon. La medición consistió en la fuerza ejercida durante la penetración del puntal en la pulpa del fruto.

e) Patrón de maduración:

Esta variable se determinó mediante cambios de textura al tacto durante el proceso de maduración, clasificándose en duros, cambiantes y suaves. En base a ésta se determinó el tiempo de maduración mediante una media ponderada. Los datos se expresaron como días a maduración.

d) Análisis sensorial:

Una vez que se obtuvo la maduración de los frutos, se procedió a caracterizarlos sensorialmente. Para esta prueba se tomaron 5 frutos de cada árbol en la etapa de madurez fisiológica, almacenados a temperatura ambiente en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ).

Se realizó un panel de catación con los tratamientos en estudio, evaluando el color, olor, sabor y textura del fruto, utilizando la prueba de Tukey y analizando los datos por pruebas estadísticas no paramétricas.

La evaluación estadística de las variables en estudio se realizó mediante un diseño completamente al azar de efectos fijos con un criterio de clasificación con número desigual de repeticiones.

RESULTADOS

Los Cuadros 1 y 2 muestran el promedio de número de frutos en función de la dosis, en dos fechas de evaluación: frutos tamaño cabeza de cerillo (febrero) y frutos previos a la madurez fisiológica (noviembre).

En los estadísticos correspondientes al número de frutos del mes de febrero en las dosis de 5, 10 y 15 Gy se presentó un mayor número de frutos que el testigo, siendo el incremento de hasta el 350% en la dosis de 15 Gy (el número de frutos del testigo se consideró el 100 %) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estadísticos relacionados con la variable número de frutos tamaño cabeza de cerillo (febrero).

Dosis (Gy)	Media	Desviación Estándar	Coeficiente de variación	Rango
0	44.3	31.8	71.7	2-108
5	82.0	75.3	91.8	1-262
10	84.3	94.8	112.4	1-345
15	156.7	150.8	96.2	7-560
20	30.3	22.6	74.5	5-60
25	68.0	16.0	23.5	52-84

La variación en el número de frutos fue enorme incluso en el testigo que presentó un coeficiente de variación de 71.7 %, hasta 112.4 % en la dosis de 10 Gy, lo que sugiere la existencia de individuos sobresalientes con respecto a la media general.

El incremento en número de frutos se asocia con la reducción en altura promedio de los individuos irradiados, lo cual concuerda con lo establecido por Wolstenholme y Whiley (1991), quienes señalan que para mejorar la eficiencia de fructificación se requiere eficientar el suministro de energía, lo que en muchos casos se consigue mediante la manipulación del crecimiento vegetativo y reproductivo, como es el caso del uso paclobutrazol o del anillado para reducir el crecimiento de los brotes.

Para los frutos contados en el mes de noviembre se encontró que los tratamientos con 20 y 25 Gy, se comportaron de forma similar al testigo, obteniendo una tendencia de número de frutos mayor en las dosis de 5, 10 y 15 Gy. Para el tratamiento de 15 Gy se logró un 230 % de frutos con relación al testigo (100 %).

Cuadro 2. Estadísticos relacionados con la variable número de frutos previo a madurez fisiológica (noviembre)

Dosis (Gy)	Media	Desviación estándar	Coeficiente de variación	Rango
0	14.9	13.8	92.6	1-49
5	31.7	35.4	111.6	0-109
10	21.7	19.3	88.9	0-62
15	34.3	37.0	111.0	1-151
20	14.6	8.6	58.9	5-13
25	13.0	9.0	69.2	9-13

En la Fig. 1 se muestra el comportamiento del número de frutos en distintas fechas en función de la dosis.

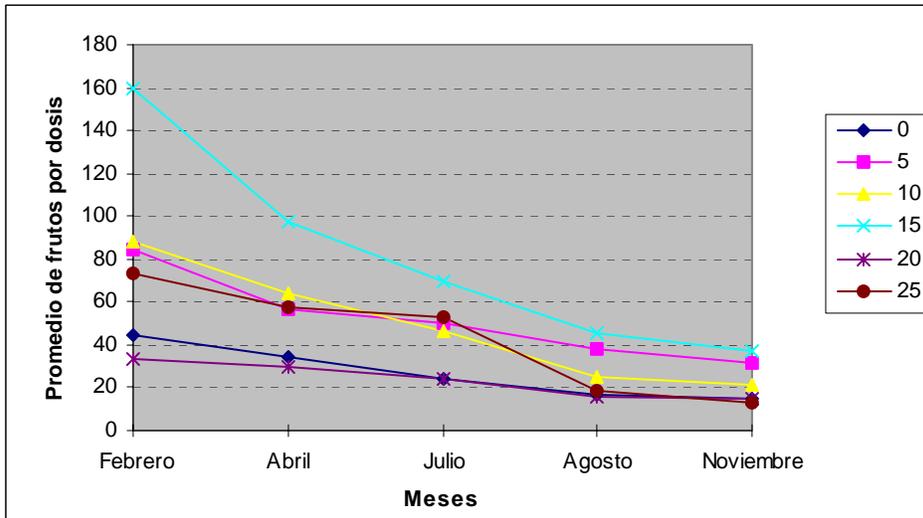


Figura 1. Conteo de frutos en diferentes fechas, en función de la dosis.

Se observó que los árboles provenientes de varetas irradiadas a dosis de 5,10 y 15 Gy, los cuales presentaron un mayor número de frutos en el amarre también exhibieron mayor caída de frutos en términos absolutos. Sin embargo retuvieron mayor número de frutos hasta un poco antes de la cosecha (Fig. 1).

Incrementos notables en rendimientos han sido registrados por Lacey y Campbell (1987), en sus experimentos sobre mejoramiento por mutagénesis en manzana, debiéndose tener en consideración que posteriormente en generaciones sucesivas V2 y V3 algunos clones altamente productivos generaron descendencia que no difería significativamente con el control, por lo que para tener resultados concluyentes es necesario evaluaciones a un largo período de tiempo y durante generaciones subsecuentes.

Con relación a las variables respiración, pérdidas fisiológicas de peso, firmeza del fruto y patrón de maduración, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Fig. 2, 3, 4, 5), evidenciando que las dosis aplicadas a las varetas no afectaron a los frutos. Lacey y Campbell (1987) reportan que para manzana sólo obtuvieron modificaciones en el hábito de crecimiento de la planta, más no en el proceso de respiración de los frutos.

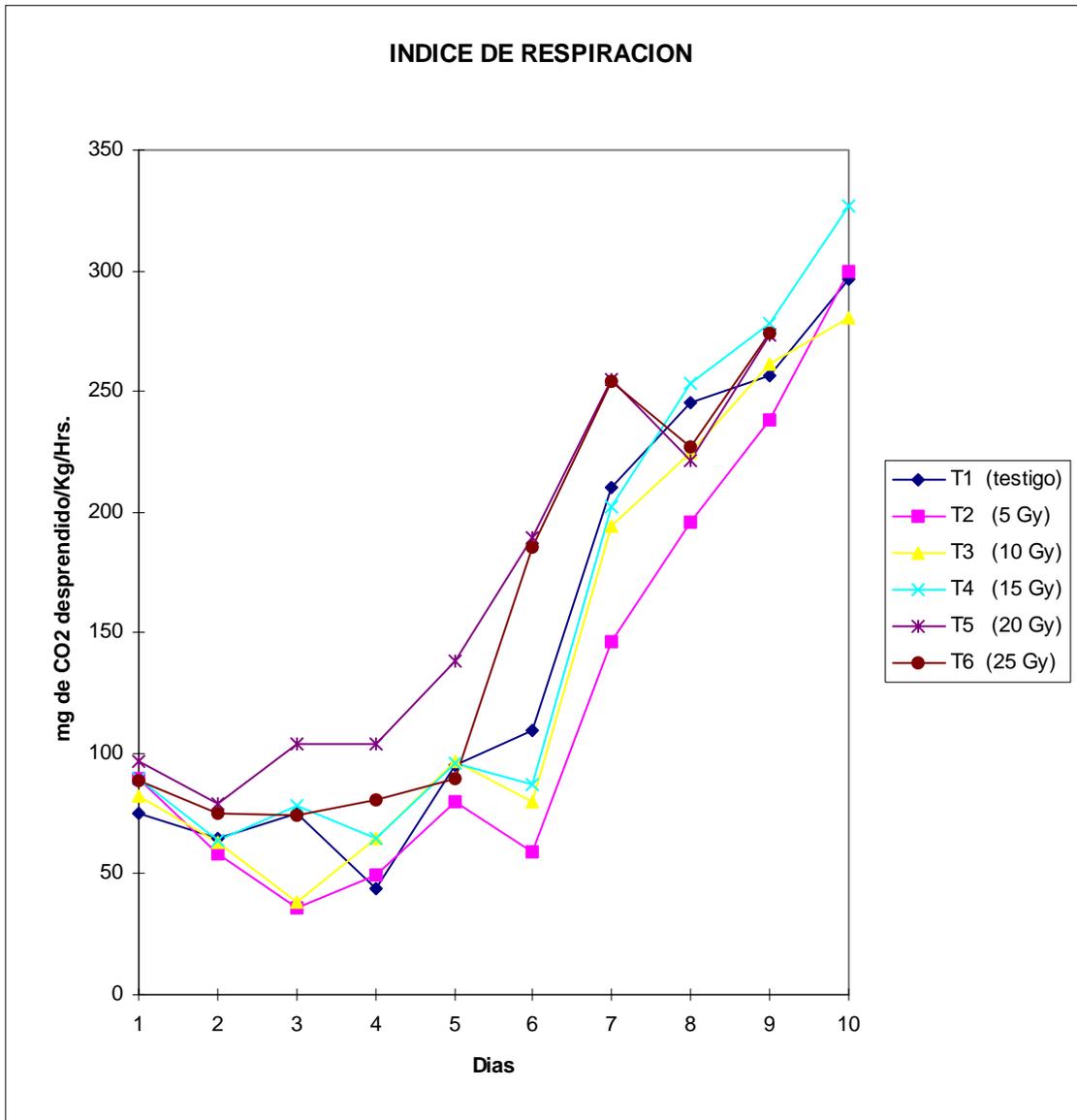


Figura 2. Evolución de los niveles de CO₂ en frutos de aguacate 'Hass' de árboles procedentes de varetas irradiadas, almacenados a 20°C durante 10 días.

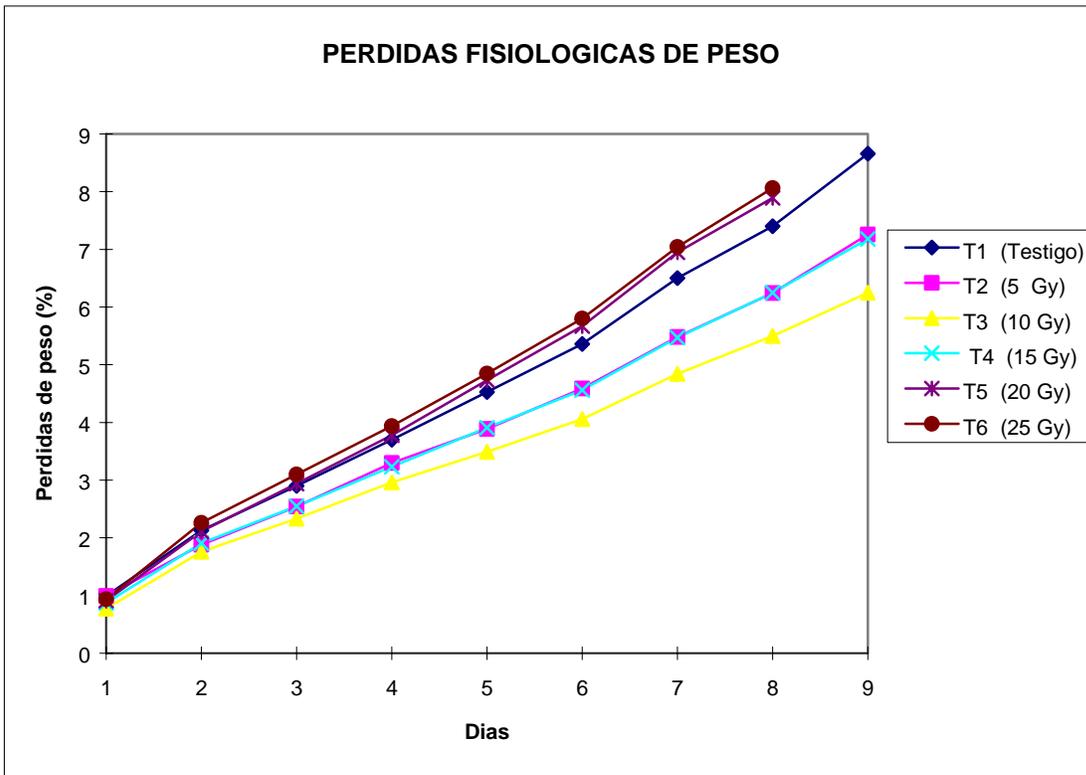


Figura 3. Evolución del porcentaje de pérdida fisiológica de peso de frutos de aguacate 'Hass' de árboles procedentes de varetas irradiadas.

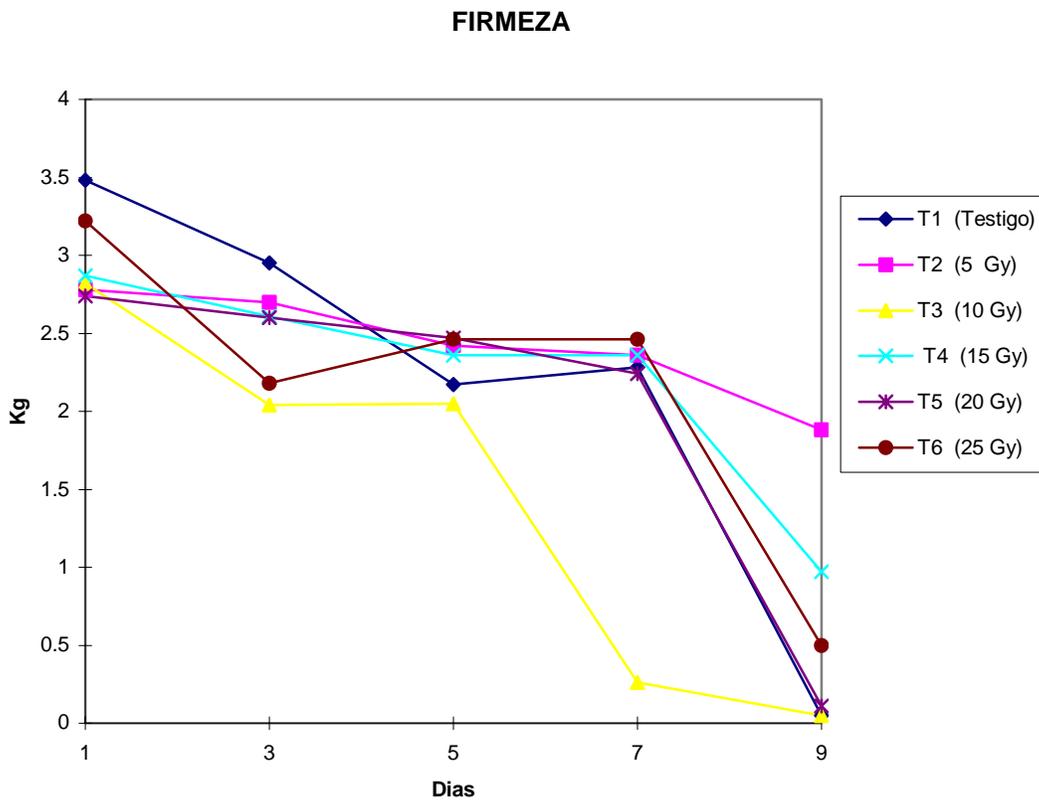


Figura 4. Firmeza de frutos de aguacate 'Hass' provenientes de varetas irradiadas

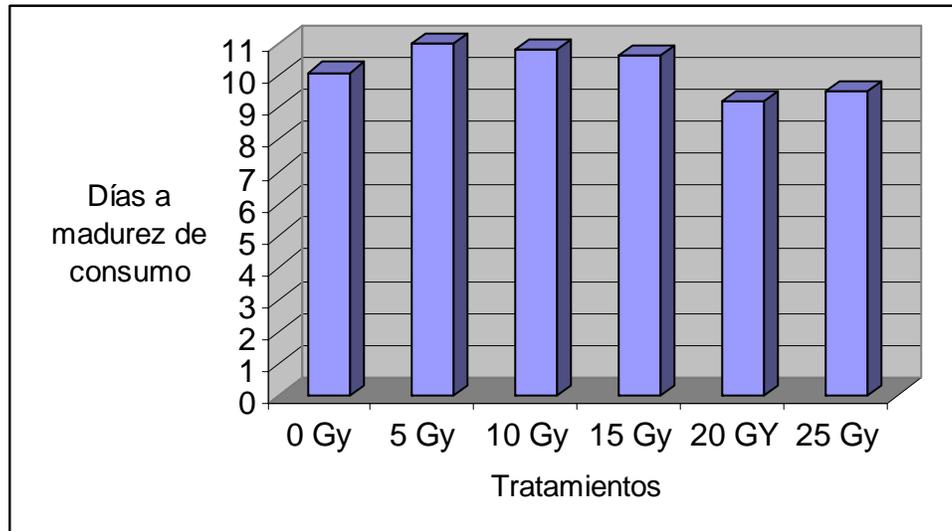


Figura 5. Patrón de maduración en frutos de aguacate 'Hass' de árboles procedentes de varetas irradiadas.

En el análisis sensorial de los frutos no se detectaron diferencias significativas en los valores obtenidos para el aroma, color, sabor y textura en virtud de que los frutos no son expuestos directamente a la irradiación.

CONCLUSIONES

El número promedio de frutos se incrementó en árboles provenientes de varetas irradiadas, respecto al testigo.

Las variables respiración, pérdidas fisiológicas de peso, firmeza, patrón de maduración así como las características sensoriales, no presentaron diferencias estadísticas significativas en frutos de árboles procedentes de varetas irradiadas respecto a frutos de árboles sin irradiar.

LITERATURA CITADA

De La Cruz T., E., M. Rubí A. Y J.M. García A. 1997. Respuesta de diversos genotipos de aguacate al mejoramiento por radiación gamma de ^{60}Co . VII Congreso Científico y Tecnológico ININ-SUTIN. pp:450-454.

De La Cruz T., E., M. Rubí A., L. Sandoval R. y J.M. García A. 1998 Variabilidad en arquitectura en aguacate cv. Hass sometido a radiación gamma de ^{60}Co . VI

Seminario nacional sobre uso de la radiación en fitomejoramiento. CICTAMEX ININ UAS. Junio de 1998. (En impresión).

Lacey, C.N.D. and A.I. Campbell. 1987. Mutation breeding of apple at Long Ashton U.K. Mutation Breeding Newsletter. 18:2-5.

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

Nicolás C.,M. 1992. Actividades realizadas en el Centro Experimental "La Labor", Temascaltepec, México. *In: Memoria de la Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C., Coatepec Harinas, México.* pp:229-233.

Przybyla, A. 1994. La importancia de la mutagénesis en la formación de recursos genéticos vegetales. *In: Memoria del XV Congreso nacional de fitogenética.* Monterrey, Nuevo León; México p:232.

Wolstenholme, B. And A.W. Whiley. 1991. Requirements for improved fruiting efficiency in the avocado tree. Abstracts II World Avocado Congress. Anaheim, California. Horticulture and plant physiology. 010.