

# Comportamiento de los frutos de guayaba (*psidium guajava L.*) sometidos a impacto

## *Behavior of the guava fruits (psidium guajava L.) subjected to impact*

José Antonio Yam Tzec<sup>1</sup>; Carlos Alberto Villaseñor Perea<sup>2</sup>; Eugenio Romantchik Kriuchkova<sup>2</sup>; Martín Soto Escobar<sup>3</sup> y Miguel Ángel Peña Peralta<sup>1</sup>

**RESUMEN.** La importancia del cultivo de guayaba radica en el aporte económico para algunas regiones de México. Actualmente se cultiva de forma general en lugares con cierto tipo de condiciones equivalentes en México a zonas como Aguascalientes, Zacatecas y Michoacán. Durante la comercialización se presentan muchos problemas relacionados con los daños mecánicos que se ocasionan durante la cosecha, transporte y almacenamiento, dichos daños aceleran la actividad fisiológica de los frutos de guayaba que se traduce en pérdidas económicas por la reducida vida de anaquel de los frutos. El objetivo de este trabajo consistió en determinar el comportamiento de los frutos de guayaba (*psidium guajava L.*) sometidos a impacto que ocurre durante la cosecha y las siguientes operaciones de manipulación cuando un fruto se golpea contra una superficie, su relación con los procesos fisiológicos, y pérdidas de peso. Se realizaron pruebas a frutos de guayaba de las variedades Calvillo y Criolla sometidas a impacto en superficies de madera y plástico. Se midió la producción de etileno y CO<sub>2</sub> los cuales son significativos. En el impacto las diferencias notables se vieron cuando se varía la posición de vertical a horizontal observando la mayor deformación en los frutos criollos. Durante los cuatro días que se midieron las variables se observaron pérdidas de peso debidas al impacto de hasta 9%.

**Palabras clave:** impacto, respiración, etileno.

**ABSTRACT.** The importance of the guava lies in its being the economic support of some regions in Mexico. It is presently harvested in areas which have a certain type of conditions in Mexico similar to those in areas such as Zacatecas, Aguascalientes and Michoacán. Several problems related to mechanical damage, such as those that happen during harvesting, transporting and storage appear during its commercialization. Damage accelerates the guava fruit physiological, which translates into an economic loss due to the reduced shelf life of the fruit. The objective of this paper was to determinate the behavior of the guava fruits (*psidium guajava L.*) subjected to impact that happens during the crop and the following operations of manipulation when a fruit is hit against a surface, its relationship with the physiologic, and lost processes of weight. Guava fruits of the Calvillo and "Criolla" variety were exposed to impact on plastic and wood surfaces. The production of ethylene and CO<sub>2</sub> were measured, and found to be significant. With regards to impact, the most noticeable differences appeared when the position changed from horizontal to vertical finding more deformation in the "Criolla" fruits. Variables were measured during the 4 days, finding weight loss of up to 9% for impact.

**Keywords:** impact, respiration, ethylene.

## INTRODUCCIÓN

La guayaba (*Psidium guajava L.*) esta clasificada como uno de los frutos más conocidos y estimados en la mayor parte del mundo. La producción mundial de guayaba es de alrededor de 1,2 millones de toneladas, la India y Pakistán aportan el 50%, México produce el 25% y el resto lo aportan otros países

como Colombia, Egipto y Brasil.

En México la producción de guayaba es del orden de las 300 000 toneladas anuales; destacando por su aportación los Estados de: Michoacán 37%, Aguascalientes 35%, Zacatecas 21% y el 7% restante, lo aportan el Estado de México, Jalisco y Querétaro. Siendo el valor de la producción del orden de los 1 200 millones de pesos (México, Gaceta del Senado, 2007).

**Recibido** 12/03/09, aprobado 12/11/10, trabajo 11/11, investigación.

<sup>1</sup> M.I. doctorante, Universidad Autónoma Chapingo, Postgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua, Chapingo, Texcoco, México, E-✉: [correoyam@hotmail.com](mailto:correoyam@hotmail.com), [ayam@correo.chapingo.mx](mailto:ayam@correo.chapingo.mx)

<sup>2</sup> Dr., Prof., Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola, Chapingo, Texcoco, México.

<sup>3</sup> M.I. Prof., Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.

La buena calidad de frutos de guayaba es aquella que presenta un buen aspecto general del producto, con leves defectos tales como raspaduras, rozaduras, costras, manchas o quemaduras de sol, siempre y cuando no afecten la calidad y la conservación y que cumple con un proceso de selección riguroso. (NMX-FF-040-SCFI-2002).

Los principales causantes de los daños en los frutos agrícolas pueden ser térmicos, biológicos físicos, mecánicos. Para el caso de los daños mecánicos, éstos pueden dividirse en causados por impactos, compresión, abrasivos o vibración (Mohenin, 1970).

Para el caso de la guayaba, los daños mecánicos son muy determinantes en la calidad del producto, daños que en ocasiones es imposible detectarlos a simple vista, pero a medida que el fruto vaya terminando su vida de anaquel se obtiene pérdida de calidad que repercute en cuestiones económicas (Kader, 2002).

Por otro lado, el cultivo de la guayaba, tiene un periodo de vida muy corto; se cosecha con un color verde amarillento y se ablanda alrededor de los ocho días. Para el caso de México, la cosecha es de forma manual.

La cosecha mecánica puede reducir o aumentar el costo de la cosecha, en dependencia de las labores adicionales que se deben hacer para preparar al cultivo a la mecanización. Según algunos datos la mecanización en la cosecha ha hecho, al momento, que exista una diferencia del 30-60% de los costos con relación a la cosecha manual (Shewfelt, 1993).

Algunas pruebas de cosecha mecánica que se han hecho principalmente en Hawai no han obtenido resultados satisfactorios por lo que toda la fruta cosechada se ha destinado a la industria, algunos estudios muestran que la pérdida por acción mecánica va del orden del 12% de la producción total. Uno de los índices de cosecha es el patrón de respiración, la mayoría de los autores afirman que este tipo de frutos presenta un patrón típico de los frutos climatéricos (Wills, 1981)

La relación entre los productos agrícolas y sus propiedades físicas, data desde hace 1940, con los trabajos de Gorichkin (1965). El estudio de las propiedades físicas de los productos agrícolas consiste en enfocar el producto vegetal como cualquier otro material, es decir, como un cuerpo físico que posee propiedades.

Las operaciones poscosecha se relacionan con operaciones que implican impacto circunstancia que ocasiona el magullamiento de la pulpa. El impacto es la causa más importante de daños en frutas. La excesiva compresión de la misma manera. Un daño mecánico es la falla del producto bajo deformación excesiva provocada por la aplicación de una fuerza constante, oscilante o puntual y cuyas variaciones se observan a diferentes intervalos (Manesco, 1998).

La mecanización de las operaciones, también produce daños y se reflejan en la calidad del producto dado que es el inicio de un deterioro completo del mismo. Algunas posibilidades de reducir los daños son: diseño adecuado de los elementos manipuladores de las maquinas, desarrollo de especies con calidad mejorada o la realización del transporte en un estado biológico del producto tal que pueda resistir el daño (Zambrano, 1996).

El manejo poscosecha se hace sin ninguna protección al fruto; para el caso de transporte se hace a granel, en cajas,

hasta llenar los camiones, es en esta etapa donde los frutos sufren los peores daños.

Una vez que los frutos se cosechan, existen gran cantidad de factores que interactúan con los frutos, ocasionando manifestaciones en dichos frutos. Una de las vías para mantener las características de calidad de los productos es interviniendo de manera que dichos factores no provoquen daños en el producto. Estos daños son ocasionados en su mayoría por las operaciones de cosecha, almacenamiento y transporte. El problema más grande radica en detectarlos, puesto que no son visibles al momento en que ocurren.

El objetivo de este trabajo consistió en determinar el comportamiento de los frutos de guayaba (*psidium guajava* L.) sometidos a impacto que ocurre durante la cosecha y las siguientes operaciones de manipulación cuando un fruto se golpea contra una superficie, su relación con los procesos fisiológicos, y pérdidas de peso.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Metodología de prueba para frutos de guayaba sometidos a impacto

La prueba para impacto consiste en someter a los frutos de guayaba a un golpe, dejándolos caer desde la altura de 70 cm, que es la distancia promedio a la que un cosechador la deja caer en sus recipiente de madera o de plástico, garantizando que los frutos cayeran de forma horizontal o vertical pudiéndolos guiar, pero dicho procedimiento no es necesario debido a que se garantiza la posición al dejarlos caer de esa altura.

El diseño experimental empleado es el arreglo factorial 2x2x2. El primer factor es la variedad con dos opciones variedad Calvillo (v1) y variedad Criolla (v2) el segundo factor es la superficie a la que se sometió a impacto el fruto posición vertical (v1) y posición horizontal (v2) el tercer factor corresponde a la superficie de impacto m1 es plástico y m2 es madera. Se obtuvieron los siguientes tratamientos:

1. p1m1v1.- posición vertical, superficie de plástico, variedad Calvillo
2. p1m2v1.- posición vertical, superficie de Madera, variedad Calvillo
3. p2m1v1.- posición horizontal, superficie de plástico, variedad Calvillo
4. p2m2v1.- posición horizontal, superficie de Madera, variedad Calvillo
5. p1m1v2.- posición vertical, superficie de plástico, variedad Criolla
6. p1m2v2.- posición vertical, superficie de Madera, variedad Criolla
7. p2m1v2.- posición horizontal, superficie de plástico, variedad Criolla
8. p2m2v2.- posición horizontal, superficie de madera, variedad Criolla
9. t1 .- testigo de la variedad Calvillo
10. t2.- testigo de la variedad Criolla

Cada unidad experimental (un fruto) fue evaluado con cinco repeticiones.

Para la medición de las variables de CO<sub>2</sub> y etileno se empleó el método utilizado por Villaseñor *et al.* (2006), que consiste en colocar frutos de peso y volumen conocido en recipientes con igual volumen conocido, cerrados herméticamente, durante una hora y posteriormente tomar una lectura de 1 mL de aire del espacio de la parte de arriba del recipiente hermético a través de un orificio en la tapa del recipiente diseñado para tal fin, luego inyectarla al cromatógrafo de gases, con un tiempo de 5 min por muestra y como resultado se obtiene un cromatograma y, con software diseñado para tal fin se calculó el área y la cantidad de CO<sub>2</sub> y etileno que resulte de las muestras.

Se determinaron las pérdidas de peso en los frutos después del someterlos a los daños mecánicos mediante una balanza digital, durante cuatro días de almacenamiento y se calculó el porcentaje de pérdida de peso con base en el peso inicial. Una vez obtenidos los datos en el ensayo mecánico y en la medida de variables fisiológicas se analizaron estadísticamente mediante el programa SAS versión 6.12, con las pruebas de Tukey, con un  $\alpha=0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Frutos sometidos a impacto. Producción de CO<sub>2</sub>

En el Cuadro 1 se presentan las medias de la producción de CO<sub>2</sub> (mL CO<sub>2</sub>/kg·h) para los distintos tratamientos, en los cuatro días analizados.

**CUADRO 1. Medias de producción de CO<sub>2</sub> (mL CO<sub>2</sub>/kg·h) de los diferentes tratamientos de frutos de Guayaba sometidos a impacto**

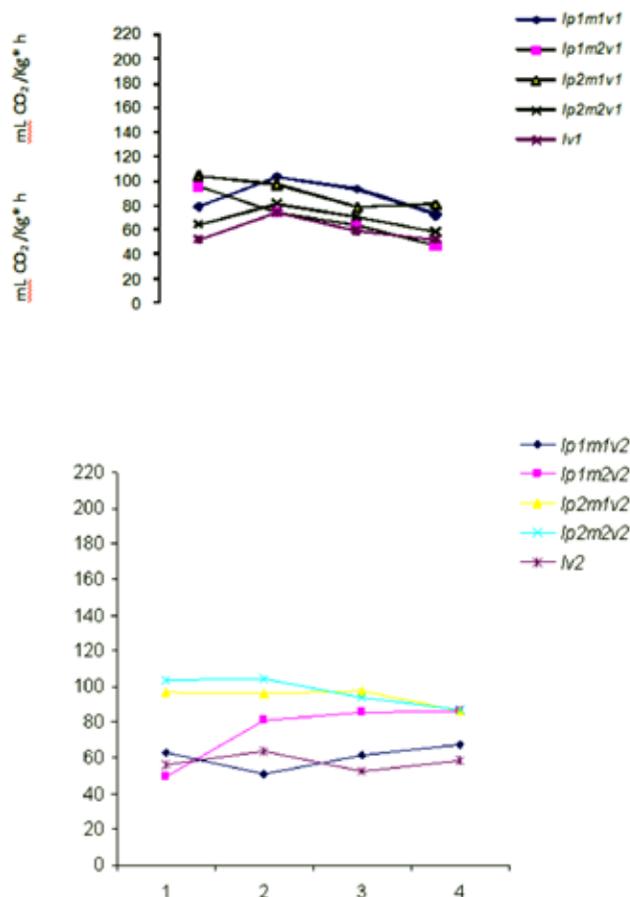
TRATAMIENTO	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4
Ip1m1v1	78,55	103,73	93,36	73,13
Ip1m2v1	95,67	73,63	63,67	47,13
Ip2m1v1	104,23	96,76	79,04	81,08
Ip2m2v1	64,29	81,16	70,74	57,66
Ip1m1v2	62,89	51,40	61,86	67,80
Ip1m2v2	49,90	80,72	85,64	86,55
Ip2m1v2	96,79	96,13	97,76	86,52
Ip2m2v2	103,51	104,16	93,98	86,98
Iv1	52,20	74,05	59,10	52,00
Iv2	56,30	64,10	52,20	58,70

De donde se puede observar que existe una pronunciada tasa de respiración de manera similar entre los tratamientos tres y ocho que corresponden a las dos variedades y para la misma posición, de forma horizontal, según prueba de Tukey no existen diferencias estadísticas relevantes con  $\alpha=0,05$  en la producción de CO<sub>2</sub> para frutos de Guayaba en el primer día.

Para el día dos, coinciden los valores pronunciados con medias con diferencia estadística para  $\alpha=0,05$  entre los tratamientos ocho, uno y tres con relación a los tratamientos seis dos y cinco, encontrándose una mayor producción en los tratamientos con posición horizontal del fruto.

En el día tres y cuatro se incrementa la producción de CO<sub>2</sub> en los tratamientos de la variedad Criolla con relación a los de la variedad Calvillo, pero no se registran diferencias estadísticas significativas con  $\alpha=0,05$ ; 0,01 y 0,1.

En la Figura 1 está representada la producción de CO<sub>2</sub> en frutos de guayaba en las variedades Calvillo (v1) y Criolla (v2) sometidos a impacto en la posición vertical (p1) y horizontal (p2) en dos superficies de contacto, plástico (m1) y madera (m2).



**FIGURA 1. Producción de CO<sub>2</sub> en frutos de guayaba en las variedades Calvillo (v1) y Criolla (v2) sometidos a impacto en la posición vertical (p1) y horizontal (p2) en dos superficies de contacto, plástico (m1) y madera (m2).**

### Producción de etileno

En el Cuadro 2. Se presentan las medias de producción de etileno de los diferentes tratamientos de frutos de guayaba sometidos a impacto.

**CUADRO 2. Medias de producción de etileno de los diferentes tratamientos de frutos de guayaba sometidos a impacto**

TRATAMIENTO	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4
Ip1m1v1	0,8348	0,9789	0,6709	0,5959
Ip1m2v1	1,2789	1,4158	1,7902	1,3161
Ip2m1v1	1,4626	1,3131	2,0169	0,3037
Ip2m2v1	1,0758	1,2448	2,4699	1,2720
Ip1m1v2	1,7100	2,0451	1,6327	2,1744
Ip1m2v2	0,4011	1,5232	1,4497	1,8071
Ip2m1v2	0,8176	2,2650	2,3300	2,8428
Ip2m2v2	1,5605	1,9480	1,9454	2,2254
Iv1	0,5718	0,8826	0,5000	0,4700
Iv2	0,9045	1,1326	0,9193	0,5318

Los valores más altos los obtuvieron los frutos de la variedad Criolla, para el primer y segundo día el tratamiento siete que corresponde a la posición horizontal y superficie de plástico, en tanto que el testigo observaba valores cercanos a 1  $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg}\cdot\text{h}$ , para los siguientes días, para el tercer día el valor más alto corresponde al tratamiento cuatro que es superficie de madera, posición horizontal y variedad Calvillo, superando los valores del tratamiento siete en 2 décimas. El día último se observa un incremento significativo del tratamiento siete de igual manera.

En Figura 2. Se representa la producción de etileno en frutos de guayaba en las variedades Calvillo (v1) y Criolla (v2) sometidos a impacto en la posición vertical (p1) y horizontal (p2) en dos superficies de contacto, plástico (m1) y madera (m2).

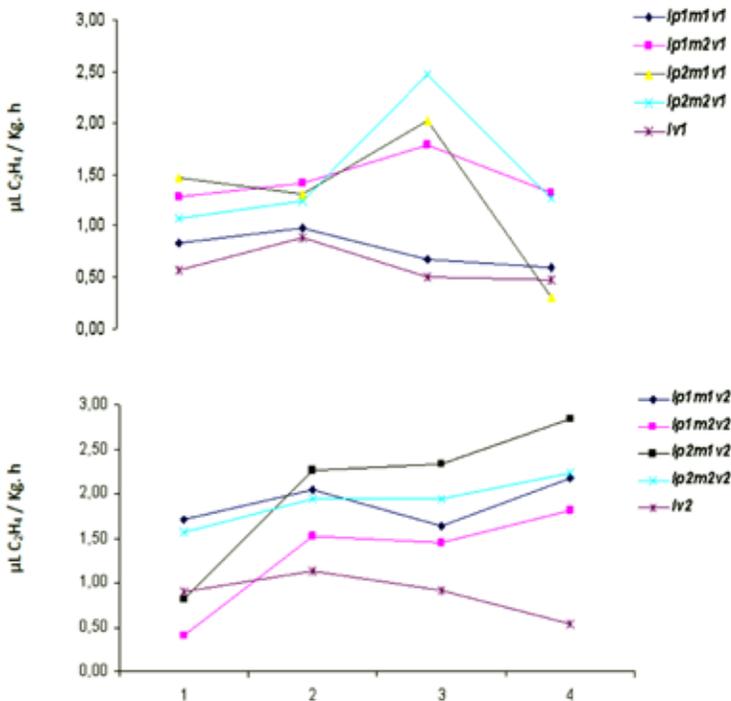


FIGURA 2. Producción de etileno en frutos de guayaba en las variedades Calvillo (v1) y Criolla (v2) sometidos a impacto en la posición vertical (p1) y horizontal (p2) en dos superficies de contacto, plástico (m1) y madera (m2).

La producción de etileno se observó un incremento significativo con un  $\alpha=0,05$  durante los días de evaluación con relación al fruto testigo.

### Pérdida de peso

Para la variedad Calvillo (Figura 3), se observa una mayor pérdida de peso en los frutos sometidos a impacto en plástico en relación con los sometidos a impacto en madera, quienes representan menor pérdida de peso para la posición vertical. Los frutos sometidos a impacto en la posición vertical en plástico representan en términos porcentuales la mayor pérdida de humedad con valores de más de 9%.

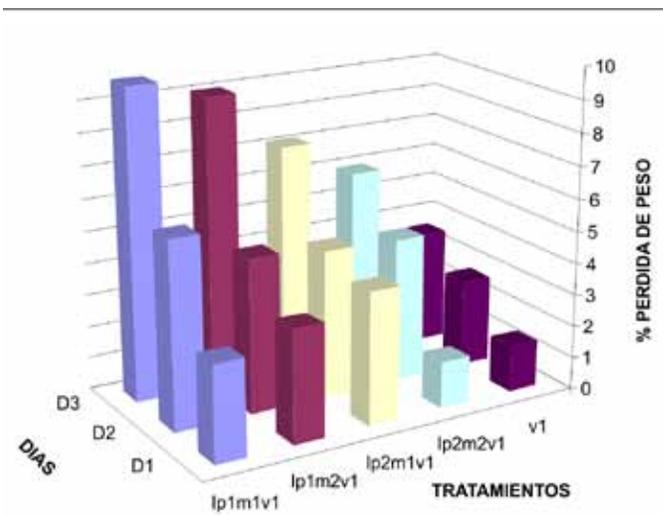


FIGURA 3. Pérdidas de peso en frutos de guayaba (*Psidium Guajava L*) de la variedad Calvillo sometidos a impacto en dos diferentes materiales (m1) plástico y (m2) madera, en dos diferentes posiciones (p1) vertical y (p2) horizontal.

Para la variedad Criolla (Figura 4) se observa una mayor pérdida de peso en los frutos sometidos a impacto en plástico en posición vertical en relación con los sometidos a impacto en plástico en posición horizontal, los cuales representan menor pérdida. Los frutos sometidos a impacto en la posición vertical en plástico representan en términos porcentuales la mayor pérdida de humedad con valores de hasta 8% con relación al fruto testigo.

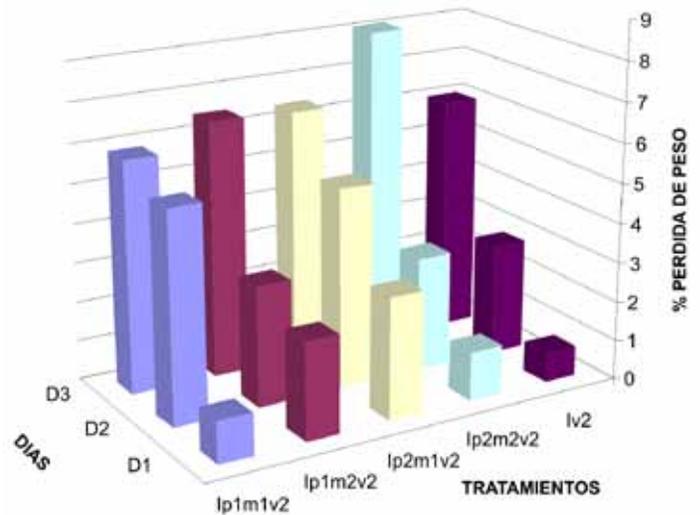


FIGURA 4. Pérdidas de peso en frutos de guayaba (*Psidium Guajava L*) variedad Criolla sometidos a impacto en dos diferentes materiales (m1) plástico y (m2) madera, en dos diferentes posiciones (p1) vertical y (p2) horizontal.

La pérdida de peso que se refleja en los gráficos anteriores se debe a la pérdida de agua por transpiración por la situación de estrés al que es sometido el fruto (Barreiro, 2001, citado por Villaseñor *et al.*, 2006).

## CONCLUSIONES

- Se analizaron frutos de guayaba Calvillo y Criollas para determinar el comportamiento al impacto y su relación con los procesos fisiológicos, también se determinaron pérdidas de peso al impacto.
- En el día tres y cuatro se incrementa la producción de CO<sub>2</sub> en los tratamientos de la variedad Criolla con relación a los de la variedad Calvillo, pero no se registran diferencias estadísticas significativas con  $\alpha=0,05$ ; 0,01 y 0,1.
- En la producción de etileno, los valores más altos los obtuvieron los frutos de la variedad Criolla, para el primer y segundo día el tratamiento siete que corresponde a la posición horizontal y superficie de plástico, en tanto que el testigo observaba valores cercanos a 1  $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg}\cdot\text{h}$  para los siguientes días, para el tercer día el valor más alto corresponde al tratamiento cuatro que es superficie de madera, posición horizontal y variedad Calvillo, superando los valores del tratamiento siete en 2 décimas. El día último se observa un incremento significativo del tratamiento siete de igual manera.
- Para la variedad Calvillo se observa una mayor pérdida de peso en los frutos sometidos a impacto en plástico en relación con los sometidos a impacto en madera, quienes representan menor pérdida de peso para la posición vertical. Los frutos sometidos a impacto en la posición vertical en plástico representan en términos porcentuales la mayor pérdida de humedad con valores de más de 9%.
- Para la variedad Criolla se observa una mayor pérdida de peso en los frutos sometidos a impacto en plástico en posición vertical en relación con los sometidos a impacto en plástico en posición horizontal, los cuales representan menor pérdida. Los frutos sometidos a impacto en la posición vertical en plástico representan en términos porcentuales la mayor pérdida de humedad con valores de hasta 8% con relación al fruto testigo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GORIACHKIN, V. P.: *Obras escogidas*, Editorial Kolos, Moscú, 1965.
- KADER, A.A.: *Guayaba, recomendaciones para mantener la calidad poscosecha*, Departament of Pomology, University of California, Davis CA 95616, 2002, traducido, por Clara Pelayo, Depto. de Biotecnología de la Universidad Autónoma Metropolitana, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, D.F., 2002.
- MANESCO, T.: "Estudio de las tensiones en válvulas biplanas tipo mariposa", Universidad de Antioquia, *Revista Facultad de Ingeniería*, diciembre, (30): 109-124, Medellín, Colombia, 2006.
- MÉXICO, SENADO DE LA REPÚBLICA: *Gaceta del Senado, Número 18*, México 2007.
- MOHSENIN, N.: *Physical properties of plant and animal materials*, pp. 587-593, Gordon and Breach Science Publisher, New York, USA, 1970.
- NMX-FF-040SCFI-2002: *Productos alimenticios no industrializados para consumo humano, fruta fresca, guayaba, 10pp.*, Norma Mexicana NMX-FF-040SCFI-2002, Vig. 2002.
- SHEWFELT, R.: *postharvest handling: A system approach*, San Diego CA, Academic Press, USA, 1993.
- VILLASEÑOR, P. C.A.; H. CHÁVEZ; C. SAUCEDO; A. ZALAZAR; L. LANDOIS y H. HERNÁNDEZ: "Comportamiento mecánico y fisiológico de frutos de melón (*Cucumis melo* L.) bajo compresión axial", *Revista Fitotecnia Mexicana*, 29(2): 157-162, 2006.
- WILLS, R.B.; F.H. LEE and D. GRAHAM: *Postharvest an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables*, pp. 126-136, Westport Coon, Australia, 1981.
- ZAMBRANO, M.J.: *Determinación de las propiedades físico mecánicas de la piña*, Trabajo de Diploma (en opción al título de Licenciado en Ingeniería Mecánica Agrícola), Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México, 1996.

*Todos nuestros servicios  
a su disposición*

**BIBLIOTECA ANTONIO MACHADO RUIZ**

**UNIVERSIDAD DE GRANMA (UGR)**