

ATRIBUTOS DE CALIDAD Y VIDA DE ANAQUEL DE FRUTOS DE CULTIVARES DE CHILE SERRANO EN MÉXICO

FRUIT QUALITY ATTRIBUTES AND SHELF LIFE OF SERRANO PEPPER CULTIVARS IN MÉXICO

Enrique Vázquez García^{1*}, Moisés Ramírez Meraz¹, Horacio Mata Vázquez¹, Rafael Ariza Flores² e Irán Alia Tejacal³

¹Campo Experimental Las Huastecas, Centro de Investigación Regional del Noreste, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Km 55 carretera Tampico-Mante. México C.P. 89610. Tel y Fax: 836 2760168. ²Campo Experimental Chilpancingo, Centro de Investigación Regional Golfo-Centro. INIFAP, Av. Rufo Figueroa s/n, Col. Burócratas. 39090, Chilpancingo, Guerrero, México. ³Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001. 62210, Cuernavaca, Morelos, México.

* Autor para correspondencia (vazquez.enrique@inifap.gob.mx)

RESUMEN

El chile Serrano (*Capsicum annuum* L.) se consume en México básicamente en fresco, por lo que la calidad y la vida de anaquel de sus frutos son factores importantes en su comercialización; sin embargo, la literatura científica sobre esta temática es escasa. En este estudio se cuantificaron los atributos de calidad y vida de anaquel de 19 cultivares de chile Serrano desarrollados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y por varias compañías particulares de semillas. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 10 repeticiones, y cada fruto se consideró como una repetición. Se encontraron diferencias entre cultivares en peso de fruto, diámetro, longitud, firmeza, color (croma y tono o hue) y pérdida fisiológica de peso. Los cultivares 'Bandido' y 'HMX-5651' superaron ($P \leq 0.01$) a los demás en peso e intensidad de color. Los materiales 'HMX-6671', 'HMX-6661', 'Blakie' y 'HS-44' destacaron por su intensidad de color. 'Centauro' fue el material con mayor valor de firmeza ($P \leq 0.01$). Los materiales 'HS-49', 'HS-51', '21-20-1' y '74-5-5' registraron altos valores de firmeza y bajos porcentajes de pérdida de peso. Los cultivares '74-27-5', 'Tampiqueño 74' y '33-12-2' presentaron valores bajos de pérdida de peso. Los materiales desarrollados por las compañías particulares sobresalieron por su mayor peso e intensidad de color, mientras que los cultivares desarrollados por el INIFAP destacaron por su mayor firmeza y menor pérdida de peso.

Palabras claves: *Capsicum annuum*, firmeza, pérdida de peso, croma, tono.

SUMMARY

Serrano pepper (*Capsicum annuum* L.) is mostly used in México for fresh consumption. Thus, fruit quality and fruit shelf life are important factors for its marketing. However, scientific literature on this subject is scarce. In this study we evaluated fruit quality attributes and shelf life of 19 cultivars of Serrano pepper developed by the Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias (INIFAP), and several private seed companies. A completely random experimental design was used with 10 repetitions, each fruit being a repetition. Cultivars varied ($P \leq 0.01$) in: fruit weight, diameter, length, firmness, color (chroma and tone or hue angle) and physiological weight loss. Fruits from 'Bandido' and 'HMX-5651' cultivars were the largest and had the highest color intensity ($P \leq 0.01$), while 'HMX-6671', 'HMX-6661', 'Blakie', 'HS-44' produced fruits of intense color ($P \leq 0.01$). 'Centauro' fruits had the highest firmness ($P \leq 0.01$). Cultivars 'HS-49', 'HS-51', '21-20-1' and '74-5-5' registered high values of firmness combined with low percentage of weight loss. Cultivars '74-27-5', 'Tampiqueño 74' and '33-12-2' also had low weight losses. Materials developed by private companies produced large fruits of intense color, while cultivars developed by INIFAP had higher fruit firmness and lower weight loss.

Index words: *Capsicum annuum*, firmness, weight loss, chroma, tone.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del chile (*Capsicum* spp.) es importante en la historia, tradición y cultura de México y es, además, un producto agrícola con alta demanda mundial, ya que se ubica entre las siete hortalizas más cultivadas del mundo, con una producción mundial estimada de 24 millones de toneladas (Pérez-Castañeda *et al.*, 2008).

México cuenta con la mayor variabilidad genética de *Capsicum annuum* var. *annuum* y de sus parientes silvestres *C. annuum* var. *aviculare* y *C. annuum* var. *glabriusculum*, representada por numerosos tipos (Serranos, Jalapeños, Pasillas, Guajillos, de Árbol, y otros.) adaptados a diferentes condiciones agroecológicas y ampliamente usados en el país. Asimismo, cuenta con otras especies importantes de chile como *C. chinense* y *C. pubescens*, mejor conocidos como chiles Habanero y Manzano, respectivamente (Laborde y Pozo, 1982; Meneses *et al.*, 2006; Hernández *et al.*, 2008).

El chile Serrano es uno de los más comerciales en el país donde goza de preferencia para su consumo en fresco, por lo que la calidad del fruto y su vida de anaquel son factores importantes en su valor comercial. Existe abundante información sobre los factores que afectan la calidad y vida de anaquel de diversos tipos de chile, en especial del tipo Pimiento morrón; sin embargo, la literatura científica sobre esta temática es escasa para el chile Serrano. Diversos autores coinciden en que los principales factores que demeritan la calidad y vida de anaquel de los diversos tipos de chiles son la pérdida

fisiológica de peso y los cambios de color del epicarpio (Lownds *et al.*, 1994; Martínez *et al.*, 2005; Díaz-Pérez *et al.*, 2006; Smith *et al.*, 2006). En este contexto la presente investigación tuvo como objetivo cuantificar los atributos de calidad y vida de anaquel de 19 variedades mejoradas de chile Serrano, desarrolladas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y por varias compañías particulares productoras de semillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en Tamaulipas, con plantas crecidas en campo a 22° 34' LN, 98° 09' LO. En diciembre de 2007 se cosechó un ensayo de rendimiento del programa de mejoramiento genético de chile del INIFAP, integrado por 19 variedades de chile Serrano con las siguientes características: seis líneas avanzadas F8 del INIFAP con un grado de endogamia cercano a 99 % ('HS-49', 'HS-51', '74-27-5', '21-20-1', '74-5-5' y '33-12-2'); cuatro variedades comerciales liberadas por el mismo Instituto entre 1974 y 2007 ('Coloso', 'HS-44', 'Centauro' y 'Tampiqueño 74'; Pozo, 1981; Ramírez *et al.*, 2007); y nueve variedades desarrolladas por compañías particulares ('HMX-5651', 'HMX-6661', 'HMX-6671' y 'Bandido', de Harris Moran; 'Lucero', de Mar Seed; 'Milenio', de Caloro; 'Blakie', 'Nazas' y 'Tuxtlas', de Seminis). Inmediato a la cosecha, los frutos se trasladaron al laboratorio de postcosecha donde visualmente se eligieron 20 ejemplares de cada cultivar, en los que se hizo la evaluación, en la etapa de madurez fisiológica de color verde uniforme.

A 10 de los 20 frutos seleccionados de cada variedad se les determinó peso (g), diámetro (cm), longitud (cm), firmeza (N cm^{-2}), porcentaje de llenado de placenta y grosor de pericarpio (mm), mediciones que se hicieron el mismo día de la cosecha (Martínez *et al.*, 2003). A los 10 frutos restantes de cada variedad se les determinó el color del epicarpio (croma y tono o hue) y el porcentaje de pérdida fisiológica de peso (Martínez *et al.*, 2003), medidos a los 12 d posteriores a la cosecha. La firmeza se midió con un penetrómetro de frutas Wagner®, provisto con un puntal de 0.5 cm; esta medición se basó en la presión (N cm^{-2}) necesaria para penetrar el pericarpio del fruto. El color se midió con un colorímetro Minolta modelo 410®, el cual proporcionó directamente los valores de croma y tono. La vida de anaquel de los frutos se evaluó mediante la pérdida fisiológica de peso y los cambios de color del epicarpio. Se consideró que a mayor pérdida de peso y mayores cambios en los valores de croma y tono en función del tiempo, el fruto tendría menor vida de anaquel, como lo han demostrado varios autores (Lownds *et al.*, 1994; Martínez *et al.*, 2005;

Díaz-Pérez *et al.*, 2006; Smith *et al.*, 2006). El manejo técnico del ensayo de rendimiento en campo se hizo de acuerdo con el paquete tecnológico recomendado por el INIFAP para este cultivo (INIFAP, 1999).

El peso de los frutos se midió con una báscula digital Torrey modelo EQ 5/10® y el diámetro y longitud se midieron con un vernier Surtek®. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 10 repeticiones, y cada fruto se consideró como una unidad experimental. Con la información recabada se hicieron análisis de varianza, pruebas de comparación de medias ($P \leq 0.01$) y análisis de correlación de Pearson, todos con el programa estadístico SAS versión 6.01 (SAS Institute, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias entre variedades en peso y diámetro del fruto ($P \leq 0.01$), donde destacaron por su mayor peso las variedades 'Bandido' y 'HMX-5651' (12.2 y 11.8 g/fruto). En general, las variedades del INIFAP registraron un tamaño intermedio, y dentro de este grupo sobresalieron 'HS-51' y 'HS-49' (10.5 y 10.1 g/fruto). Se demostró que hubo una correlación positiva entre peso y diámetro de fruto ($r = 0.70$, $\alpha = 0.01$), coincidente con lo reportado por Díaz-Pérez *et al.* (2006). Las variedades 'HMX-6671', 'HMX-6661', 'Lucero', '74-27-5' y 'Blakie' produjeron frutos más largos ($P \leq 0.01$) que el resto de ellas (Cuadro 1).

Al hacer cruza entre siete progenitores, Martínez *et al.* (2005) consignaron pesos individuales de frutos de chile Serrano entre 5.5 y 15 g/fruto, con una media de 9.6 g/fruto. Según estos autores, las diferencias entre progenitores y cruza para peso de fruto se explicaron solamente por efectos genéticos no aditivos, por lo que ellos sugieren que las mejores estrategias de mejoramiento serían la formación de híbridos, y con el uso de métodos de selección recurrente que exploten los efectos no aditivos en caracteres determinados por efecto de dominancia, como peso individual del fruto y rendimiento por hectárea.

En firmeza de fruto, cinco de las variedades del INIFAP ('Centauro', 'HS-49', 'HS-51', '21-20-1' y '74-5-5') se ubicaron entre las de mayor valor ($P \leq 0.01$) con respecto a las demás (Cuadro 1), en especial 'Centauro' (159 N cm^{-2}); por el contrario, siete variedades provenientes de compañías particulares registraron los valores más bajos de firmeza (98 a 128 N cm^{-2}). En porcentaje de llenado de placenta y grosor de pericarpio no hubo diferencias varietales ($P > 0.01$).

En cuanto al color del fruto determinado al momento de la cosecha, ocho de las 19 variedades presentaron un intenso color verde, superior al resto de materiales ($P \leq 0.01$), de los cuales siete fueron de compañías particulares ('Bandido', 'HMX-5651', 'HMX-6671', 'HMX-6661', 'Blakie', 'Nazas' y 'Tuxtlas') y uno de INIFAP ('HS-44'); ese color correspondió con valores bajos en croma (9 a 17) y altos en tono (129 a 134). Estas mismas variedades mantuvieron el color verde por más tiempo, ya

que 12 d después de la cosecha el valor de croma había disminuido en apenas uno o dos puntos y el valor del tono se mantuvo estable alrededor de 130 a 133 (Cuadro 2). Las variedades 'Coloso', '21-20-1' y 'Centauro' registraron un color verde esmeralda, apreciación visual que coincide con el reportado por Ramírez *et al.* (2007) y correspondió con valores altos de croma (26 a 30) y bajos de tono (124 a 126). Se encontró una correlación negativa entre croma y tono ($r = -0.88$, $\alpha = 0.01$).

Cuadro 1. Atributos de calidad del fruto de variedades de chile Serrano desarrolladas por Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y por compañías particulares productoras de semillas.

Variedades	Peso (g/fruto)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Firmeza (N cm ⁻²)	Placenta (%)	Pericarpio (mm)
'HS-49'	10.1 abcd	1.8 abcd	7.2 bcd	147 ab	100 a	3.6 a
'HS-51'	10.5 abcd	1.9 a	6.8 cd	129 bcd	99 a	3.1 a
'74-27-5'	9.0 cd	1.6 bcd	7.8 abc	132 bcd	97 a	2.6 a
'21-20-1'	8.3 cd	1.8 abcd	6.2 d	147 ab	100 a	3.5 a
'74-5-5'	7.8 cd	1.6 bcd	7.4 bcd	145 ab	99 a	3.8 a
'33-12-2'	7.8 cd	1.6 bcd	6.7 cd	136 bcd	99 a	2.8 a
'Coloso'	9.2 bcd	1.7 bcd	6.7 cd	136 bcd	100 a	3.1 a
'HS-44'	7.6 d	1.4 cd	7.2 bcd	138 bcd	99 a	3.3 a
'Centauro'	9.7 bcd	1.6 bcd	7.0 bcd	159 a	99 a	3.2 a
'Tampiqueño-74'	8.2 cd	1.5 cd	7.0 bcd	127 bcde	100 a	3.2 a
'HMX-5651'	11.8 ab	1.9 a	7.1 bcd	98 e	100 a	3.9 a
'HMX-6661'	11.0 abc	1.8 abcd	8.1 abc	108 de	100 a	2.6 a
'HMX-6671'	10.6 abcd	1.6 bcd	8.7 a	98 e	100 a	3.1 a
'Bandido'	12.2 a	1.9 a	6.8 cd	106 de	98 a	2.9 a
'Lucero'	11.2 abc	1.8 abcd	7.9 abc	111 de	96 a	3.1 a
'Milenio'	6.9 d	1.4 cd	6.5 d	138 bcd	100 a	3.6 a
'Blakie'	10.5 abcd	1.7 bcd	7.5 abcd	125 bcde	99 a	2.6 a
'Nazas'	9.8 bcd	1.8 abcd	6.4 d	128 bcde	100 a	2.5 a
'Tuxtlas'	10.4 abcd	1.9 a	6.5 d	139 bcd	99 a	3.7 a

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.01).

Cuadro 2. Cambios de color y pérdida fisiológica de peso en frutos de chile Serrano de variedades desarrolladas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y por compañías particulares productoras de semillas.

Variedades	Croma		Tono		PP %	
	0 DDC	12 DDC	0 DDC	12 DDC	6 DDC	12 DDC
'HS-49'	24 bc	20 bcde	127 d	127 cde	11 de	16 e
'HS-51'	22 bc	19 bcde	128 d	128 bcde	13 de	19 de
'74-27-5'	21 bc	18 bcde	128 d	127 cde	11 de	18 de
'21-20-1'	27 ab	24 a	124 e	125 e	13 de	19 de
'74-5-5'	24 bc	21 ab	127 d	127 cde	12 de	19 de
'33-12-2'	23 bc	20 bcde	127 d	128 bcde	12 de	19 de
'Coloso'	30 a	24 a	124 e	126 de	16 bc	26 abc
'HS-44'	14 cd	14 cde	130 bcd	130 abc	9 e	23 bcd
'Centauro'	26 abc	23 ab	126 d	127 cde	13 de	23 bcd
'Tampiqueño-74'	23 bc	22 ab	127 d	126 de	14 de	19 de
'HMX-5651'	9 d	7 e	134 a	133 a	17 bc	29 abc
'HMX-6661'	14 cd	13 de	133 ab	131 ab	18 bc	28 abc
'HMX-6671'	9 d	8 e	133 ab	132 a	19 bc	31 abc
'Bandido'	10 d	9 e	134 a	132 a	19 bc	30 abc
'Lucero'	23 bc	19 bcde	128 d	124 e	23 a	34 a
'Milenio'	25 abc	22 ab	127 d	127 cde	13 de	25 bcd
'Blakie'	11 d	10 e	132 abc	131 ab	19 bc	30 abc
'Nazas'	17 cd	14 cde	130 bcd	130 abc	18 bc	27 abc
'Tuxtlas'	16 cd	14 cde	129 bcd	130 abc	21 ab	35 a

PP = pérdida de peso; DDC = días después de cosecha. Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.01).

Barrera *et al.* (2005) determinaron valores de tono en *C. annuum* de $H^* = 104^\circ$ en estado de madurez fisiológica, con un cambio a $H^* = 79^\circ$ al llegar al estado de madurez senescente. Según Martínez *et al.* (2003), el color de fruto de *C. annuum* está influenciado por la fertilización, ya que bajos niveles de potasio resultan en valores bajos de cromas y tono, y los bajos niveles de nitrógeno resultan en altos valores de cromas y tono.

Durante los 12 d en que se evaluaron los frutos, las variedades 'HS-49', '74-27-5', '74-5-5', 'Tampiqueño 74', '21-20-1', 'HS-51' y '33-12-2' registraron la menor pérdida de peso (16 a 19 %), en comparación con el resto de materiales ($P \leq 0.01$). Por el contrario, las nueve variedades de las compañías particulares presentaron la mayor pérdida de peso (25 a 35 %), en especial las vars. 'Tuxtlas' y 'Lucero' (Cuadro 2). Según Martínez *et al.* (2005), la pérdida fisiológica de peso en frutos de Chile Serrano se explica por efectos genéticos aditivos, y sugieren mejorar esta característica mediante métodos de mejoramiento como la selección genealógica o selección uniseminal. En frutos de *C. annuum*, Díaz-Pérez *et al.* (2006) encontraron que 26 % de la pérdida de peso se debió a pérdida de agua a través del cáliz.

CONCLUSIONES

Las variedades 'Bandido' y 'HMX-5651' sobresalieron por su mayor peso e intensidad de color. Las variedades 'HMX-6671', 'HMX-6661', 'Blakie' y 'HS-44' destacaron por su intensidad de color. 'HS-49', 'HS-51', '21-20-1' y '74-5-5' fueron superiores en firmeza y registraron los menores porcentajes de pérdida de peso. 'Centauro' fue la variedad con mayor firmeza. Las variedades '74-27-5', 'Tampiqueño 74' y '33-12-2' presentaron valores bajos de pérdida de peso. Las variedades desarrolladas por las compañías particulares destacaron por su mayor peso e intensidad de color, mientras que las generadas por el INIFAP destacaron por su mayor firmeza y menor pérdida de peso.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrera J A, M S Hernández, L M Melgarejo, J P Fernández-Trujillo (2005) Physiological changes in amazonic hot pepper accessions during growth, ripening and storage. *Acta Hort.* 682:302-303.
- Díaz-Pérez J C, M D Muy-Rangel, A Gaytán (2006) Fruit size and stage of ripeness affect postharvest water loss in bell pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). *HortScience* 41:504-505.
- Hernández V S, R G López, P Sánchez, M Villarreal, S Parra, F Porras, J Corrales (2008) Variación fenotípica entre y dentro de poblaciones silvestres de Chile del noroeste de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 31:323-330.
- INIFAP, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (1999) Guía Técnica para la Producción Agrícola en el Sur de Tamaulipas. SAGARPA-INIFAP. Publicación Especial. México. 234 p.
- Laborde J A, O Pozo (1982) Presente y Pasado del Chile en México. SARH-INIA. Publicación especial No. 85. México. pp:59-60.
- Lownds N K, M Banara, P W Bosland (1994) Postharvest water loss and storage quality of nine pepper (*Capsicum*) cultivars. *HortScience* 29:191-193.
- Martínez Y, L Díaz, J Manzano (2003) Influences of nitrogen and potassium fertilizer on the quality of "Jupiter" pepper (*Capsicum annuum*) under storage. *Acta Hort.* 628:30-33.
- Martínez Z G, J R A Dorantes, M Ramírez, A de la Rosa, O Pozo (2005) Efectos genéticos y heterosis en la vida de anaquel del Chile serrano. *Rev. Fitotec. Mex.* 28:327-332.
- Meneses M I, A Hernández, V G López, A B Vargas, M Ramírez (2006) Características hortícolas de líneas avanzadas de Chile jalapeño para el trópico húmedo. Tercera Convención Mundial de Chile. Chihuahua, Chih. 9-11 de julio del 2006. México. pp:61-65.
- Pérez-Castañeda L M, G Castañón-Nájera, N Mayek-Pérez (2008) Diversidad morfológica de chiles (*Capsicum* spp.) en Tabasco, México. *Rev. Cuad. Biodiversidad* 27:11-22.
- Pozo C O (1981) Descripción de Tipos y Cultivares de Chile (*Capsicum* spp.) en México. Folleto Técnico No. 77. INIA-SARH. México. 40 p.
- Ramírez M M, G Arcos, H. Mata, E Vázquez (2007) Coloso, Híbrido de Chile Serrano para las Regiones Productoras de México. Folleto técnico No. 21. México. 21 p.
- SAS Institute Inc (1998) SAS/STAT User's Guide. Versión 6.01. SAS Institute Inc. Cary, N. Y. USA. 479 p.
- Smith L D, J R Stommel, R W M Fung, C Y Wang, B D Whitaker (2006) Influence of cultivar and harvest method on postharvest storage quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. *Postharv. Biol. Technol.* 42:243-247.