

COMPARACIÓN CUALITATIVA DE FRESAS (*Fragaria x ananassa* Duch.) DE CULTIVARES MEXICANOS Y ESTADOUNIDENSES

M. Martínez-Bolaños¹; D. Nieto-Angel¹;
D. Téliz-Ortiz¹; J. Rodríguez-Alcazar¹;
Ma. T. Martínez-Damian²; H. Vaquera-Huerta¹;
O. Carrillo Mendoza¹

¹Colegio de Postgraduados, Km 36.5 Carretera México-Texcoco,
Montecillo, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.
Correo-e: misaelmb@colpos.mx (¹Autor responsable).

²Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo,
Km 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México.
C. P. 56235. MÉXICO.

RESUMEN

El presente estudio se realizó con la finalidad de comparar características cualitativas de tres cultivares mexicanos (CP-Roxana, CP-Paola y CP-J) de fresa y tres cultivares estadounidenses (Aromas, Camarosa y Festival), en el Valle de Zamora-Jacona, Michoacán, México. La parcela experimental se estableció en el mes de agosto del 2004 y se condujo durante el ciclo 2004-2005, con un diseño de bloques completamente al azar. El cultivo fue manejado en un sistema de mediana tecnología, a una densidad de 80,000 plantas·ha⁻¹. Después de la cosecha se evaluaron en el fruto los siguientes parámetros: porcentaje de acidez titulable, concentración de sólidos solubles, firmeza, color, tamaño, forma, tasa de pérdida de peso durante el periodo de postcosecha y características sensoriales. Los frutos de CP-Paola fueron menos ácidos y con el mayor cociente de SST·AT⁻¹ (parámetro usado para determinar la aceptabilidad del consumidor) en los primeros meses de producción. CP-Roxana y CP-Paola produjeron los frutos más rojos, pero menos firmes al inicio del ciclo de producción. CP-J produjo un alto porcentaje de frutos deformes durante el ciclo de producción.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: *Fragaria x ananassa* Duch., postcosecha, características de calidad, frutos, análisis sensorial.

QUALITY COMPARISON OF MEXICAN AND AMERICAN STRAWBERRIES (*Fragaria x ananassa* Duch) VARIETIES

ABSTRACT

Three Mexican (CP-Roxana, CP-Paola and CP-J) and three USA (Aromas, Camarosa and Festival) strawberry cultivars were qualitatively compared in the Zamora-Jacona valley in Michoacán, México, in 2004-2005. Titrable acidity percentage (TA), total soluble solids concentration (TSS), firmness, color, size, shape, rates of weight loss during the post harvest period and sensorial characteristics were evaluated. CP-Paola fruits were the less acid during the first harvest months, with the highest SST/TA quotient, which is the most used parameter to determine consumer acceptability. CP-Roxana and CP-Paola yielded the reddest fruits but less firm at the beginning of the harvest period. CP-J produced a high percentage of deformed fruits.

ADDITIONAL KEY WORDS: *Fragaria x ananassa* Duch., postharvest, qualitative characteristics, fruits, sensorial analysis.

INTRODUCCIÓN

La exportación de frutos de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) es una fuente de divisas importante para México, cuyo principal estado productor es Michoacán. En el periodo de 2001 a 2004 se tuvo un incremento a nivel nacional y

estatal en la superficie sembrada de fresa, siendo de 5,735 a 6,466 ha y de 3,161 a 3,725 ha, respectivamente.

El cultivo de fresa en Michoacán se basa en cultivares extranjeros, provenientes principalmente de la Universidad de California, Estados Unidos; la cual está elevando el precio

de las regalías de sus variedades, conllevando a un incremento en los costos de producción y decremento en la rentabilidad del cultivo de fresa. En México, se requieren de cultivares más económicos, más productivos y con mayor calidad de frutos (Barrera y Sánchez, 2003).

En frutos de fresa, los factores más importantes para asegurar su calidad inician desde campo con la selección de cultivares, los cuales varían en calidad, definida principalmente por la firmeza, contenido de azúcar y la acidez de los frutos; así como la susceptibilidad de los mismos a enfermedades (Saxena y Locascio, 1968; Mitcham, 1996). Otros factores que influyen en la calidad de los frutos de fresa, debido a que éstos tienen una vida de anaquel muy corta (Yahia e Higuera, 1992), son: factores meteorológicos, así como el manejo y las condiciones de almacén tales como la temperatura y humedad (Mitcham, 1996). Los principales aspectos considerados para determinar la calidad de la fresa son la apariencia, firmeza, sabor (Kader, 1991), grado de madurez, brillo y ausencia de daños en los frutos (Mitcham, 1996).

El objetivo del presente estudio fue caracterizar tres cultivares mexicanos (CP-Roxana, CP-Paola y CP-J) de fresa, generados en el Colegio de Postgraduados y cultivados comercialmente en el Valle de Zamora-Jacona, Michoacán; con relación a parámetros internacionales de calidad del fruto y compararlos con los tres cultivares comerciales estadounidenses (Aromas, Camarosa y Festival) que también se cultivan en la región de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los cultivares se establecieron en una parcela demostrativa en el predio de la Guayabera, Valle de Zamora-Jacona, Michoacán., en agosto del 2004. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar, considerando siete tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. El tamaño de unidad experimental fue de 8 m², con una densidad de población de 80,000 plantas·ha⁻¹.

El cultivo fue manejado con un sistema de mediana tecnología (fertilización, riego por goteo y acolchado con plástico de color blanco). Las plantas del experimento tuvieron el manejo agronómico semejante al de las plantaciones comerciales establecidas en la zona de estudio.

Los cultivares fueron adquiridos de un vivero de Tangancicuaro, Michoacán (material registrado). Los cultivares mexicanos fueron establecidos con plantas que provenían de producción *in vitro*, mientras que los cultivares estadounidenses fueron establecidas con plantas madres de categoría registrada de California, Estados Unidos de Norteamérica. Las características de vigor y sanidad de los cultivares utilizados fueron similares al momento de su establecimiento en campo.

Se realizaron tres evaluaciones de frutos de fresa en madurez comercial (3/4 del total de la superficie del fruto con coloración roja) en las parcelas experimentales, en diciembre del 2004 y en febrero y mayo del 2005, que correspondieron al inicio de producción (apertura de la ventana de exportación), máxima producción y final de la producción, respectivamente. El tamaño de muestra utilizado para evaluar las variables rendimiento, porcentaje de frutos con calidad para exportación y porcentaje de frutos deformes fue de 64 plantas por unidad experimental. Se utilizaron 80 frutos por cultivar evaluado en cada muestreo para determinar sus características cualitativas. El cultivar Aromas no fue evaluado durante el primer muestreo, debido a la poca cantidad de fruto cosechado. Las muestras fueron manejadas en charolas de unicel y transportadas al laboratorio para su análisis, a baja temperatura en hieleras.

El rendimiento, porcentaje de frutos con calidad para exportación y porcentaje de frutos deformes de cada uno de los cultivares fueron evaluados en forma mensual durante el periodo de producción (noviembre del 2004 a mayo del 2005); los parámetros fueron evaluados en forma parcial y total.

Los principales parámetros cualitativos evaluados fueron los determinados por las diferentes normas y reglamentos de calidad establecidos por los principales mercados para exportación de fresa, tales como: acidez titulable, concentración de sólidos solubles totales (SST), firmeza, color (brillo, intensidad de color y ángulo de tono); tamaño y forma, y tasa de pérdida de peso durante el periodo de observación.

La determinación de AT se realizó con base en la metodología reportada por la (A.O.A.C., 1984). Se pesaron 20 g de muestra por cultivar; se adicionaron 100 ml de agua destilada y se licuó; se tomó una alícuota de 5 ml de la solución y se tituló con hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N, utilizando como indicador 2 gotas de fenolftaleína en solución alcohólica al 1 %. Se utilizaron cinco repeticiones por cultivar. El porcentaje de acidez se calculó con relación al ácido cítrico (meq= 0.064), el cual es el ácido que se encuentra en mayor proporción (Hancock, 1999).

La concentración de SST fue determinada con el uso de un refractómetro digital ATAGO-Pelete Pr-101 (0-45 %); de cada una de las muestras se extrajeron directamente algunas gotas de jugo y se colocaron en el refractómetro para efectuar la lectura. Se utilizaron cinco repeticiones por cultivar. Los resultados fueron expresados en grados brix (°Bx).

La firmeza se midió con un penetrómetro digital (Compac Gause 200NT MecMesin) equipado con una punta cónica; se utilizaron 10 repeticiones por cultivar. Los resultados fueron expresados en Newtons (N).

El color de la piel fue determinado mediante lecturas

realizadas en un colorímetro Hunter Lab; se evaluaron 10 repeticiones por cultivar. De cada lectura se obtuvieron valores de L, a y b, a partir de los cuales se calcularon valores de ángulo de tono (Hue), índice de saturación (Chroma) y brillo (L). Los valores obtenidos fueron asociados mediante un índice de color.

La tasa de pérdida de peso se determinó mediante el uso de una balanza digital; realizando registros de peso diario de 40 frutos por cada cultivar durante un periodo de observación de siete días para el primer y segundo muestreo, y de cinco días para el tercero. Los frutos se mantuvieron en condiciones de medio ambiente ($19^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) y en condiciones naturales de luz y oscuridad. Los resultados fueron expresados con relación al porcentaje de pérdida de peso acumulada en forma diaria.

La forma del fruto se determinó utilizando 10 frutos por cultivar, midiendo con vernier la longitud y el diámetro del fruto; los resultados de la relación longitud/diámetro fueron utilizados para determinar las formas de los frutos; donde valores menores a 1 fueron considerados como frutos achatados, mayores a 1 considerados como frutos alargados y valores de 0 considerados como frutos redondos.

Los datos se sometieron a un análisis estadístico por medio de un Modelo Linear General (GLM) y pruebas de Tukey ($P \leq 0.05$) para determinar la significancia de las diferencias entre cultivares, utilizando los paquetes estadísticos MINITAB 14 y SAS.

Se realizó una evaluación sensorial de frutos de cada uno de los cultivares evaluados durante el segundo muestreo, 24 horas después de cosechados los frutos. Se consideraron 10 frutos como repeticiones para cada una de las variables determinadas y utilizando 20 estudiantes de postgrado como evaluadores. Las variables evaluadas fueron el color, la forma, aroma y sabor de cada uno de los frutos. Cada una de las variables fue evaluada con valores cualitativos en un rango de 1-5 (malo a excelente) para cada fruto. Los resultados obtenidos fueron sujetos a un análisis estadístico por medio de una prueba de Chi-Cuadrada para independencia y pruebas de Friedman.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

Durante los tres primeros meses de producción (noviembre de 2004 a enero de 2005), meses en los cuales se tuvo mejor ventana de exportación y los mejores precios, el cultivar CP-Roxana tuvo rendimientos competitivos respecto a los cultivares estadounidenses y mexicanos. Los cultivares CP-Paola y CP-J tuvieron rendimientos aceptables ($P \leq 0.05$) (Cuadro 1); el menor rendimiento de CP-Paola respecto al cultivar CP-Roxana se atribuye a la producción de frutos de menor tamaño por parte del primer cultivar ($P \leq 0.05$) (Cuadro 4).

Los cultivares Camarosa y Aromas tuvieron los mayores rendimientos en febrero de 2005 ($P \leq 0.05$) (Cuadro 1), periodo en el cual se registró la mayor producción para la mayoría de los cultivares evaluados y en el cual se redujo la ventana de exportación y con ello menor precio por kilogramo de fruto.

Los cultivares mexicanos (CP-Roxana, CP-Paola y CP-J) tuvieron rendimientos competitivos respecto a los cultivares estadounidenses de marzo a mayo de 2005, periodo en el cual la fruta fue destinada principalmente a procesamiento y por ello menores precios.

El cultivar Camarosa presentó el mayor rendimiento acumulado; sin embargo, los rendimientos acumulados de los cultivares mexicanos CP-Roxana, CP-J y CP-Paola fueron competitivos respecto a los obtenidos en los cultivares estadounidenses ($P \leq 0.05$) (Cuadro 1).

Porcentaje de frutos con calidad para exportación y de frutos deformes

En el periodo de noviembre de 2004 a enero del 2005, los cultivares CP-Roxana y CP-Paola produjeron porcentajes aceptables de frutos con calidad para exportación (Cuadro 2) y fueron de los cultivares con menor porcentaje de frutos deformes (Cuadro 3). El cultivar CP-J fue el cultivar mexicano que produjo el mayor porcentaje de frutos deformes (Cuadro 3).

CUADRO 1. Rendimiento por mes y final de tres nuevos cultivares mexicanos y tres cultivares comerciales de fresa.

Cultivar	Rendimiento (kg·ha ⁻¹)							Acumulado
	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	
CP-Paola	1,912 c ²	3,052 b	5,566 c	11,576 b	12,860 b	6,351 c	1,292 ab	42,612 c
CP-Roxana	3,595 a	3,683 b	13,797 a	13,198 b	8,257 cd	7,172 c	992 b	50,695 bc
CP-J	2,954 b	3,524 b	10,034 b	12,942 b	11,778 bc	9,019 b	1,112 b	51,365 bc
Aromas	1,977 c	1,446 c	9,131 b	17,552 a	12,824 b	12,239 a	1,625 a	56,796 b
Camarosa	3,131 ab	4,919 a	13,409 a	19,714 a	19,296 a	6,792 c	1,688 a	68,952 a
Festival	3,002 b	4,979 a	14,354 a	13,522 b	8,127 d	6,064 c	1,145 b	51,195 bc

²Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

CUADRO 2. Porcentaje de frutos con calidad para exportación de tres nuevos cultivares mexicanos y tres cultivares comerciales de fresa.

Cultivar	Porcentaje de frutos con calidad de exportación							Acumulado
	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	
CP-Paola	50 a ²	23.3 b	51 ab	28.3 b	14.6 c	8.3 c	13.3 b	189.00 c
CP-Roxana	27.4 bc	35.3 b	65.6 a	29 b	12.3 c	12 bc	10.3 bc	192.07 c
CP-J	8.02 d	28 b	35 b	9.3 c	7.3 c	12.3 bc	6.6 c	106.69 d
Aromas	16.4 cd	24.3 b	63 a	47.3 a	15.3 bc	38.6 a	20.3 a	225.45 b
Camarosa	41.3 ab	35 b	69 a	44.3 a	26 a	17 bc	24.6 a	257.30 a
Festival	31 bc	65.3 a	70.3 a	33.3 b	23.6 ab	25.6 ab	22 a	271.33 a

²Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

CUADRO 3. Porcentaje de frutos deformes de tres nuevos cultivares mexicanos y tres cultivares comerciales de fresa.

Cultivar	Porcentaje de frutos de fresa deformes							Acumulado
	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	
CP-Paola	12.2 c	21.3 abc	6.6 bc	3 cd	5.3 c	10.3 ab	11.3 c	70.2 c
CP-Roxana	20.2 c	6.3 bc	1.3 c	10 b	10 bc	16.6 ab	24 bc	88.53 c
CP-J	73.7 a ²	73.3 a	35 a	22.3 a	26.6 a	18.6 ab	35 b	244.73 a
Aromas	54.8 ab	29.6 ab	20 ab	9.6 b	23.3 a	8 b	57.3 a	202.83 ab
Camarosa	49.2 b	20 abc	9.3 bc	7.3 bc	15.3 b	21.6 a	28.6 b	151.53 b
Festival	47.6 b	5.6 c	3 c	2.3 d	6 c	8.3 b	23 bc	96.0 c

²Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

En el mes de febrero de 2005, el cultivar CP-J produjo el menor porcentaje de frutos con calidad para exportación y el mayor porcentaje de frutos deformes ($P \leq 0.05$) (Cuadros 2 y 3).

Los cultivares CP-Roxana y CP-Paola tuvieron porcentajes aceptables de frutos con calidad para exportación y frutos deformes, respecto a la mayoría de los cultivares estadounidenses durante el periodo de febrero a mayo de 2005 ($P \leq 0.05$) (Cuadros 2 y 3).

Los cultivares mexicanos tuvieron el menor porcentaje acumulado de frutos con calidad para exportación, sin embargo, sus porcentajes fueron aceptables; los cultivares Camarosa y Festival tuvieron el mayor porcentaje ($P \leq 0.05$) (Cuadro 2). Los cultivares CP-Paola, CP-Roxana y Festival tuvieron los menores porcentajes acumulados de frutos deformes ($P \leq 0.05$) (Cuadro 3).

Acidez titulable (AT)

Los frutos de los cultivares evaluados fueron diferentes estadísticamente en el porcentaje de AT durante los tres muestreos realizados ($P \leq 0.05$); resultados que pudieron ser influenciados por la fecha de su cosecha (Hakala *et al.*, 2002) y características del cultivar.

Los frutos del cultivar CP-Paola fueron los que tuvieron la menor AT, durante los dos primeros muestreos realizados

(Cuadros 4 y 5). A pesar de que las principales normas de calidad para exportación de fresa (USDA, 2006; y CCE, 2002) no determinan las concentraciones de AT requeridas en frutos de fresa para su consumo en fresco; frutos menos ácidos de CP-Paola podrían ser preferidos para el consumo en fresco tanto en el mercado nacional, como para exportación. En el primer muestreo los frutos de todos los cultivares superaron la concentración máxima de AT de 0.8 % (Kader, 1999), recomendada para un sabor aceptable.

Durante el tercer muestreo, los frutos de los cultivares CP-Roxana y CP-J tuvieron la mayor concentración de AT ($P \leq 0.05$), por lo que acorde a Quian *et al.* (2005), de ellos se pueden obtener productos procesados de mayor calidad. La concentración de AT de los frutos del cultivar CP-Paola fue similar a la obtenida en frutos de los cultivares estadounidenses (Cuadro 6).

Sólidos solubles totales (SST)

No existieron diferencias estadísticas en las concentraciones de SST, entre frutos de los cultivares evaluados durante los tres periodos de muestreo ($Pr > F = 0.1352, 0.7365$ y 0.2929).

Alavoine y Crochon (1989) y Montero *et al.* (1996) mencionaron que el mayor contenido de SST en frutos, les confiere una mayor calidad. Perkins (1995), mencionó que los azúcares son los principales compuestos solubles en

CUADRO 4. Características cualitativas de tres nuevos cultivares mexicanos y tres cultivares comerciales de fresa. Primer muestreo (diciembre 2004).

Cultivar	AT (%)	SST (°Bx)	SST·AT ⁻¹	F (Nt)	L	Chr	Hue	P.p (%)	Forma
CP-Roxana	1.23 b	7.8 b	6.3 b	1.03 b	32.1 b	44.16 a	31.01 b	4.939 a	1.03 AL
CP-Paola	1.08 c	9.2 a	8.4 a	0.85 b	32.9 ab	43.18 a	33.9 b	5.546 a	0.802 AC
CP-J	1.31 ab	8.0 b	6.09 b	1.47 a	34.9 a	37.7 b	37.7 ab	4.107 a	0.794 AC
Aromas	NE	NE	NE	0.97 b	31.8 b	35.4 b	34.4 ab	6.343 a	0.957 AC
Camarosa	1.39 a	7.9 b	5.66 b	1.44 a	30.9 b	35.5 b	40.8 a	4.934 a	0.874 AC
Festival	1.34 a	8.5 ab	6.37 b	1.46 a	32.9 ab	36.2 b	41.06 a	4.808 a	0.743 AC

²Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

NE: variable no evaluada; Relación SST·AT⁻¹; firmeza (F); brillo (L); índice de saturación (Chr); ángulo de tono (Hue); tasa de pérdida de peso (P.p); forma del fruto: (AC) frutos achatados, (AL) frutos alargados

CUADRO 5. Características cualitativas de tres nuevos cultivares mexicanos y tres cultivares comerciales de fresa. Segundo muestreo (febrero 2005).

Cultivar	AT (%)	SST (°Bx)	SST·AT ⁻¹	P. p (%)	Forma
CP-Roxana	0.413 a ²	8.36 a	20.36 b	7.266 a	0.816 AC
CP-Paola	0.236 b	8.66 a	38.83 a	6.078 ab	0.861 AC
CP-J	0.387 a	8.5 a	24.21 b	6.269 ab	0.799 AC
Aromas	0.419 a	7.78 a	18.83 b	4.307 b	0.838 AC
Camarosa	0.404 a	7.24 a	18.08 b	5.943 ab	0.855 AC
Festival	0.461 a	8.42 a	18.63 b	8.264 a	0.789 AC

²Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

Relación SST·AT⁻¹; tasa de pérdida de peso (P.p); peso inicial (Pi); forma del fruto: (AC) frutos achatados.

CUADRO 6. Características cualitativas de tres nuevos cultivares mexicanos y tres cultivares comerciales de fresa. Tercer muestreo (mayo 2005).

Cultivar	% AT	SST (°Bx)	SST·AT ⁻¹	F (N)	L	Chr	Hue	P.p (%)
CP-Roxana	1.05 a ²	8.48 a	8.04 bc	0.22 d	29.50 b	42.44 a	37.4 ab	17.89 a
CP-Paola	0.68 b	8.2 a	12.33 ab	0.35 c	32.32 a	28.2 cd	39.6 ab	17.83 a
CP-J	0.91 a	5.9 b	6.5 c	0.45 bc	32 ab	25.1 d	46.44 a	13.4 b
Aromas	0.52 c	6.78 ab	13.24 a	0.48 b	31.88 ab	28.2 cd	42.2 ab	12.6 b
Camarosa	0.54 bc	6.66 ab	12.83 a	0.44 bc	34.19 a	38 ab	33.4 b	11.3 b
Festival	0.47 c	6.94 ab	14.38 a	0.72 a	32.4 a	32.4 bc	40.3 ab	12.9 b

²Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

Relación SST·AT⁻¹; tasa de pérdida de peso (P.p); peso inicial (Pi); forma del fruto: (AC) frutos achatados.

los frutos de fresa; de los cuales fructosa, glucosa y sacarosa son los que se encuentran en mayor cantidad y determinan los grados Brix (Hidekazu, 2002, Hamano *et al.*, 2002; Wroldstad y Shallenberger, 1981). El contenido de SST en los frutos de los diferentes cultivares fue variable durante los tres muestreos realizados, resultados que pudieron ser influenciados por el propio cultivar (Hamano *et al.*, 2002; Hancock, 1999), así como por la época de cosecha (Anagnostou y Vasilakakis, 1995, Çađlar y Paydas, 2002 y, Hakala *et al.*, 2002).

Relación SST·AT⁻¹

La relación SST·AT⁻¹ fue diferente entre los frutos de los cultivares durante los tres periodos de evaluación ($P \leq 0.05$). Los frutos del cultivar CP-Paola fueron los que obtuvieron la mayor relación SST·AT⁻¹, durante los dos

primeros muestreos (Cuadros 4 y 5), característica que acorde a Montero *et al.* (1996) y Kader (1991) les confiere mayor calidad para su consumo en fresco durante su exportación, debido a que el cociente de la relación SST·AT⁻¹ es usado para determinar la aceptabilidad del consumidor.

Firmeza

Los frutos de los cultivares evaluados difirieron estadísticamente en su firmeza durante el primer y tercer muestreo ($P \leq 0.05$). Los frutos de los cultivares CP-Paola, CP-Roxana y Aromas fueron los más blandos, durante el primer muestreo (Cuadro 4); característica que acorde a Mitchell *et al.* (1996), los hace más susceptibles a daños durante la selección, empaque, transporte y distribución; mayor susceptibilidad al ataque de patógenos y menor

capacidad de conservación del fruto y su calidad (Maroto y López, 1988; Paraskevopoulou y Vassilakakis, 1995). Los frutos del cultivar CP-Roxana fueron los más blandos y los del cultivar Festival los de mayor firmeza (Cuadro 6).

Color

En el primer muestreo, los frutos de los diferentes cultivares fueron diferentes estadísticamente en valores de saturación de color (Chroma) y ángulo de tono (Hue) ($P \leq 0.05$). Frutos de los cultivares CP-Roxana y CP-Paola tuvieron el mayor índice de saturación, lo cual indica que fueron frutos más rojos (Cuadro 4).

En el tercer muestreo los frutos de los cultivares sólo fueron diferentes estadísticamente en valores de saturación de color (Chroma) ($P \leq 0.05$). Fruto del cultivar mexicano CP-Roxana tuvieron la mayor saturación de color (Cuadro 6). A pesar de que las principales normas de calidad para exportación de fresa (USDA, 2006; CCE, 2002) determinan el color rojo o rosa de frutos como un parámetro más de calidad de los mismos, no se especifica el grado de saturación o brillo requerido para establecer las diferentes calidades de fresa para su consumo en fresco.

Forma

En el primer muestreo, los frutos del cultivar CP-Roxana fueron los únicos que presentaron formas alargadas, con base en su cociente de la relación longitud/diámetro del fruto; los cultivares mexicanos CP-Paola y CP-J tuvieron frutos de forma achatada, al igual que los cultivares estadounidenses (Cuadro 4). Durante el segundo muestreo, todos los cultivares evaluados produjeron frutos de forma achatada (Cuadro 5).

Pérdida de peso

Las tasas promedio de pérdida de peso de los frutos de cada uno de los cultivares, no fueron diferentes estadísticamente durante el periodo de observación del primer y segundo muestreo (siete días) y tercer muestreo (cinco días) (Gráfico 1 y Cuadros 4, 5 y 6). La mayor tasa de pérdida de peso en los frutos de los diferentes cultivares durante el tercer muestreo se atribuye a una mayor grado de madurez de los frutos al momento de cosecharlos (Montero *et al.*, 1996; Woodward, 1972) y que de acuerdo a Krivorot y Dris, (2002) a mayor grado de madurez en frutos de fresa, existe una reducción en la concentración de pectinas.

Análisis sensorial

De los parámetros evaluados en los frutos de los diferentes cultivares, no existieron preferencias de los evaluadores hacia los parámetros de aroma externo, aroma interno y sabor del fruto ($P = 0.054$, 0.188 y 0.142). Los evaluadores favorecieron los frutos de los cultivares CP-Paola

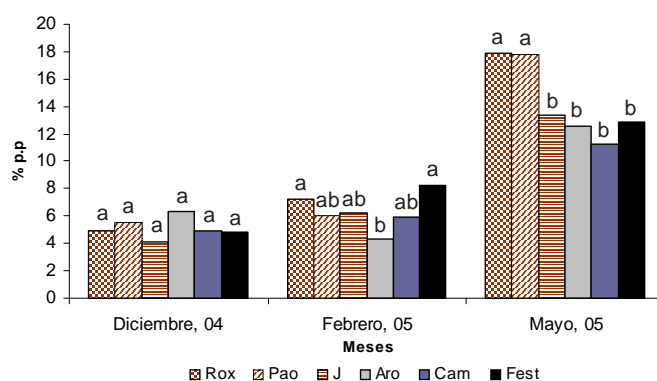


FIGURA 1. Porcentajes de pérdida de peso de tres nuevos cultivares mexicanos y tres cultivares comerciales de fresa, en tres fechas de muestreo (diciembre de 2004 y febrero y mayo de 2005).

y CP-J por su color; mientras que los frutos de los cultivares CP-Paola, CP-Roxana y CP-J fueron preferidos por su forma (Cuadro 7). Entre los cultivares estadounidenses, los frutos del cultivar Festival tuvieron fueron favorecidos por su color y forma.

CONCLUSIONES

Los cultivares mexicanos CP-Roxana y CP-Paola representaron ser una alternativa para la exportación.

Frutos del cultivar CP-Paola presentaron características cualitativas de exportación adecuadas para su consumo en fresco, tales como: menor acidez, mayor índice de la relación contenido de SST·AT⁻¹ y frutos más rojos.

Los frutos de los cultivares mexicanos CP-Paola y CP-Roxana deben de manejarse con cuidado en postcosecha, debido a su menor firmeza.

Se sugieren nuevas evaluaciones en laboratorio, invernadero y campo del cultivar CP-J debido a su alto porcentaje de frutos deformes producidos.

CUADRO 7. Valoraciones sensoriales de de tres nuevos cultivares mexicanos y tres cultivares comerciales de fresa. Tercer muestreo (mayo 2005).

Cultivar	Color	Forma	Aroma Externo	Aroma Interno	Sabor
CP-Roxana	4.0	3.64	3.35	2.53	3.21
CP-Paola	4.35	4.0	2.35	3.17	3.57
CP-J	4.57	3.92	2.14	3.10	3.71
Aromas	3.85	1.78	3.35	3.82	2.42
Camarosa	2.92	2.5	2.35	3.17	3.78
Festival	4.0	3.0	2.78	3.25	2.78

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue apoyada por la Fundación Produce Michoacán PM1664 y PM1666.

LITERATURA CITADA

- ALAVOINE, F.; CROCHON, M. 1989. Taste quality of strawberry. *Acta Horticulturae* 265: 449-452.
- ANAGNOSTOU, K.; VASILAKAKIS, M. D. 1995. Effect of substrate and cultivar on earliness, plant productivity, and fruit quality of strawberry. *Acta Horticulturae* 379: 267-274.
- BARRERA, C. G.; SÁNCHEZ, B. C. 2003. Caracterización de la Cadena Agroalimentaria/Agroindustrial Nacional, identificación de sus demandas tecnológicas: Fresa. Morelia, Michoacán. México. 79 p.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (CEE). 2002. Reglamento (CE) Núm. 843/2002 de la Comisión de 21 de mayo de 2002 por el que se establecen las normas de comercialización de las fresas y se modifica el Reglamento (CEE) Núm. 899/87. Diario Oficial de las Comunidades Europeas.
- ÇADLAR, H.; PAYDAS, S. 2002. Changes of quality and aroma compounds of hybrids and some strawberry cultivars during harvest periods. *Acta Horticulturae* 567: 203-206.
- HAKALA, M. R.; HUOPALAHTI, T. R.; LAPVETELÄINEN, A. 2002. Quality factors of finnish strawberries. *Acta Horticulturae* 567: 727-729.
- HAMANO, M. Y.; YAMAZAKI, Y. H.; MIURA, H. 2002. Change in sugar contents and composition of strawberry fruit during development. *Acta Horticulturae* 567: 369-372.
- HANCOCK, J. F. 1999. Strawberries. CAB International Publishing. New York, USA. 237 p.
- HIDEKAZU, I. 2002. Potential on near infrared spectroscopy for nondestructive determination of °Brix in strawberries. *Acta Horticulturae* 567: 751-754.
- KADER, A. A. 1991. Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology of strawberry, pp. 145-151. *In: The strawberry into the 21st Century*. J.J. Luby; A. Dale (eds.). Timber Press. Portland, Oregon, USA. 288 p.
- KADER, A. A. 1999. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. *In: Michaleczuk, L. (ed) Proc. Intl. Symp. on effects of pre- and postharvest factors on storage of fruit. Acta Horticulturae* 485: 203-208.
- KRIVOROT, A. M.; DRIS, R. 2002. Shelf life changes of strawberry cultivars. *Acta Horticulturae* 567: 755-758.
- MAROTO, B.; J. V.; LÓPEZ, G. S. 1988. Producción de fresas y fresones. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 119 p.
- MITCHAM, B. 1996. Quality assurance for strawberries: a case study. Publ. 85. Perishables Handling Newsletter. Department of Pomology, University of California, Davis, CA. 3 p.
- MITCHELL, F. G.; MITCHAM, E.; THOMPSON, J. F.; WELCH, N. 1996. Handling strawberries for fresh market. Oakland, CA: Univ. Calif. Agr. Nat. Resources, Special Publ. 2442, 14 p.
- MONTERO, T. M.; MOLLÁ, E. M.; ESTEBAN, R. M.; ANDRÉU, F., J. L. 1996. Quality attributes of strawberry during ripening. *Scientia Horticulturae* 65: 239-250.
- PARASKEVOPOULOU, P. G.; VASSILAKAKIS, C. D. M. 1995. Effects of temperature, duration of cold storage and package on postharvest quality of strawberry fruit. *Acta Horticulturae* 379: 337-344.
- PERKINS, V. P. 1995. Growth and ripening of strawberry fruit. *Horticultural Reviews* 17: 267-297.
- QUIAN, M.; FINN, C.; SCHROEDER, J-M. 2005. Objective flavor comparison of Oregon strawberries and those from other climatic conditions. Progress report FY 2004-2005, Oregon Strawberry Commission, USA. 7 p.
- SAXENA, G. K.; LOCASCIO, S. J. 1968. Fruit quality of fresh strawberries as influenced by nitrogen and potassium nutrition. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 92: 354-362.
- USDA. 2006. United States Standards for Grades of Strawberries.
- WOODWARD, J. R. 1972. Physical and chemical changes in development strawberry fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 23: 465-473.
- WROLSTAD, R. E.; SHALLENBERGER, R. S. 1981. Free sugars and sorbitol in fruits - a compilation from the literature. *Journal of the Association of Official Analytical Chemist* 64: 91-103.
- YAHIA, E. M.; HIGUERA, C. I. 1992. Fisiología y Tecnología Postcosecha de Productos Hortícolas. Editorial Limusa. México. 303 p.