

Caracterización preliminar de frutos de granada china (*Passiflora ligularis* Juss.) en Hueyapan y Teziutlán, Puebla

Omar Franco Mora*, J. Refugio Tobar Reyes**, Reyna Quijano Ruiz** y Andrés González Huerta*

Recepción: 4 de septiembre de 2007

Aceptación: 10 de enero de 2008

Facultad de Ciencias Agrícolas, Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. C. P. 50200. Apartado Postal 435. Tel. y Fax: 01(722) 2965518. Correo electrónico: ofm@uaemex.mx

*Escuela de Ingeniería Agrohidráulica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Av. Universidad s/n, San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla. C. P. 73801.

Resumen: En la Sierra Nororiental de Puebla, México, los frutos de granada china son muy apreciados por la población local, pero existen pocos datos sobre su calidad hortofrutícola. Con el fin de iniciar la selección de individuos productores de frutos de buena calidad, se tomaron como muestra diez frutos de 20 plantas, cinco de cada localidad, Talzinta, Nexpan, Tanamacoyan y Mexcalcuautla, para analizarlos física (peso, diámetro, color, porcentaje de los componentes del fruto) y bioquímicamente (sólidos solubles totales, pH, acidez titulable, densidad del jugo). El valor medio para peso de frutos varió de 85 a 57 g; el porcentaje de pulpa de 81 a 51%; y el contenido de sólidos solubles totales (SST) fue de 17.5 a 12.2 °B. El análisis de conglomerados, a una distancia euclidiana de 12.6, formó cinco grupos; en los grupos 2, 3 y 4 se observaron frutos de mayor tamaño (+ 75 g), con altos porcentajes de pulpa (60%) y valores aceptables de SST (14 °B); éstos fueron los colectados en Talzinta y Nexpan. El análisis de componentes principales (CP) indicó que los primeros cinco CP explicaron el 75% de la variabilidad observada; siendo 25 y 18% la variabilidad que explican los CP 1 y CP 2, respectivamente. CP 1 estuvo altamente influenciado por el diámetro polar (0.900), luminosidad (-0.767) y el peso fresco del fruto (0.750); el CP 2 se relacionó con porcentaje de pulpa (0.866), porcentaje de cáscara (-0.866) y porcentaje de semillas (0.857). Esta información permitirá iniciar la selección de individuos productores de fruto de buena calidad, en la región de Teziutlán, Puebla.

Palabras clave: calidad de fruto, exploración frutícola, recurso genético.

Preliminar Characterization of Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) Fruit Collected in Hueyapan and Teziutlán, Puebla, Mexico

Abstract: In the region around Teziutlán, Puebla, the fruit of *Passiflora ligularis* is highly appreciated by the local population but few data about their horticultural quality is available. To develop a breeding program, selection of good-quality fruit-producer plants is necessary. In this work, the fruit of 20 plants, five from each locality (Talzinta, Nexpan, Tanamacoyan and Mexcalcuautla), were studied physical (fresh weight and size, color, and percentage of fruit components) and biochemically (total soluble solids, juice pH, titratable acidity, and juice density). Average values for fruit weight were between 85 and 57 g; fleshy percentage between 81 and 51%; and total soluble solids between 17.5 and 12.2 °B. On the cluster analysis, a distance value of 12.6 formed five groups; those numbered as 2, 3 and 4, grouped fruit with higher fresh weight (+ 75 g); fleshy percentage (60%); as well as good values for SST (14 °B). Principal component (PC) analysis showed that the first five PC explained 75% of the observed variance; MC-1 and MC-2 explained 25 and 18%, respectively. MC-1 was highly determined by polar diameter (0.900), luminosity (-0.767), and fruit weight (0.750); while MC-2 was mainly supported by fleshy percentage (0.866), peel percentage (-0.866) and seed percentage (0.857). This work might be an initial supporting research aiming selection of good fruit-quality-producer plants in the Teziutlán, Puebla region.

Key words: fruit quality, genetic resource, preliminary evaluation.

Introducción

El género *Passiflora* es el mayor de la familia *Passifloraceae*, comprendiendo casi 400 especies nativas de regiones tropicales y subtropicales (Nakasone y Paull, 1998; Vanderplank, 1996, citado por Delanoy *et al.*, 2006). La granada china (*Passiflora ligularis* Juss.), es originaria de una amplia región comprendida desde México a Bolivia; actualmente se le puede encontrar en Hawái, India y Nueva Zelanda (Miller *et al.*, 1971; Leal, 1990; Nakasone y Paull, 1998; Vanderplank, 1996, citado por Sánchez y Ángel, 2002). Se consume como fruta fresca y es fuente de carbohidratos, vitaminas, grasas y minerales (Millan, 1990, citado por Sánchez y Ángel, 2002). Esta especie también es conocida como granadilla dulce y ofrece perspectivas importantes para la fruticultura nacional, ya que puede sobrevivir y ser productiva aún en condiciones adversas; además puede alcanzar mejores precios de venta en relación con otros frutos como el aguacate (*Persea americana* Mill) (Andrés *et al.*, 1997).

La granada china crece de manera natural en nuestro país y es altamente apreciada por los pobladores locales, pero existe poca información con respecto a su calidad de fruto, pulpa y jugo. Esta limitante puede deberse a que, a nivel internacional, dentro del género *Passiflora* el maracuyá morado (*P. edulis* Sims) y el amarillo o dorado (*P. edulis* f. *flavicarpa* Degener) tienen mayor importancia comercial (Rice *et al.*, 1992; Drew, 1997; Nakasone y Paull, 1998). La granada china es una especie nativa de nuestro país, por lo que es necesario realizar estudios que permitan su mejor aprovechamiento. La evaluación de sus características sensoriales es importante para facilitar su uso en jugos, cócteles y dulces, entre otros (Deliza *et al.*, 2005) y con ello obtener un valor agregado. En algunas especies de este género se han encontrado flavonoides que podrían emplearse en la prevención de enfermedades humanas (Pruthi, 1963, citado por Arjona *et al.*, 1991). En el contexto anterior, este trabajo se realizó con el fin de caracterizar física y bioquímicamente frutos de granada china (*P. ligularis* Juss.) colectados en cuatro poblaciones de la Sierra Nororiental de Puebla.

1. Materiales y métodos

La colecta y el análisis de frutos se realizaron en octubre y noviembre de 2006; el material vegetal se obtuvo de plantaciones de traspatio (cinco plantas por población; diez frutos por planta), en tres localidades del municipio de Hueyapan (Tanamacoyan, Nexpan y Talzinta) y en Mexcalcuautla, municipio de Teziutlán. Se seleccionaron frutos de forma ovoide, con una apariencia saludable y fueron trasladados al labo-

ratorio de la Escuela de Ingeniería Agrohidráulica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Los frutos se lavaron con agua y se analizaron física y bioquímicamente.

1.1. Peso fresco y forma

El peso fresco del fruto se determinó con una balanza (Ohaus Scout Pro); mientras que la forma se obtuvo al dividir el diámetro ecuatorial entre el diámetro polar; ambos diámetros se midieron con un vernier digital (Absolute Digimatic, Mitutoyo, Japón). Valores mayores a 1 indican frutos más largos que anchos, mientras que valores menores a 1, indican lo contrario.

1.2. Color

El color externo del exocarpo del fruto se determinó con un fotocolorímetro (Minolta Chroma Meter CR 400, Osaka, Japón); los valores obtenidos fueron L^* , a^* , b^* . Posteriormente se determinó croma (c) y ángulo Hue o matiz (h) con las fórmulas $c = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$ y $h = \cos^{-1}(a^*/c)$. L^* indica luminosidad u oscuridad del color y tiene valores de 0 (negro) a 100 (blanco). Las coordenadas a^* y b^* indican las direcciones del color, $+a^*$ para rojo, $-a^*$ para verde; $+b^*$ indica amarillo y $-b^*$ indica azul. El croma es la saturación del color mientras que el matiz es el tono básico del color. Un valor matiz de 45 indica un color naranja, mientras que uno de 90 indicará amarillo (Kabelka *et al.*, 2004).

1.3. Componentes del fruto

Se separaron la cáscara y la pulpa comestible (incluyendo semillas y arilo), obteniendo su peso. La pulpa fresca (sólo el arilo) se colocó en un extractor de jugos tipo centrífuga durante 90 segundos; el jugo se colocó en una probeta y se adicionó el obtenido de la cavidad de la cáscara; posteriormente el extracto se pesó en una balanza digital. Se contó el número de semillas y se determinó su peso en una balanza. Finalmente, se determinó el porcentaje de los componentes del fruto con base en el peso fresco de cáscara, pulpa comestible, jugo y semillas. El grosor de la cáscara se determinó con un vernier digital.

1.4. Calidad del jugo

El pH y el contenido de sólidos solubles totales se determinaron directamente del jugo; empleando un potenciómetro (Mettler 445, Corning) y un refractómetro digital (Atago PR-301), respectivamente. Para determinar acidez titulable se pesaron 10 g de pulpa y se mezclaron con 50 ml de agua destilada, posteriormente se filtró el extracto y se tomaron 10 ml, depositándolos en un matraz Erlenmeyer. Se agregaron cuatro gotas de fenolftaleína y se tituló con NaOH 0.01N. Con los datos de volumen y peso de jugo se determinó su

densidad al dividir la masa entre su volumen. El valor final de acidez titulable se obtuvo mediante la fórmula:

$$\% \text{ Ácido} = \frac{(\text{ml NaOH}) (N \text{ NaOH}) (\text{Volumen total de jugo}) (\text{mequiv del ac. málico}) \times 100}{(\text{Alícuota}) \times (\text{peso de la muestra})}$$

1.5. Diseño experimental y análisis estadístico

Para todas las variables se utilizó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones, donde la unidad experimental fue un fruto. A los datos se les realizó un análisis de varianza y cuando los valores de F fueron significativos, se compararon las medias de los tratamientos con la prueba de Duncan al nivel de significancia de 0.05. La correlación entre variables se realizó con el método de Pearson. Finalmente se efectuó un análisis de conglomerados y de componentes principales. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el paquete estadístico SPSS versión 10.0.

2. Resultados

2.1. Peso y forma

Se observó una mayor variación en el peso de los frutos que en su forma (cuadro 1). Los diferentes pesos de fruta encontrados (cuadro 2) concuerdan con la práctica de seleccionar por tres calidades principalmente (Andrés *et al.*,

1997). Debido a que en esta especie se prefieren comercialmente frutos de 66 a 80 g (Aguilar y Garza, 2000), los resultados del presente estudio (cuadro 1) sugieren una alta potencialidad para su comercialización en esta región, especialmente los frutos de las plantas Talzinta 2, 3, 4 y 5 (cuadro 2). En otros estudios se ha recomendado la selección de semilla de frutos de granada con diámetro ecuatorial de 5.6 cm y diámetro polar de 7.2 cm (Aguilar y Garza, 2000); el material genético, a excepción del colectado en Mexcalcuautla (cuadro 2), podría utilizarse en un proceso de propagación

Cuadro 2. Medias aritméticas de peso fresco (PF), diámetro polar (Dp), porcentaje de pulpa (Pp), porcentaje de jugo (Pj) y porcentaje de semillas (Ps) de 20 plantas de *Passiflora ligularis* colectadas en la Sierra Nororiental de Puebla en 2006.

Planta	P. Fgr	Dpmm	Pp	Pj
Talzinta 2	85.6 a [†]	7.5 ab	65.0 bc	42.1 ab
Talzinta 4	81.8 ab	7.5 ab	66.6 bc	43.4 a
Talzinta 3	81.7 ab	7.4 ab	81.6 a	32.1 abc
Talzinta 5	80.7 abc	7.5 ab	73.5 ab	39.5 abc
Tanamacoyan 4	80.4 abc	7.3 ab	60.4 bc	35.5 abc
Nexpan 2	80.4 abc	7.3 ab	54.1 c	34.7 abc
Tanamacoyan 5	79.9 abc	7.3 ab	66.8 bc	36.8 abc
Nexpan 3	77.7 abcd	7.1 abc	58.1 bc	35.1 abc
Nexpan 1	74.5 abcd	7.6 a	54.6 c	31.0 bc
Talzinta 1	73.8 abcd	7.1 abc	51.7 c	28.4 c
Nexpan 5	68.5 abcd	7.2 abc	64.5 bc	39.5 abc
Tanamacoyan 3	67.2 abcd	7.0 abc	57.0 c	33.4 abc
Mexcalcuautla 2	66.6 abcd	6.7 cd	57.7 bc	33.9 abc
Mexcalcuautla 3	65.9 abcd	6.7 cd	60.9 bc	34.5 abc
Nexpan 4	65.7 abcd	7.1 abc	60.1 bc	34.5 abc
Tanamacoyan 1	65.5 abcd	6.9 bcd	60.9 bc	35.6 abc
Mexcalcuautla 5	64.4 bcd	5.4 e	56.7 c	31.9 abc
Mexcalcuautla 1	63.9 bcd	6.7 cd	60.2 bc	32.3 abc
Mexcalcuautla 4	59.9 cd	6.7 cd	61.5 bc	32.9 abc
Tanamacoyan 2	57.3 d	6.4 d	60.5 bc	36.7 abc

[†] Los datos son la media de cinco repeticiones, un fruto por tratamiento; medias con la misma letra dentro de la columna no difieren estadísticamente entre sí con la prueba de Duncan al 0.05.

Cuadro 1. Estadísticos simples para la calidad de frutos de granada china colectados en la Sierra Nororiental de Puebla en el año 2006.

Variable	C.V. (%)	Media	Desviación estándar (S)	Valor mínimo	Valor máximo	Rango de variación
Peso fresco (g)	18.90	72.120	14.8100	31.9000	100.90	69.000
Diámetro polar (cm)	5.74	7.030	6.0200	4.9900	8.05	30.680
Diámetro ecuatorial (cm)	5.52	5.800	5.0400	4.4500	7.72	32.490
Forma	3.91	1.220	0.1200	0.7200	1.38	0.660
Grosor de la cáscara (mm)	21.52	8.380	2.1800	3.6000	12.40	8.800
Cromaticidad	26.06	36.520	10.9900	12.7500	76.18	63.430
Luminosidad	16.44	38.040	18.0200	8.4000	67.11	58.710
Matiz o hue	13.08	83.730	11.3200	46.5100	112.88	66.370
Porcentaje de cáscara	27.89	38.380	11.7500	7.9100	67.85	59.940
Porcentaje de pulpa comestible	17.38	61.600	11.7200	32.1500	92.09	59.940
Porcentaje de jugo	23.13	35.290	8.1800	16.2700	73.64	57.370
Porcentaje de semillas	40.66	26.330	8.0000	12.5600	53.20	40.640
Sólidos solubles totales del jugo (°B)	11.54	17.120	2.0000	7.5000	19.60	12.100
pH del jugo	6.67	6.550	1.6300	4.7100	10.84	6.130
Acidez titulable del jugo (%)	61.50	0.007	0.0004	0.0007	0.05	0.049
Peso de jugo (g)	20.47	27.220	6.3700	11.3000	47.50	36.200
Volumen del jugo (ml)	20.04	28.950	6.8100	11.0000	49.00	38.000
Densidad del jugo	10.57	0.940	0.1030	0.7800	1.54	0.760
Número de semillas	23.16	248.450	74.5500	29.0000	414.00	385.000

por semilla. También se observó que el diámetro polar estuvo altamente correlacionado con el peso fresco del fruto (cuadro 3), por lo que el diámetro polar puede ser una característica inicial de selección debido a su fácil apreciación.

2.2. Color

Los valores matiz indicaron que los frutos principalmente fueron de color amarillo (Kabelka *et al.*, 2004); aunque también hubo naranja (cuadro 1). Es posible que la mayoría de los frutos se encuentren principalmente en el tipo I, reportado por Aguilar y Garza (2000); predominantemente amarillo; sin embargo, los valores cercanos a 45 indican la presencia del tipo III, frutos con tonalidades heterogéneas, entre rojo y anaranjado, mezclado con amarillo y verde.

2.3. Componentes del fruto

El porcentaje de pulpa es mayor en maracuyá morado que en el amarillo; algunos valores ubican a estos porcentajes entre 53 y 49% y 44 y 37% respectivamente (Arjona *et al.*, 1991; Beal y Farlow, 1984; citados por Nakasone y Paull, 1998). En el presente trabajo la media fue de 61.6%, pero Talzinta 3 tuvo una media cercana al 80% (cuadro 1), lo cual implica la importancia de mantener esta planta, ya que presenta características importantes de calidad. En diferentes tipos de maracuyá se ha observado una correlación positiva entre número de semillas con pulpa comestible y contenido de jugo (Nakasone y Paull, 1998), lo cual se explica por la idea de que un mayor porcentaje de polinización incrementa el tamaño de los frutos y su porcentaje de pulpa (Akamine y Girolani, 1959, citados por Nakasone y Paull, 1998; Arjona *et al.*, 1991; Franco-Mora *et al.*, 2001). Los datos del presente estudio indican que el número de semillas no se correlacionó con peso de pulpa, pero sí con el porcentaje de semillas (cuadro 2). Lo anterior implica que en los frutos colectados, el peso de semillas tiene mayor influencia en el peso de pulpa que en el número de semillas; de manera similar a lo encontrado en guanábana (*Annona muricata* L.) (Franco, 2000). La cantidad de jugo que produce un genotipo de *Passiflora* es muy importante en un programa de mejoramiento genético (Nakasone y Paull, 1998). La media de producción de jugo en el presente estudio fue cercana al 35% del peso fresco total del fruto, con amplia variación entre los 100 frutos ana-

lizados (cuadro 1). El valor medio para el porcentaje de jugo es similar a lo reportado por Gamarra y Medina (1997), que para maracuyá amarillo fue de 32%. Una vez más, los valores más altos se encontraron en materiales procedentes de Talzinta (cuadro 2).

2.4. Calidad del jugo

Los ácidos orgánicos, los azúcares solubles y los aromas, son importantes atributos del sabor de los frutos y por lo tanto de la calidad organoléptica. En la prueba de sólidos solubles totales, medidos en grados Brix (°B), se obtuvo una media de 17.1 (cuadro 1), ligeramente superior a las medias encontradas en maracuyá amarillo y morado, que fueron de alrededor del 15% (Beal y Farlow, 1984, citados por Nakasone y Paull, 1998). Estos resultados son importantes debido a que la calidad del jugo en *Passiflora* está altamente influenciada por su dulzura (Deliza *et al.*, 2005) (cuadro 4). Los frutos de tres plantas con una media superior a 16 °B, fueron colectados en Tanamacoyan y Mexcalcuautla; presentando valores menores en peso de fruto. Es posible

Cuadro 4. Medias de sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT), pH (pH) y densidad (Dj) del jugo de frutos de *Passiflora ligularis* colectados en la Sierra Nororiental de Puebla en 2006.

Planta	SST°B	AT(%)	pH	Djgr/ml
Tanamacoyan 1	17.5 a [‡]	0.008 b	9.1 a	0.967 abc
Mexcalcuautla 5	17.1 ab	0.008 b	5.8 bcde	0.894 bc
Tanamacoyan 3	16.5 abc	0.006 b	9.3 a	0.924 bc
Tanamacoyan 4	15.7 abcd	0.005 b	9.5 a	0.926 bc
Talzinta 4	15.4 abcd	0.006 b	5.6 bcde	0.917 bc
Tanamacoyan 2	15.0 bcde	0.006 b	9.0 a	0.991 abc
Mexcalcuautla 2	14.9 bcde	0.008 b	5.6 bcde	0.874 bc
Talzinta 5	14.5 cdef	0.005 b	5.2 e	0.936 abc
Mexcalcuautla 1	14.5 cdef	0.007 b	6.1 b	0.927 bc
Talzinta 2	14.5 cdef	0.022 a	5.5 bcde	0.893 bc
Tanamacoyan 5	14.5 cdef	0.006 b	9.4 a	0.927 bc
Mexcalcuautla 4	14.3 cdef	0.005 b	5.8 bcd	0.961 abc
Nexpan 1	14.3 cdef	0.004 b	5.3 de	0.860 c
Nexpan 3	14.1 cdef	0.007 b	5.6 bcde	0.970 abc
Nexpan 5	14.0 cdef	0.006 b	5.3 cde	0.935 abc
Talzinta 1	14.0 cdef	0.003 b	6.0 bc	0.967 abc
Talzinta 3	13.7 def	0.007 b	6.0 b	0.938 abc
Mexcalcuautla 3	13.3 def	0.005 b	6.0 b	0.887 bc
Nexpan 4	12.7 ef	0.005 b	5.5 bcde	1.079 a
Nexpan 2	12.2 f	0.008 b	5.6 bcde	1.026 a

[‡] Los datos son la media de cinco repeticiones, un fruto por tratamiento; medias con la misma letra dentro de la columna no difieren estadísticamente entre sí con la prueba de Duncan al 0.05.

Cuadro 3. Principales correlaciones entre peso fresco (PF) y porcentaje de pulpa (Pp) con diámetro polar (DP), diámetro ecuatorial (DE), grosor de cáscara (GC), número de semillas (NS), forma (F), porcentaje de jugo (Pj), porcentaje de cáscara (Pc) y porcentaje de semillas (Ps) en frutos de 20 plantas de *Passiflora ligularis* colectadas en la Sierra Nororiental de Puebla en 2006.

	PF	DP	DE	GC	NS	F	Pj	Pc	Ps
PF	-	0.707**	0.297ns	0.0617**	0.223ns	0.234ns	0.411**	-0.381*	0.172ns
Pp	0.381* [‡]	0.330ns	0.000ns	-0.062ns	0.064ns	0.200ns	0.396**	-1.0**	0.846**

[‡] Valores obtenidos con la prueba de Pearson ns= no significativo
 **, * = significativo al 0.05 y 0.01, respectivamente.

Cuadro 5. Principales correlaciones entre sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT) y pH del jugo (pH) con peso fresco (PF), diámetro polar (DP), porcentaje de jugo (Pj), luminosidad (L), cromaticidad (c), ángulo hue o matiz (h) y densidad del jugo (Dj) en frutos de 20 plantas de *Passiflora ligularis* colectadas en la Sierra Nororiental de Puebla en 2006.

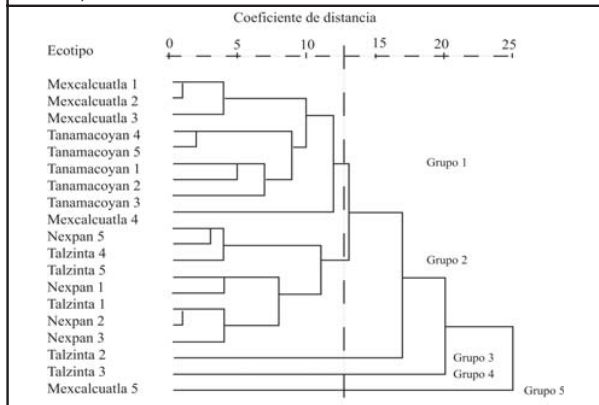
	PF	DP	Pj	AT	pH	L	C	h	Dj
SST	-0.226ns [‡]	-0.411*	0.003ns	0.093ns	0.530**	0.415**	0.446**	-0.081ns	-0.367ns
AT	0.313ns	0.040ns	0.465*	—	-0.113ns	-0.083ns	-0.082ns	-0.167ns	-0.165ns
pH	0.149ns	-0.087ns	-0.028ns	-0.113ns	—	0.412ns	0.304ns	-0.006ns	0.077ns

[‡] Valores obtenidos con la prueba de Pearson
 ns= no significativo
 **, * = significativo al 0.05 y 0.01, respectivamente.

Cuadro 6. Características de calidad promedio de los cinco grupos de plantas de *Passiflora ligularis* formados por el análisis de conglomerados con base en la calidad de sus frutos; grupo (G), peso fresco (PF), forma (f), luminosidad (L), cromaticidad (c), ángulo hue o matiz (h), número de semillas (NS), porcentaje de pulpa (Pp), porcentaje de jugo (Pj), acidez titulable (AT), sólidos solubles totales (SST), pH del jugo (pH), densidad del jugo (Dj).

G	PF	GC	f	L	c	h	NS	Pp	Pj	AT	SST	pH	Dj
1	67	8.0	1.2	52	40	85	219	61	35	0.006	15.1	7.7	0.93
2	75	9.0	1.2	22	31	85	282	60	36	0.006	13.9	5.5	0.96
3	86	9.0	1.2	23	32	77	246	65	42	0.02	14.5	5.5	0.89
4	82	8.0	1.3	31	45	76	233	82	32	0.007	13.7	6.1	0.94
5	65	6.3	0.7	61	47	79	263	57	32	0.008	17.1	5.8	0.89

Figura 1. Agrupación de 20 plantas de *Passiflora ligularis* nativos de la Sierra Nororiental de Puebla, de acuerdo con la calidad de sus frutos.



que este resultado se encuentre relacionado con la idea de que a menor peso, los metabolitos, en este caso azúcares, se encuentran más concentrados al no existir una mayor expansión del tejido, tal como fue observado en la concentración de aliina en ajo (*Allium sativum* L.) (datos sin publicar); sin embargo es contrario a lo encontrado en guanábana (Franco-Mora *et al.*, 2001). El contenido de SST está parcialmente influenciado por la luminosidad y por la cromaticidad (cuadro 5); para estos últimos valores se ha reportado que están influidos por el genotipo y por los factores ambientales (Ayala-Silva *et al.*, 2005).

La acidez titulable presentó un mayor coeficiente de variación (cuadro 1). Dentro del género *Passiflora*, se ha reportado que el maracuyá amarillo presenta una mayor acidez que el morado (2.4 y 3.4% respectivamente); los datos en granada china indican que su acidez es aún menor, ya que

el valor máximo observado fue de 0.05%. En el maracuyá amarillo y morado, la acidez titulable del jugo está relacionada con su alta capacidad de almacenamiento; por ello, será necesario analizar si la baja acidez del jugo de granada china es un factor altamente limitante para su agroindustrialización. Además, en un programa de mejoramiento genético se deberá determinar el tipo de herencia que gobierna la acidez del jugo, ya que se sabe que en muchos frutos, como durazno (*Prunus persica* L.), uva (*Vitis vinifera* L.) y manzana (*Malus domestica* Borkh.), entre otros, la concentración de ácidos orgánicos está determinado por un gen principal; en durazno se ha determinado que la baja acidez es dominante pero en cítricos (*Citrus* spp.) es recesiva (Ettiene *et al.*, 2002).

3. Análisis de conglomerados

Esta técnica permitió concluir que las plantas de Talzinta y Nexpan, tuvieron los frutos de mayor tamaño (figura 1, cuadro 6). Factores genéticos y ambientales, como el vigor de la planta, tipo de suelo en donde crece, clima, entre otros, podrían influir en este grupo. Aun cuando los frutos de Mexcalcuatla y Tanamacoyan (grupos 1 y 5 de la figura 1) tuvieron un menor peso de fruto, y esta variable no se correlacionó con el contenido de sólidos solubles totales (cuadro 5); en los frutos de menor peso se encontraron los mayores valores para sólidos solubles totales (cuadro 6).

Nakasone y Paull (1998) propusieron iniciar un programa de mejoramiento genético con tantas especies de *Passiflora* como sea posible. Los resultados del cuadro 6 indican que los frutos de todas las colectas tuvieron características particulares importantes para el objetivo de mejorar la calidad del fruto. Los grupos 2, 3 y 4 presentaron los mayores valores de peso fresco; los grupos 1 y 2 sobresalieron por su mayor contenido de sólidos solubles totales; la acidez titulable fue mayor en el grupo 3. Así, se sugiere conservar este material y, en el futuro, intentar cruces entre las diferentes colectas.

4. Componentes principales

Este análisis indicó que los primeros tres componentes explicaron el 58% de la variabilidad observada en los frutos de 20 plantas de granada china. El 76% fue explicado por los

primeros cinco; el componente principal 1 estuvo asociado principalmente con diámetro polar, peso fresco y luminosidad; estos resultados confirman la correlación que se detectó entre las dos primeras variables; el componente principal 2, se asoció en mayor grado con porcentaje de pulpa y cáscara (cuadro 7). Estos resultados sugieren que la selección de frutos en *Passiflora ligularis* debe realizarse con base en peso del fruto, diámetro polar y componentes del fruto, (i.e. cáscara, pulpa y semillas). Nakasone y Paull (1998) recomendaron el mejoramiento genético de especies del género *Passiflora* con base en la forma y tamaño del fruto, contenido de jugo, acidez y sólidos solubles totales, principalmente.

Conclusiones

La caracterización inicial de frutos de granada china en la zona de Hueyapan y Teziutlán, Puebla, indicó que existe un amplio potencial agronómico debido a índices de calidad fácilmente apreciables como lo es el tamaño del fruto. De manera general, a excepción de los frutos provenientes de Mexcalcuautla, el peso de los frutos fue mayor a 66 g, es decir de buen valor comercial. Las variables número y porcentaje de semillas, cromaticidad, peso y volumen de jugo, así como grosor y porcentaje de cáscara presentaron los mayores coeficientes de variación, arriba de 20; mientras que en diámetro polar, diámetro ecuatorial, forma y pH del jugo se observó un bajo coeficiente de variación. Además, se sugiere un alto potencial para establecer un programa de mejoramiento genético para esta especie, ya que, entre otros resultados, se detectaron plantas productoras de frutos ovales y peso fresco superior a 75 g, dicha cualidad, como ya se explicó, es un factor importante para la selección de plantas con valor agronómico en esta especie. Por otro lado, las plantas productoras de frutos de menor tamaño también presentan potencial agronómico, ya que la dulzura de su jugo, medida en °B, fue mayor en comparación con los frutos de mayor peso.

De acuerdo con el análisis de conglomerados, a una distancia euclidiana de 12.6, se observó que los frutos de los grupos 2, 3 y 4, colectados básicamente en Talzinta y Nexpan, presentaron las mejores características de calidad, debido a una combinación de mayor tamaño y presencia de un conte-

Cuadro 7. Análisis de componentes principales para frutos de *Passiflora ligularis* colectados en la Sierra Nororiental de Puebla en el año 2006.

Característica	Componente principal				
	1	2	3	4	5
Peso fresco	0.750	0.157	0.319	0.184	0.058
Diámetro polar	0.900	0.004	-0.232	0.093	0.103
Diámetro ecuatorial	-0.110	0.043	0.910	-0.101	-0.114
Forma	0.603	-0.014	-0.722	0.109	0.149
Cromaticidad	-0.618	0.623	-0.081	-0.160	0.194
Luminosidad	-0.767	0.340	-0.237	0.177	0.035
Matiz (hue)	0.172	-0.330	-0.153	0.532	0.431
Grosor de la cáscara	0.560	-0.276	-0.030	-0.063	0.167
Porcentaje de cáscara	-0.441	-0.866	-0.006	0.013	0.077
Porcentaje de pulpa	0.441	0.866	0.006	-0.013	-0.077
Porcentaje de jugo	0.514	0.128	0.270	0.476	0.271
Porcentaje de semillas	0.175	0.857	-0.150	-0.290	-0.241
Número de semillas	0.330	-0.094	0.435	-0.419	0.498
Densidad de jugo	0.196	-0.251	-0.165	-0.601	0.371
Sólidos solubles	-0.564	0.242	0.196	0.415	0.418
Acidez titulable	0.176	0.135	0.472	0.410	0.202
pH del jugo	-0.278	0.133	-0.409	0.298	0.639

nido aceptable de sólidos solubles totales, mayor a 14 °B. Por otro lado, frutos de las otras dos localidades, Mexcalcuautla y Tanamacoyan, presentaron valores mayores en sólidos solubles totales, indicando una mayor dulzura, por lo cual son una opción para realizar cruzamientos con los frutos de Talzinta y Nexpan, buscando frutos todavía más dulces y de mayor tamaño.


Este trabajo indica que un índice adecuado para la selección de frutos de mayor peso fresco es el diámetro polar, siendo esto contrario al diámetro ecuatorial que no presenta correlación con dicha calidad del fruto.

obta

Bibliografía

- Aguilar, Z. A.; D. Garza G. (2000). *La granada china (Passiflora ligularis Juss.); una alternativa de cultivo para el estado de Hidalgo*. Folleto técnico No. 1. INIFAP. C.E. Pachuca.
- Andrés, A. J.; G. Almaguer A.; B. P. Santos A. (1997). *El cultivo de la granada china (Passiflora ligularis Juss.)*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Arjona, H. E.; F. B. Matta; J. O. Garner (1991). "Growth and composition of passion fruit (*Passiflora edulis*) and Maypop (*P. incarnata*)". *HortScience* 26: 921-923.
- Ayala-Silva, T.; R. J. Schnell; A. W. Meerow; M. Winterstein; C. Cervantes; J. S. Brown (2005). "Determination of color and fruit traits of half-sib families of mango (*Mangifera indica* L.)". *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 118: 253-257.
- Delanoy, M.; P. Van Damme; X. Scheldeman; J. Beltran (2006). "Germination of *Passiflora mollissima* (Kunth) L.H.Bailey, *Passiflora tricuspid* Mast. and *Passiflora* nov. sp. seeds". *Sci. Hort.* 110: 198-203.

- Deliza, R.; H. MacFie; D. Hedderley (2005). "The consumer sensory perception of passion-fruit juice using free choosing profiling". *J. Sensory Studies*. 20: 17-27.
- Drew, R. A. (1997). *The application of biotechnology to the conservation and improvement of tropical and subtropical species*. FAO. Rome.
- Etienne, C.; A. Moing; E. Dirlewanger; P. Raymond; R. Monet; C. Rothan (2002). "Isolation and characterization of six peach cDNAs encoding key proteins in organic acid metabolism and solute accumulation: involvement in regulation peach fruit acidity". *Physiol. Plant*. 114: 259-270.
- Franco, M. O. (2000). *Polinización, desarrollo y calidad del fruto de guanábana (Annona muricata L.)*. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. IREGEP. Montecillo, México.
- Franco-Mora, O.; J. Jasso-Mata; E. García-Villanueva; C. Saucedo-Veloz (2001). "Crecimiento y calidad de frutos de *Annona muricata* L. con diferente intensidad de polinización". *Rev. Fitotec. Mex.* 24: 139-144.
- Gamarra, R. G.; M. Medina (1997). "Growth of the yellow passion fruit". *Fruits*. 52: 19-26.
- Kabelka, E.; W. Yang; D. M. Francis (2004). "Improved tomato fruit color within an inbred backcross line derived from *Lycopersicon esculentum* and *L. hirsutum* involves the interaction of loci". *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 129: 250-257.
- Leal, F. (1990). "Granadilla", en S. Nagy, P. E. Shaw, W. F. Wardowski (Eds.). *Fruits of tropical and subtropical origin. Composition, properties and uses*. Florida Science Source. Florida.
- Miller, C. D.; K. Bazole; M. Bartow (1971). *Fruits of tropical and subtropical origin. Composition, properties and uses*. Florida Science Source. Florida.
- Nakasone, H. Y.; R. E. Paull (1998). *Tropical fruits*. CAB International. UK.
- Rice, R. P.; L. W. Rice; H. D. Tindall (1992). *Fruit and vegetable production in warm climates*. MacMillan. London.
- Sánchez, I.; F. Ángel (2002). "Passifloras de los Andes", en J. G. Cruz C.; P. A. Torres L. (Comp.). *Frutales para México. Contribuciones del Caribe y Sudamérica*. UAM, México.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
invita al



II Simposio de
Arqueología

ARQUEOLOGÍA
de la identidad

21 y 22 de abril de 2008

Informes:
Centro Universitario Tenancingo
Coordinación de la Licenciatura de Arqueología
Ex-Hacienda de Santa Ana, km 1.5
Tenancingo, Estado de México.
Tels. (01714) 140 77 24 y 25
mail: identidaduam@hotmail.com

Centro Universitario Tenancingo
Licenciatura de Arqueología