

VARGAS, E. M.; CASTRO, E.; MACAYA, G.; ROCHA, O. J. 2003. Variación del tamaño de frutos y semillas en 38 poblaciones silvestres de *Phaseolus lunatus* (Fabaceae) del Valle Central de Costa Rica. (en

CALIDAD FISICOQUÍMICA DE FRUTOS DE CINCO GENOTIPOS DE TOMATE INDUSTRIAL¹

VERA OJEDA, P. A.²
ENCISO GARAY, C. R.³

Resumen

El presente experimento se ejecutó entre los meses de Abril y Setiembre de 2007 en el Centro Hortifrúctico de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay, con el objetivo de evaluar la calidad fisicoquímica de frutos de cinco genotipos de tomate del tipo industrial (Río Fuego, Río Grande Americano, Río Grande Brasileiro, Santa Adelia y RPT 1570). El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar, con cinco repeticiones. Las evaluaciones fueron realizadas utilizando diez frutos por unidad experimental y repetición. Las variables medidas fueron: masa de frutos, diámetro de frutos, pH, contenido de sólidos solubles totales, acidez titulable e índice de flavor. Los resultados obtenidos indican que los genotipos estudiados poseen frutos con propiedades químicas apropiadas para ser destinadas al procesamiento industrial, destacándose entre ellas la RPT 1570 por su menor pH, mayor contenido de sólidos solubles y contenido de acidez titulable. Los genotipos Santa Adelia y RPT 1570, además de ser aptos para el procesamiento industrial pueden ser utilizados para el consumo *in natura* por producir frutos con mayor masa e índice de flavor

PALABRAS-CLAVE: *Lycopersicon esculentum* Mill., tomate industrial, frutos, calidad fisicoquímica.

Abstract

This experiment was carried out between April and September 2007 at the Centro de Horticultura of the Facultad de Ciencias Agrarias of the Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay, with the aim of evaluating the physicochemical quality of fruits of five genotypes industrial-type tomato (Río Fuego, Río Grande Americano, Río Grande Brasileiro, Santa Adelia y RPT 1570). The experimental design was randomized complete block with five repetitions. The evaluations were done using ten fruits per experimental unit and repetition. The variables measured were: fruit mass, fruit diameter, pH, total soluble solids, acidity and flavor index. The results indicate that the genotypes studied have fruit with chemical properties suitable for industrial processing, emphasizing among them the RPT 1570 by its lower pH, higher content of soluble solids and titratable acidity. The genotypes Santa Adelia and RPT 1570, besides being suitable for industrial processing can be used for consumption *in natura* to produce fruit with more mass index and flavor.

KEY-WORDS: *Lycopersicon esculentum* Mill., industrial tomato, fruit, physicochemical quality.

INTRODUCCIÓN

El tomate *Lycopersicon esculentum* Miller es una hortaliza que pertenece a la familia de las solanáceas, originario de América del Sur. El fruto es uno de los componentes principales de la dieta alimenticia, conteniendo por cada 100 gramos de producto comestible 1,2 g de proteínas, 7 mg de calcio, 0,6 mg de hierro, 0,5 mg de caroteno, 0,06 mg de tiamina, 0,04 mg de riboflavina, 0,6 mg de niacina y 23 mg de vitamina C (Nuez et al., 2005).

La mayor parte de los genotipos de tomate cultivados en el país, corresponden al tipo estaqueado, que se destinan al consumo *in natura* y se caracterizan por su mayor exigencia en cuidados culturales y elevada utilización de mano de obra.

Por otro lado, también existen los genotipos de tomate industrial, que fueron obtenidos a partir de variedades

del Grupo Santa Cruz que presentan marcadas ventajas con relación a los anteriores, debido a que su producción no requiere de labores culturales sofisticadas, como el tutorado y el atado, además las plantas son de porte determinado, los frutos son más firmes, poseen mayor precocidad y uniformidad en la maduración, mayor pigmentación, tenor de acidez y de sólidos solubles totales (Filgueira, 2003). En investigaciones realizadas por Peixoto et al., (1999), Seleguini, (2005) y Nunes (2005) en el Brasil, encontraron que existen genotipos de éste grupo que reúnen atributos de calidad para su consumo *in natura*, presentándose como una opción más para los productores de éste rubro.

La calidad del fruto para el consumo en fresco es evaluada por el diámetro ecuatorial y longitudinal, por la masa y el sabor (Fontes et al., 2000; Chitarra & Chitarra, 1990).

Para determinar el sabor de los frutos es necesario co-

¹ Parte de Tesis presentada del primer autor a la FCA/UNA para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

² Ing. Agr. Docente Investigador de la FCA/UNA. Correo electrónico: pvera@agr.una.py

³ Ing. Agr. Docente Investigador de la FCA/UNA. Correo electrónico: cenciso@agr.una.py

nocer la concentración de los azúcares, de los sólidos solubles y los ácidos orgánicos (Peiris et al, 1998). El índice de flavor o sabor, es la relación entre sólidos solubles y acidez titulable del fruto, siendo considerados de excelente sabor aquellos que presentan un índice de flavor superior a 10 (Jones & Scott, 1984; Chitarra & Chitarra, 1990; Kader et al., 1978).

Para las industrias procesadoras de tomate, existen otros parámetros que determinan la calidad de los frutos, uno de ellos es el contenido de sólidos solubles, que constituye una de las características fundamentales, debido a que está directamente relacionada con el rendimiento industrial. Otros parámetros como el pH y el contenido de acidez titulable, son importantes debido a que interfiere en el tiempo de calentamiento necesario para la esterilización del producto procesado (EMBRAPA, 2003).

En el país, las informaciones científicas que combine calidad física y química de frutos de tomate industrial, tanto para el procesamiento y como para consumo in natura son muy escasas, razón por la cual es necesaria la realización de investigaciones, para ofrecer a los productores hortícolas y a los consumidores datos confiables con relación a calidad de frutos de tomate. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la calidad fisicoquímica de frutos de cinco genotipos de tomate industrial.

METODOLOGÍA

El experimento se ejecutó entre los meses de Abril y Setiembre del 2007, en el Centro Hortifrutícola, de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), ubicado en San Lorenzo, Paraguay.

Los tratamientos estuvieron constituidos por los genotipos de tomate industrial, Río Fuego, Río Grande Americano, Río Grande Brasileiro, Santa Adelia y la RPT 1570. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar, con cinco repeticiones.

La preparación del suelo se realizó utilizando el sistema convencional, donde primeramente se abrieron surcos y luego se depositaron en el fondo por cada metro 60 g de cal agrícola, tipo calcífica, 5 kg de materia orgánica y 70 g de fertilizante químico de la formulación 15:15:15.

La producción de mudas se efectuó en invernadero, utilizando bandejas de plástico de 105 celdas y la plantación se realizó cuando las mudas presentaron cuatro a cinco hojas verdaderas, en un marco de 1 m entre hileras y 0,3 m entre plantas. Como cobertura de suelo fue utilizada restos vegetales para evitar el contacto de hojas y frutos con el suelo y disminuir la incidencia de malezas.

Para las evaluaciones, fueron seleccionados de la segunda cosecha, diez frutos al azar de la hilera central de cada unidad experimental. Los análisis químicos fueron realizados en el laboratorio de Análisis Instrumental, de la Facultad de Ciencias Químicas, de la UNA, y los demás en el Centro Hortifrutícola de la FCA/UNA.

Las variables evaluadas fueron: masa de frutos, diámetro de frutos, pH con un potenciómetro portátil de electrodos de vidrio OAKTON, sólidos solubles totales con refractómetro y acidez titulable, por titulación potenciométrica con solución de NaOH al 0,1846 N, expresada en concentración porcentual de ácido cítrico. El índice de flavor se obtuvo dividiendo el contenido de sólidos solubles con la acidez titulable conforme al método sugerido por Chitarra & Chitarra (1990).

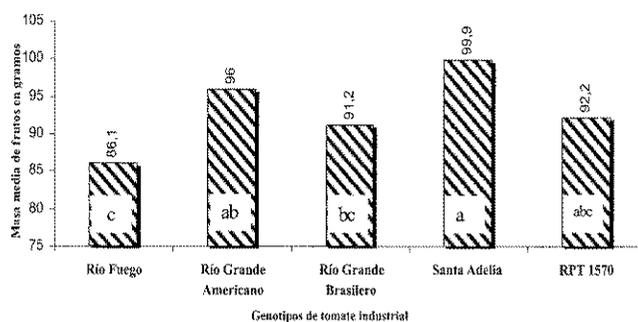
Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza y las variables que presentaron diferencias estadísticas fueron sometidas a la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de error, para comparación múltiple de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1, se puede visualizar que al aplicar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de error a las medias, se verificó que el genotipo Santa Adelia presentó la mayor media con 99,9 gramos, superando a Río Fuego y Río Grande Brasileiro, pero fue similar estadísticamente a los demás.

La masa de fruto obtenida con Santa Adelia de 99,9 g/fruto, se encuentra dentro del rango citado por Peixoto et al. (1999); Resende & Costa (2000); Seleguini (2005); Barba et al. (2005) y Nunes (2005), quienes evaluando genotipos de tomate industrial, obtuvieron medias entre 89,00 y 110,96 g/fruto, sin embargo, son superiores a lo encontrado por Marouelli (2007), quienes obtuvieron medias entre 35 y 77,5 g. Según Chitarra & Chitarra (1990) la masa media de frutos es un componente de calidad, existiendo preferencia por los frutos que poseen mayor masa, que está relacionada directamente con el tamaño del fruto.

FIGURA 1 - Masa media de frutos en gramos de cinco genotipos de tomate industrial. FCA, UNA. San Lorenzo, 2007.



Con relación al calibre ecuatorial, tanto para diámetro longitudinal y ecuatorial, se detectó diferencias estadísticas significativas entre los genotipos. Para diámetro longitudinal el RPT 1570 presentó la mayor media con 7,18 cm, difiriendo estadísticamente de Río Fuego, Santa Adelia, Río Grande Americano y Río Grande Brasileiro (Figura 2). El diámetro longitudinal obtenido con RPT 1570, se aproxima a lo reportado por Barba et al. (2005) quienes obtuvieron medias entre 7,32 a 8,55 cm y Nunes (2005) de 5,1 a 7,6 cm, al evaluar parámetros físicos de genotipos de tomate industrial.

Con relación al diámetro ecuatorial de frutos, los

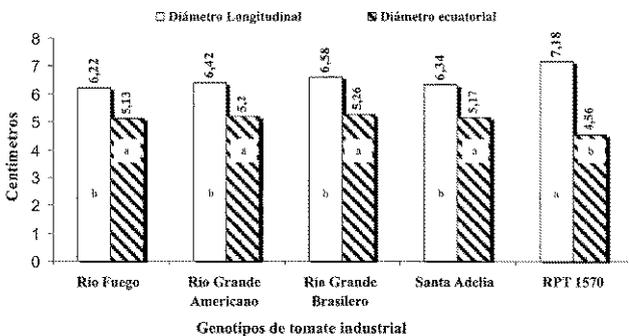
genotipos Río Fuego con 5,13 cm, Santa Adelia con 5,17 cm, Río Grande Americano con 5,20 cm y Río Grande Brasileiro con 5,26 cm, presentaron las mayores medias, difiriendo estadísticamente de RPT 1570, que presentó una media de 4,56 cm.

El diámetro ecuatorial de frutos de Río Grande Americano, Río Grande Brasileiro, Santa Adelia y Río Fuego que estuvieron entre 5,13 y 5,26 cm, son próximos a las medias obtenidas por Barba et al., (2005) y Nunes (2005) quienes reportaron valores de 5 a 5,25 cm, al evaluar parámetros físicos de variedades de tomate.

El calibre de frutos es importante para la determinación del tamaño y el formato de los frutos; ambas variables determinan en gran medida la preferencia del consumidor, sin embargo, es irrelevante cuando el producto se destina a la industria, siendo más importante para este último las características químicas.

Con relación al pH, Río Fuego proporcionó el mayor valor (5,16) difiriendo de RPT 1570, pero fue similar a los demás. Los valores del pH obtenidos con los diferentes genotipos estuvieron dentro de un rango comprendido entre 4,80 y 5,16, siendo estos valores superiores a los obtenidos por Barba et al. (2005) y Seleguini (2005) quienes al evaluar parámetros químicos en frutos de tomate industrial, encontraron medias que oscilaron entre 4,15 y 4,71.

FIGURA 2 - Calibre de frutos en centímetros de cinco genotipos de tomate industrial. FCA, UNA, San Lorenzo, 2007.



Los frutos de tomate destinados a la industria preferentemente deben tener un pH inferior a 4,5 para impedir la proliferación de microorganismos en el producto final. Valores superiores requieren períodos más largos de tratamiento térmico (hot break), ocasionando mayor consumo de energía. Por otro lado, los valores extremos de pH desnaturalizan las enzimas pecticas, que causan una disminución en la consistencia del concentrado, disminuyendo así la calidad del producto (EMBRAPA, 2003).

Con relación al contenido de sólidos solubles, se constató que el genotipo RPT 1570 con 5,03° Brix, presentó la mayor media, difiriendo de los otros genotipos (Tabla 1). El contenido de sólidos solubles obtenidos en este experimento varió de 3,68 a 5,03° Brix, concordando con Seleguini (2005), Nunes (2005 y Barba et al., (2005) quienes al evaluar la calidad de frutos en tomate industrial, obtuvieron medias de 3,08 a 5,11° Brix.

TABLA 1 - Valores de pH, contenido de sólidos solubles en ° Brix, contenido de acidez titulable (% ácido cítrico) e índice de flavor de frutos de genotipos de tomate industrial. FCA, UNA, San Lorenzo (PY), 2007.

Genotipos	pH	Sólidos solubles en° Brix	% de acidez titulable	Índice de flavor
Río Fuego	5,16 a	3,80 b	0,41 b	9,15 b
Río Grande Americano	5,05 ab	3,68 b	0,39 bc	9,29 b
Río Grande Brasileiro	4,92 ab	3,89 b	0,41 b	9,26 b
Santa Adelia	4,87 ab	3,81 b	0,34 c	10,94 a
RPT 1570	4,80 b	5,03 a	0,49 a	10,32 ab
C.V. (%)	3,33	7,68	9,29	10,30

Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre sí estadísticamente por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Cuanto mayor es el tenor de sólidos solubles (° Brix), mayor es el rendimiento industrial y menor es el costo de energía en el proceso de concentración de la pulpa. En términos prácticos, para cada aumento de un grado Brix en la materia prima, existe un incremento del 20 % en el rendimiento industrial (EMBRAPA, 2003).

Con relación a la acidez titulable, el RPT 1570 superó a todos los genotipos estudiados, mientras que Río Fuego y Río Grande Brasileiro presentaron valores intermedios, difiriendo de Santa Adelia, que proporcionó la menor media (Tabla 1).

El genotipo RPT 1570 presentó 0,49 % de acidez titulable, valor cercano a lo obtenido por Seleguini (2005) quien al evaluar la calidad química en híbridos de tomate industrial, reportó una media de 0,53 %, sin embargo, no concuerda con de los resultados obtenidos por Barba et al. (2005), quienes encontraron valores entre 0,13 y 0,24 %.

Frutos que presentan valores de acidez titulable por debajo de 0,35 % requieren un aumento en la temperatura y del tiempo de tratamiento de la pulpa (hot break) de tomate, para evitar la proliferación de microorganismos en los productos procesados (EMBRAPA, 2003).

En esta investigación, los valores obtenidos para el pH, contenido de sólidos solubles y acidez titulable de frutos presentan valores que se encuentran dentro de los estándares requeridos por las industrias, conforme a EMBRAPA (2003), destacándose entre ellos el RPT 1570, por su menor pH, mayor contenido de sólidos solubles y acidez titulable (Tabla 1).

Con relación al índice de flavor de los frutos, la Santa Adelia (10,94) fue estadísticamente similar a RPT 1570 (10,32), pero superior a los demás. Los valores obtenidos en esta investigación para esta variable estuvieron entre 10,64 (Santa Adelia) y 9,15 (Río Fuego), siendo inferiores a lo reportado por Seleguini (2005), quien evaluando parámetros químicos de cinco genotipos de tomate industrial, obtuvo medias entre 17 y 24,5.

El factor genético es el principal determinante del tenor de pH, acidez y sólidos solubles de los frutos del tomate, existiendo grandes variaciones entre genotipos; sin embargo, otros factores externos, como intensidad de riego, temperatura ambiental, grado de madurez de los frutos, estación de la cosecha, clima y fertiliza-

ción, también pueden alterar significativamente el tenor de los componentes mencionados (EMBRAPA, 2003; Chitarra & Chitarra (1990).

CONCLUSIONES

Los genotipos estudiados poseen frutos con propiedades químicas apropiadas para ser destinadas al procesamiento industrial, destacándose entre ellas la RPT 1570 por presentar menor pH, mayor contenido de sólidos solubles y contenido de acidez titulable en los frutos.

Los genotipos Santa Adelia y RPT 1570 presentan aptitudes para ser consumidos *in natura* por producir frutos con mayor masa e índice de flavor.

LITERATURA CITADA

BARBA, E.; LOPEZ, M.; VALVERDE, M.; SANCHEZ, A.; MADRID, R., 2005. Calidad de variedades de tomate para industria. II. Parámetros físicos de producción. *Agrícola Vergel (ES)*, XXIV (278): 69 - 73.

CHITARRA, M.; CHITARRA, A. 1990. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, p. 320.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, BR) 2003. Cultivo de tomate para industrialização (em línea). Brasília, BR. Consultado el 17 agosto 2007. Disponible en: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/index.htm>

FILGUEIRA, F. 2003. Novo Manual de olericultura. agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2ª edición. Universidade Federal de Viçosa, UFV. Minas Gerais, BR. p. 193 - 251.

FONTES, P.; SAMPAIO, R.; FINGER, F. 2000. Fruit it size mineral composition and quality or trickle-irrigated tomatoes as affected by potassium rates. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. Brasília, BR. 35 (1): 21-25. http://www.cnph.embrapa.br/paginas/biblioteca/bibliotecas_virtuais.hm.

JONES, R.; SCOTT, S. 1984 Genetic potential to improve tomato flavor. In commercial F1 hybrids. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. Alexandria (USA). 109: 318 - 321.

KADER, A; MORRIS, L; STEVENS, M; ALBRIGHT-HOLTON, M. 1978. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by post harvest handling procedures. *Journal of the American Society for Horticultural Sciencie*, Alexandria (USA). 113 (5). 742 - 745.

MARQUELLI, W.; SILVA, W.; SILVA, H.; MORETTI, C. 2007. Efeito da época de suspensão da irrigação na produção e qualidade de frutos de tomate para processamento. Brasília, BR. Embrapa. Boletín de pesquisa e desenvolvimento N° 25.

NUEZ, F.; RODRIGUEZ, A.; TELLO, J.; SEGURA, B. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, ES. p. 793. 1995.

NUNES, S. 2005. Avaliação agrônômica e industrial de cultivares de tomateiro para processamento industrial no município de Morrinhos, Goiás. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Tesis (MSc). Rio de Janeiro, BR. p. 87.

PEIRIS, K., DULL, G., LEFFLER, R.; KAYS, S. 1998. Near infrared spectrometric technique for nondestructive determination of soluble solids content in processing tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria (USA). 123: 1089 - 1093.

PEIXOTO, N; MENDONÇA, J; SILVA, J; BARBEDO, A., 1999. Rendimento de cultivares de tomate para processamento em Goiás. *Horticultura Brasileira*. Brasília (BR). 17 (1): 54 - 57.

RESENDE, G; COSTA, N. 2000. Produtividade de cultivares de tomate industrial no vale do São Francisco. *Horticultura Brasileira*, Brasília (BR). 18 (2): 126 - 129.

SELEGUINI, A. 2005. Híbridos de tomate industrial cultivados em ambiente protegido e campo, visando a produção de frutos para mesa. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira. Tesis (MSc). São Paulo, BR. p.76.