

Caracterización del potencial bioquímico y nutritivo de genotipos sobresalientes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Characteristics of biochemical and nutritious potential of outstanding tomato genotypes (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

María Margarita Murillo Soto¹, Fernando Borrego Escalante¹, Sergio Rodríguez Herrera¹, Flavio Ramos Domínguez²

Resumen

Se evaluaron 18 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.): 4 progenitores, generaciones de cruzas F₁, F₂, F₃ y retrocruzas (RC₁ y RC₂). El experimento se realizó en el Campus de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" y en el Laboratorio de Fisiotecnia durante el ciclo Primavera-Verano 2003. Las Variables de Rendimiento Cualitativas a analizar fueron pH, °Brix y Vitamina C. Después del quinto corte se seleccionaron 2 frutos de cada tratamiento a los cuales se les realizaron las pruebas de laboratorio de: pH utilizando un potenciómetro Conductronic, °Brix con un refractómetro (Atago) y Vitamina C de acuerdo a la metodología de Chechetkin (1984). Se encontró que los genotipos 12 [Retrocruza (Shady Lady x Sunny) x Shady Lady] y el 13 [(Bonita x Sunny) x Sunny] son los mejores, ya que aparte de presentar baja acidez, presentan mayor concentración de sólidos solubles y Vitamina C.

Palabras Clave: Tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., Variables de Rendimiento Cualitativas, °Brix, Vitamina C, pH

Abstract

18 Tomato genotypes (*Lycopersicon esculentum* Mill.): 4 parents, selfcrosses generations F₁, F₂, F₃ and backcrosses (RC₁ y RC₂). The experiment was conducted at Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" campus and in the Plant Physiotechnic Laboratory during the spring-summer season in 2003. The qualitative variables of yield analyzed were pH, °Brix and Vitamin C. After the fifth cut, 2 fruits of each treatment were selected for lab tests. The parameters evaluated were pH, using a conductronic pH meter, °Brix with a refractometer (Atago) and vitamin C according to Chechetkin (1984) methodology. Genotypes 12 [backcross (Shady Lady x Sunny) x Shady Lady] and 13 [(Bonita x Sunny) x Sunny] were the best ones, since aside from presenting low acidity, they both present greater soluble solid concentration and vitamin C.

Key Words: Tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill., Qualitative Variables of Yield, °Brix, Vitamin C, pH

¹ Profesor-Investigador. Departamento de Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"

² Alumno de Doctorado en Fitomejoramiento. UAAAN.

Introducción

La producción de tomate en México durante los últimos diez años ha sido de 19 millones de toneladas en total con un rendimiento promedio de 25 t ha^{-1} en una superficie cercana a las 80 mil hectáreas (2 millones de toneladas al año); concentrándose el 70% de la producción nacional en los estados de Sinaloa (39.9 %), Baja California (14.7 %), San Luis Potosí (7.9 %) y Michoacán (6.7 %), SIAP (2002).

Como se puede apreciar, el tomate es uno de los principales cultivos hortícolas que se siembran en México. Se produce en los ciclos agrícolas otoño-invierno y primavera-verano. La gran variedad de condiciones en las que se cultiva esta hortaliza ha llevado a desarrollar una notable diversidad de técnicas y a crear cultivares adaptadas a condiciones que en muchas ocasiones son poco favorables (Santiago, 1995).

Las Zonas Áridas y Semiáridas de México ocupan el 66% del territorio nacional (alrededor de $1,360,000 \text{ km}^2$), donde la rentabilidad agrícola es escasa o nula, debido a condiciones adversas para el crecimiento vegetal, sobre todo por escasez de precipitación (cantidad y distribución), elevadas temperaturas, heladas tempranas y tardías, suelos superficiales y calichosos, entre otros, condicionando que las actividades agrícolas de temporal fracasen; lo que trae como consecuencia que los productores agrícolas de éstas regiones, no produzcan los alimentos suficientes, haciendo necesario su traslado de las zonas productoras, incrementando de manera considerable los precios por el costo del flete, manejo e intermediarios (GIIEZAP-UAAAN, 1991).

Desde el punto de vista alimenticio, el tomate no puede ser considerado como alimento energético, aunque un kilogramo de fruto puede proporcionar 176 calorías, su aroma estimula el apetito, hace más agradable a los alimentos insípidos de elevado valor nutritivo. Es rico en aminoácidos y en ácidos orgánicos, contiene importante cantidad de vitamina C, y en menor cantidad vitamina B y D. Las sales de hierro, de potasio y de magnesio se encuentran en una relación cuantitativa perfectamente equilibrada a los fines alimenticios. El tomate es, en otros términos, un eficaz catalizador del proceso asimilativo, y es el condimento que hace agradable al paladar la masa de hidratos de carbono de las pastas, que de otro modo serían menos apetitosas (Anderlini, 1976), citado por Santiago (1995).

Según un estudio realizado por Stevens (1974) sobre las principales frutas y hortalizas de Estados Unidos, el tomate ocupa el lugar 16 en cuanto a concentración relativa de un grupo de 10 vitaminas y minerales. No obstante, su popularidad, demostrada por el alto nivel de consumo convierte a este cultivo en una de las principales fuentes de vitaminas y minerales en muchos países.

Las variaciones en la calidad del fruto del tomate son numerosas debido al complejo genético, fisiológico e influencias del medio ambiente. El sabor del tomate está ampliamente relacionado con el contenido de azúcar y ácidos. Sin embargo, las diferencias en sabor pueden ocurrir por mezclas entre cultivos, como resultado de la madurez fisiológica, factores ambientales de producción o manipulación en poscosecha.

Aunque el rendimiento y la calidad de los cultivos resultan ser los primeros objetivos en el mejoramiento del tomate, estas características están determinadas por una serie de componentes estructurales y funcionales estrechamente complejas. Estos

componentes fisiológicos y bioquímicos requieren ser entendidos para observar la importancia de éstos y poder enfocar el mejoramiento hacia las características adecuadas (Allen y Rudich, 1978) citados por Ramos (2000).

Metodología Experimental

Localización del Área de Estudio

El experimento de campo se realizó en el ciclo Primavera-Verano 2003, a un costado del los Invernaderos No. 5 y 6, de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, y las pruebas de laboratorio, en el Departamento de Fitomejoramiento, específicamente en el Laboratorio de Fisiotecnia de la misma Universidad.

Material Genético Utilizado

Para la realización de este trabajo de investigación se utilizaron cuatro progenitores, generaciones de cruzas F_1 , F_2 , F_3 y Retrocruzas (RC_1 y RC_2), dando un total de 18 genotipos, todos provenientes de diferentes fuentes genéticas.

Genealogía del material genético utilizado.

Genotipo	Nomenclatura	Descripción	Generación
1	SHALADY	Shady Lady	Progenitor
2	BONITA	Bonita	Progenitor
3	CLBRITY	Celebrity	Progenitor
4	B x SN	Bonita x Sunny	F_1
5	SH x C	Shady Lady x Celebrity	F_1
6	SH x SN	Shady Lady x Sunny	F_1
7	B x SN	Bonita x Sunny	F_2
8	SH x C	Shady Lady x Celebrity	F_2
9	SH x SN	Shady Lady x Sunny	F_2
10	(B x SN) x B	(Bonita x Sunny) x Bonita	Retrocruza
11	(SH x C) x SH	(Shady Lady x Celebrity) x Shady Lady	Retrocruza
12	(SH x SN) x SH	(Shady Lady x Sunny) x Shady Lady	Retrocruza
13	(B x SN) x SN	(Bonita x Sunny) x Sunny	Retrocruza
14	(SH x C) x C	(Shady Lady x Celebrity) x Celebrity	Retrocruza
15	(SH x SN) x SN	(Shady Lady x Sunny) x Sunny	Retrocruza
16	SH x SN	Shady Lady x Sunny	F_3
17	SH x C	Shady Lady x Celebrity	F_3
18	B x SN	Bonita x Sunny	F_3

Establecimiento del Experimento

Previo al establecimiento del experimento se llevaron a cabo varias actividades encaminadas a propiciar condiciones adecuadas para el óptimo desarrollo del cultivo, las cuales se describen a continuación.

Pruebas de Laboratorio

1. Después del quinto corte se seleccionaron dos frutos de cada tratamiento, procurando que tuvieran buena apariencia. Los frutos se colocaron en bolsas de

papel para que maduraran completamente. Una vez que estuvieron bien maduros se llevaron a cabo las pruebas de laboratorio (pruebas cualitativas), para determinar °Brix, pH y vitamina C de acuerdo a la metodología propuesta por Chechetkin et al., 1984.

Variables de Rendimiento (Cualitativas):

Potencial de Iones Hidrógeno (pH). Grados Brix (°BRIX). Vitamina C (VITC).

Diseño Experimental y modelo estadístico utilizados

El establecimiento del experimento se hizo con un diseño de bloques completos al zar con cuatro repeticiones , dieciocho tratamientos (genotipos) y cinco plantas por cada unidad experimental.

Análisis Estadísticos

Se realizó un análisis de factores principales de acuerdo a Manly (1986)

Resultados Y Conclusiones

Cuadro 1. Análisis de Varianza (cuadrados medios) de características de Rendimiento Cualitativo de 18 Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de campo.

FV	GL	pH	°BRIX	VITC
Repetición	3	0.077	0.508*	4.565
Genotipos	17	0.074	0.277	2.662
Error	51	0.071	0.179	2.070
CV		5.84	10.46	18.80

CV: Coeficiente de variación (%)

*: Estadísticamente significativo $p < 0.05$

En el cuadro 1 se presentan los cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables cuantitativas de rendimiento, donde se observa diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en la variable Grados Brix (°BRIX), en la fuente de variación repetición, para las demás variables Potencial de Hidrógeno (pH) y Vitamina C (VITC) no se presenta diferencia significativa.

Para el caso de la fuente de variación genotipos, no se presenta diferencia en ninguna de las variables cualitativas; los coeficientes de variación oscilaron en un rango de 5.84 a 18.80 por ciento.

El mejor valor para la variable pH se obtuvo con el genotipo Shady Lady x Celebrity) en F₃, el cual reportó un valor de 4.80 y el menor promedio se obtuvo del genotipo 16 (Shady Lady x Sunny) en F₃ del cual se obtuvo un valor de 4.39.

En cuanto a la variable °Brix la mejor media se obtuvo con el genotipo 1 (Shady Lady), el cual dio un valor promedio de 4.77 °Brix, y el más bajo lo reportó el genotipo 16 (Shady Lady x Sunny) en F₃ con un valor promedio de 3.66 °Brix.

Para la variable Vitamina C el mejor promedio fue el genotipo 1 (Shady Lady), del cual se obtuvo un valor de 9.26 mg 100⁻¹ g y el más bajo se encontró en el genotipo 3 (Celebrity) con una media de 6.12 mg 100⁻¹ g. Aunque estos valores se encuentran por debajo de los que reporta Nuez (1995), 23 mg 100⁻¹ g, lo que hace necesario implementar una nueva metodología de determinación.

Cuadro No.2. Correlación de Características de Rendimiento Cualitativo de 18 Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de campo.

Variable	pH	°Brix	Vit C
pH	1.00	-.22	-.12
°Brix	-.22	1.00	.29
Vit C	-.12	.29	1.00

En el Cuadro No. 2 se presentan las correlaciones entre las 3 variables, no encontrando diferencias significativas. Ante la ausencia de correlación se realizó un análisis multivariado de Factores Principales de variación, que permite reducir la dimensionalidad de las variables, permite explorar la acción conjunta de las variables y determinar el efecto de cada variable en presencia de las otras (Manly, 1986).

Cuadro No. 3. Análisis de Factores Principales de Características de Rendimiento Cualitativo de 18 Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de campo.

Variable	Factor 1	Factor 2
pH	-0.588	-0.772*
°Brix	0.775*	-0.111
Vit C	0.700*	-0.528
Varianza Explicada (%)	47.63	29.54

En el Cuadro No. 3, se presenta la contribución relativa de las 3 variables, en 2 Factores Principales. Para el Factor 1, se encuentra mayor aportación de las variables de °Brix y Vit. C, y se explica el 47.6% de la varianza total. Para el Factor 2, la variable pH tiene mayor contribución, y se explica el 29.5% de la varianza.

Cuadro No. 4 Contribución relativa de cada genotipo a los Factores Principales de variación.

Genotipo	Características asociadas con mayor calidad alimenticia	Características asociadas al pH
1	1.832	-1.504
2	1.216	-0.093
3	-0.431	1.014
4	0.046	0.562
5	-0.733	0.633
6	-0.306	1.143
7	-0.105	-0.134
8	-0.033	-0.066
9	-0.693	-1.398
10	-0.041	-2.193
11	-0.774	-0.090
12	1.377	0.471
13	1.835	0.297
14	-0.111	1.105
15	-0.676	0.963

16	-0.020	0.963
17	-1.426	-1.064
18	-1.577	-0.608

En el Cuadro No. 4, se presenta la contribución relativa de cada genotipo a los 2 Factores Principales. Se debe de considerar que más °Brix, significa mayor cantidad de sólidos solubles, principalmente glucosa y fructosa, y al haber más biomasa en el fruto, se presenta mayor Vitamina C. Por lo anterior, los mejores genotipos son el 1 (Shady Lady), el 2 (Bonita) y el 12 [Retrocruza (Shady Lady x Sunny) x Shady Lady] y el 13 [(Bonita x Sunny) x Sunny]. Estas 2 retrocruzas son los mejores genotipos, pues combinan mayor calidad alimenticia con menor acidez, es decir, nutritivos y de mejor sabor. Esto concuerda con Osuna (1983) que menciona que un valor mayor o igual a 4°Brix es considerado bueno y por lo tanto hay una correlación directa entre sólidos solubles y firmeza,

Conclusiones

Considerando que a mayor pH el fruto presenta menor acidez y esto está relacionado con un mejor sabor, se puede concluir que los genotipos 1 (Shady Lady), el 2 (Bonita) y el 12 [Retrocruza (Shady Lady x Sunny) x Shady Lady] y el 13 [(Bonita x Sunny) x Sunny] son los mejores ya que aparte de presentar esta característica presentan mayor concentración de sólidos solubles y Vitamina C. Para la industria son de gran importancia las variedades con gran cantidad de sólidos solubles (Well y Buitelar, 1989)

Literatura Citada

- Allen, S. M. and Rudich, 1978. Genetics potential for overcoming physiological limitation on adaptability, yield, and quality in the tomato. Hort Science 13(6):673-677.
- Anderlini, R. 1976. el cultivo del tomate. 3ª. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Castello 37, Madrid, España.
- GIIEZAP-UAAAN. 1991. Diagnóstico del Grupo Interdisciplinario de Investigación en Especies de Zonas Áridas con Potencial. Dirección de Investigación. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Chechetkin, A.V., V.I. Voronianski y G.G. Pokusy. 1984. Prácticas de bioquímica del ganado y aves de corral. Editorial Mir. Moscú.
- Manly, B.F.J. 1986. Multivariate Statistical Methos. Chapman and Hall. United States of America.
- Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate: Ediciones Mundi-Prensa.
- Osuna, G. J. A. 1983. Resultados de la investigación sobre tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo el sistema de acolchado de en condiciones de invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Santiago, N. J. 1995. Evaluación de genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en condiciones de Invernadero, Considerando Criterios Fenológicos y Fisiológicos. UAAAN. Tesis de Licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

SIAP. 2002. Servicio de Información y Estadística
Agroalimentaria y Pesquera. (siap.sagarpa.gob.mx).
Well, G. and F. Buitelan. 1989. Factor affecting soluble solids
contents of Muskmelon (*Cucumis melo* L.). Hort.
Abstracts. 59(2):129.