

INTERSEDES

**REVISTA ELECTRÓNICA DE LAS SEDES REGIONALES
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**



Vista panorámica de la ciudad de San José, Costa Rica

WWW.INTERSEDES.UCR.AC.CR

Vol. XVI, N°33 (2015)

ISSN 2215-2458

Consejo Editorial Revista InterSedes

Director de la Revista:

M.Ph. Jimmy Washburn Calvo. Sede del Atlántico

Consejo Editorial:

M.Sc. Jorge Bartels Villanueva. Sede del Pacífico. Economía
M.L. Edwin Quesada Montiel. Abarca. Sede del Pacífico. Enseñanza del
Inglés
Dra. Ethel García. Sede de Occidente. Historia.
Dra. Magdalena Vásquez Vargas. Sede Occidente. Literatura
M.L. Guillermo González. Sede Atlántico. Filología
M.Ph. Jimmy Washburn Calvo. Sede Atlántico. Filosofía. Bioética
M.L. Mainor González Calvo. Sede Guanacaste. Filología
Ing. Ivonne Lepe Jorquera. Sede Limón. Administración. Turismo
Dra. Ligia Carvajal. Sede Limón. Historia

Editor Técnico: Bach. David Alonso Chavarría Gutiérrez. Sede Guanacaste
Editora: Licda. Margarita Alfaro Bustos. Sede Guanacaste

Consejo Científico Internacional

Dr. Raúl Fonet-Betancourt. Universidad de Bremen, Alemania.
Dra. Pilar J. García Saura. Universidad de Murcia.
Dr. Werner Mackenbach. Universidad de Potsdam, Alemania. Universidad de
Costa Rica.
Dra. Gabriela Marín Raventós. Universidad de Costa Rica.
Dr. Mario A. Nájera. Universidad de Guadalajara, México.
Dr. Xulio Pardelles De Blas. Universidad de Vigo, España.
M.Sc. Juan Manuel Villasuso. Universidad de Costa Rica.

Indexación: Latindex / Redalyc / SciELO

Licencia de Creative Commons

Revista Electrónica de las Sedes Regionales de la Universidad de Costa Rica,
todos los derechos reservados.

Intersedes por intersedes.ucr.ac.cr está bajo una licencia de Creative
Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Costa Rica
License.



EVALUACIÓN DE 60 GENOTIPOS DE TOMATE
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) CULTIVADOS BAJO
INVERNADERO EN COSTA RICA

EVALUATION OF 60 TOMATO (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.)
GENOTYPES GROWN UNDER GREENHOUSE CONDITIONS IN COSTA RICA

José Eladio Monge-Pérez¹

Recibido 8 de diciembre del 2014

Aprobado 6 de enero del 2015

Resumen

Se evaluaron en forma preliminar 60 genotipos de tomate producidos bajo invernadero, tanto a nivel cualitativo (9 variables) como cuantitativo (11 variables). Los datos muestran una amplia variabilidad entre los genotipos, y brindan información útil a los productores en el proceso de selección del genotipo a utilizar en su sistema productivo, según el nicho de mercado de interés. Se destacan varios genotipos de tomate ‘cherry’ y ‘uva’ por su alto contenido de sólidos solubles, que pueden ser opciones para los consumidores que demandan tomates de alta calidad.

Palabras claves: *Lycopersicon esculentum*, calidad, rendimiento, °Brix, invernadero

Abstract

Sixty tomato genotypes grown under greenhouse conditions were evaluated, both at qualitative (9 variables) and quantitative (11 variables) levels. Data show a wide variability between genotypes, and this information is useful for growers to choose the best variety for their particular market purposes. Some ‘cherry’ and ‘grape’ tomato genotypes show high soluble solid contents; these varieties could be good choices for consumers that demand high quality tomatoes.

Keywords: *Lycopersicon esculentum*, quality, yield, °Brix, greenhouse

¹ Dirección electrónica: melonescr@yahoo.com.mx

Introducción

En Costa Rica, la producción hortícola bajo ambientes protegidos se inició a finales de los años 80 del siglo XX, principalmente dirigida hacia la exportación de plantas ornamentales y flores. En el año 2003, el 89 % de los invernaderos del país estaban localizados en la Región Central (Occidental y Oriental); en ese año las principales hortalizas que se cultivaban bajo ambiente protegido eran chile dulce y tomate, las que ocupaban un 28 % y 11 % del área de los invernaderos del país, respectivamente (Marín, s.f.). Entre los años 2008 y 2009, el área total de cultivo protegido de tomate y chile dulce a nivel nacional fue de 116 hectáreas, aunque sólo el 35 % de dicha área correspondió a invernaderos (Marín, 2010). En el caso del tomate cultivado bajo invernadero, se cultivan genotipos principalmente de crecimiento indeterminado, de diferentes tamaños de fruto: pequeños ('cherry' o 'uva'), medianos, y grandes (gordos).

Un aspecto clave en cualquier proyecto de producción hortícola es la selección del genotipo adecuado. Cada genotipo presenta diferentes características en cuanto al crecimiento de la planta, cualidades del fruto, tolerancia a plagas y enfermedades, respuesta a las condiciones ambientales, entre otros. Un cultivar adecuado deberá tener diversas características sobresalientes, entre las que se incluyen: buen rendimiento, resistencia a enfermedades, buena calidad del fruto, adaptabilidad a las condiciones ambientales donde se pretende cultivar, un mercado aceptable y una larga vida de anaquel. La calidad final de los frutos está definida tanto por sus características físicas (color, firmeza, tamaño, forma) como químicas (contenido de sólidos solubles, pH, acidez titulable, relación azúcares/ácidos), y por su calidad nutricional (contenido de vitaminas y minerales) (Castellanos, 2009). Con respecto a la calidad nutricional del tomate, uno de los componentes más importantes son los antioxidantes, los cuales ayudan a prevenir el envejecimiento prematuro, algunos tipos de cáncer, enfermedades cardíacas, cataratas, mal de Parkinson, arteriosclerosis y artritis, entre otras enfermedades. Algunos de los antioxidantes que contienen los tomates son vitamina E, vitamina C, varios polifenoles, y carotenoides como el licopeno, beta-caroteno, alfa-caroteno, luteína, fitoeno y fitoflueno (Castellanos, 2009; Causse *et al.*, 2003; Lenucci *et al.*, 2006; Slimestad y Verheul, 2009). El contenido de licopeno del tomate varía mucho según el genotipo, siendo el tipo 'cherry' el que presenta los mayores contenidos (Kuti & Konuru, 2005).

Una de las principales quejas de los consumidores de tomate en todo el mundo es que se han perdido características de calidad como el sabor y el aroma, debido a que la selección de nuevos genotipos ha privilegiado características como el rendimiento, la larga vida de anaquel por la incorporación de la mutación 'rin' o por el efecto acumulativo de varios genes de mejora de la firmeza del fruto (Causse *et al.*, 2003), la apariencia externa y la tolerancia a enfermedades (Cebolla-Cornejo *et al.*, 2011). En esta hortaliza, el sabor está determinado principalmente por la concentración de azúcares tales como fructosa y glucosa, y de ácidos orgánicos como ácido cítrico y ácido málico (Alonso *et al.*, 2009; Causse *et al.*, 2003; Cebolla-Cornejo *et al.*, 2011; Fernández-Ruiz *et al.*, 2004; Shirahige *et al.*, 2009). En cuanto al aroma del tomate, se han identificado más de 400 compuestos volátiles que contribuyen al mismo. La idea es que los fitomejoradores puedan incorporar estas características de aroma y sabor en los nuevos híbridos para conquistar a los consumidores

que anhelan estas cualidades. En el caso del aroma y el sabor, la influencia del genotipo sobre estas características es muy importante (Alonso *et al.*, 2009; Causse *et al.*, 2003; Cebolla-Cornejo *et al.*, 2011; Klein *et al.*, 2010; Shirahige *et al.*, 2009).

En Estados Unidos se ha determinado que los tomates tipo ‘uva’ tienen la misma intensidad de sabor que otros tomates, pero son mucho más dulces debido a que tienen un contenido de azúcares de casi 10 °Brix, característica que los hace un producto saludable y atractivo que ha tenido mucho éxito de ventas en supermercados, y que los ha convertido en un nuevo componente en la oferta de ensaladas de muchos restaurantes (Pillsbury *et al.*, s.f.). Existe evidencia de que los consumidores en Estados Unidos y Europa (y probablemente también en Latinoamérica) están dispuestos a pagar un mayor precio por un tomate con mejor sabor y mayor valor nutricional. En muchos casos, las variedades de tomates tradicionales, de diferentes colores, o los tomates tipo ‘cherry’ o ‘uva’, poseen características únicas o superiores de calidad de fruta que pueden llenar las expectativas de los consumidores más exigentes (Causse *et al.*, 2003; Klein *et al.*, 2010).

El comportamiento de un genotipo bajo ambiente protegido no necesariamente coincide con el comportamiento del mismo a campo abierto, dado que las condiciones climáticas son muy diferentes. Incluso, se presenta una gran variación en el comportamiento de un genotipo bajo ambientes protegidos distintos, debido a diferencias en altitud, ubicación, grado de tecnificación, condiciones ambientales, entre otros, por lo que no se pueden extrapolar los resultados de un invernadero a otro. Por lo tanto, es aconsejable realizar ensayos con diferentes genotipos en cada invernadero, para escoger el que mejor se comporta en esas condiciones, y de acuerdo al mercado de destino de la producción (Castellanos, 2009). Varias universidades y centros de investigación colaboran con este esfuerzo en diferentes países (Ardila *et al.*, 2011; Borrego *et al.*, 2001; Campiño & Puerto, 2000; Grijalva-Contreras *et al.*, 2004b, Grijalva-Contreras *et al.*, 2011; Hernández, 1987; Lorca, 1997; Monge, 2012; Montenegro, 2012; Pérez *et al.*, 2012; Santiago *et al.*, 1998; Shirahige *et al.*, 2009).

El objetivo de esta investigación fue evaluar en forma preliminar 60 genotipos de tomate para el cultivo bajo ambiente protegido, en Alajuela, Costa Rica.

Materiales y métodos

Selección de variables a evaluar

A partir de los descriptores propuestos por IPGRI (1996) para el cultivo de tomate, se seleccionaron las siguientes variables a evaluar:

Variabes cualitativas:

- Hombros verdes: se determinó si los frutos tenían o no esta característica.
- Altura relativa de la planta: se evaluó a los 98 ddt.

- Forma del fruto: se realizó la caracterización visual de la forma de los frutos, según el numeral 7.2.2.5 de los descriptores del IPGRI (1996).
- Color del fruto: se realizó mediante la caracterización visual de los frutos maduros.
- Permanencia del cáliz luego de la cosecha: se determinó evaluando la presencia o no del cáliz en los frutos cosechados.
- Firmeza relativa del fruto: se evaluó ejerciendo presión con los dedos sobre los frutos maduros.
- Cantidad relativa de semillas por fruto: se estimó visualmente al cortar los frutos en forma transversal.
- Grosor del pericarpio: se estimó visualmente al cortar los frutos en forma transversal.
- Sabor: se determinó al degustar un fruto de cada genotipo.

Variables cuantitativas:

- Rendimiento por planta: se midió el peso de los frutos producidos por planta, hasta los 126 ddt (primera prueba) y 105 ddt (segunda prueba).
- Rendimiento por hectárea: se estimó el peso de los frutos de tomate producidos en una hectárea, a partir del rendimiento por planta.
- Número de frutos por racimo (rango): se obtuvo al contar el número de frutos de varios racimos.
- Número de ejes del racimo (rango): se obtuvo al contar el número de ejes de varios racimos.
- Peso promedio del fruto: se midió el peso individual de 20 frutos por cada parcela, y se obtuvo el promedio.
- Porcentaje de sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix): se midió el porcentaje de sólidos solubles de 20 frutos por cada parcela, y se obtuvo el promedio.
- Firmeza del fruto (Newtons): se midió la firmeza de 20 frutos por cada parcela, y se obtuvo el promedio.
- pH del jugo del fruto: se realizaron 10 mediciones del pH del jugo de los frutos de cada parcela, y se obtuvo el promedio.
- Índice de sabor propuesto [$(^{\circ}\text{Brix}) \cdot (\text{pH})^2$]: se obtuvo al multiplicar el $^{\circ}$ Brix promedio por el cuadrado del valor del pH promedio, para cada genotipo.
- Edad a inicio de cosecha (ddt): se obtuvo al registrar el día de inicio de la cosecha en cada genotipo, según la fecha de transplante.
- Número de lóculos del fruto: se obtuvo por observación visual, luego de realizar un corte transversal a los frutos.
- Prueba de degustación: con algunos genotipos se realizó una prueba de degustación, también llamado análisis sensorial (Moricz, s.f.; Pillsbury *et al.*, s.f.), entre 30 o 31 personas (primera y segunda prueba, respectivamente), en la cual se realizó una evaluación cuantitativa de esta

característica, para lo cual se empleó la siguiente escala ‘hedonística’ de cinco puntos: 0 = pésimo, 1 = malo, 2 = regular, 3 = bueno, 4 = muy bueno. Para cada genotipo se obtuvo un promedio.

El peso de los frutos se obtuvo con una balanza electrónica marca Ocony, modelo TH-I-EK, de 5000 gramos de capacidad, con una incertidumbre de 0,1 gramos. El porcentaje de sólidos solubles se determinó con un refractómetro manual marca Atago, modelo N-1a, con una escala de 0-32 %. Para la evaluación de firmeza del fruto, se utilizó un penetrómetro marca Chatillon, modelo DPP-100N, con una capacidad de 100 N, y una incertidumbre de 1 N. Para la evaluación del pH se utilizó un medidor electrónico marca Hanna Instruments, modelo HI 98129, con escala de 0 a 14, e incertidumbre de 0,01.

Establecimiento del ensayo

Se sembraron 60 genotipos de tomate (Cuadro 1) en condiciones hidropónicas en el invernadero de Hortalizas de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM), la cual está localizada en Barrio San José de Alajuela, Costa Rica, a una altitud de 840 msnm. La mayoría de genotipos son de crecimiento indeterminado, excepto JMX-296 y JMX-1084 que son de crecimiento semideterminado, y JMX-1271, JMX-1278, JMX-1282 y JMX-1292 que son de crecimiento determinado.

Debido a la gran cantidad de genotipos por evaluar, se realizaron dos siembras diferentes. El primer grupo de genotipos se transplantó el 4 de setiembre de 2012, y el segundo grupo de genotipos se transplantó los días 25 de setiembre, 2 de octubre y 9 de octubre de 2012, según el desarrollo de las plántulas de cada híbrido.

Cuadro 1. Lista de genotipos utilizados en la investigación.

Genotipo	Código de campo	Procedencia
<i>Prueba</i>		
Endeavour	101	Holanda
68-39-179	102	Estados Unidos
68-39-177	103	Estados Unidos
JMX-280	104	India
JMX-286	105	Vietnam
JMX-1183	108	Estados Unidos
JMX-1072	116	Israel
JMX-1073	117	Israel
JMX-1074	118	Israel

JMX-1075	119	Israel
JMX-1076	120	Israel
JMX-1077	121	Israel
JMX-1078	122	Israel
JMX-1079	123	Israel
JMX-1081	125	Israel
JMX-1082	126	Israel
JMX-1083	127	Israel
JMX-1084	128	Estados Unidos
JMX-1086	130	Vietnam
JMX-1171	144	Estados Unidos
JMX-1172	145	Estados Unidos
JMX-1173	146	Estados Unidos
JMX-1174	147	Estados Unidos
JMX-1175	148	Estados Unidos
JMX-1176	149	Estados Unidos
JMX-1177	150	Estados Unidos
JMX-1178	151	Estados Unidos
JMX-1179	152	Estados Unidos
JMX-1180	153	Estados Unidos
JMX-1181	154	Estados Unidos
JMX-1184	155	Estados Unidos
JMX-274	156	India
JMX-282	157	Vietnam
JMX-283	158	Vietnam
JMX-284	159	Vietnam
JMX-285	160	Vietnam
JMX-296	161	Vietnam
Criollo	162	Holanda
<i>Il prueba</i>		

JMX-1177	150	Estados Unidos
JMX-1178	151	Estados Unidos
JMX-1180	153	Estados Unidos
JMX-1181	154	Estados Unidos
JMX-274	156	India
JMX-284	159	Vietnam
JMX-1271	163	Estados Unidos
JMX-1275	167	Estados Unidos
JMX-1276	168	Estados Unidos
JMX-1277	169	Estados Unidos
JMX-1278	170	Estados Unidos
JMX-1279	171	Estados Unidos
JMX-1280	172	Estados Unidos
JMX-1281	173	Estados Unidos
JMX-1282	174	Estados Unidos
JMX-1283	175	Estados Unidos
JMX-1284	176	Estados Unidos
JMX-1285	177	Estados Unidos
JMX-1286	178	Estados Unidos
JMX-1287	179	Estados Unidos
JMX-1288	180	Estados Unidos
JMX-1289	181	Estados Unidos
JMX-1290	182	Estados Unidos
JMX-1291	183	Estados Unidos
JMX-1292	184	Estados Unidos
JMX-1293	185	Estados Unidos
JMX-1294	186	Estados Unidos
JMX-1295	187	Estados Unidos

El cultivo se realizó en sacos de fibra de coco, de 1 metro de largo, 20 cm de ancho y 15 cm de altura. La distancia de siembra fue de 25 cm entre plantas, y de 1,54 m entre hileras, para una densidad de 25.974

plantas/ha. Las plantas se sujetaron por medio de dos mallas plásticas, ubicadas una a cada lado de cada hilera de plantas. Todas las plantas se manejaron a un solo tallo, eliminando todos los tallos secundarios.

Para el primer grupo de genotipos, la cosecha inició el día 16 de noviembre de 2012, es decir a los 73 días después de transplante (ddt), y la evaluación de los frutos se llevó a cabo hasta el 8 de enero de 2013 (126 ddt). Para el segundo grupo de genotipos, la cosecha inició el día 16 de noviembre de 2012 (52 ddt), y la evaluación de los frutos se llevó a cabo hasta el 22 de enero de 2013 (105 ddt, 112 ddt y 119 ddt, según cada genotipo).

Se implementó un sistema de manejo integrado de plagas, y se utilizó un programa de fertilización validado para la producción comercial de tomate, según las experiencias previas en el invernadero de la EEAFBM. El fertirriego se suministró a cada hora, entre las 7:00 a.m. y las 4:00 p.m.

Para cada genotipo se sembró una parcela con 8 plantas (2 sacos), y todos los datos se obtuvieron a partir de los frutos totales producidos en dicha parcela.

Resultados y discusión

En el Cuadro 2 se presentan las características de planta y racimo evaluadas. En la primera prueba la mayor parte de los genotipos presentó plantas catalogadas como medianas y altas, mientras que en la segunda prueba la mayoría de genotipos presentaron plantas altas. En la primera siembra cerca de la mitad de los genotipos presentaron racimos de un solo eje, y la otra mitad presentó racimos con más de un eje; por otra parte, en la segunda siembra la mayor parte de los genotipos presentó más de un eje.

Cuadro 2. Características de planta y racimo de los genotipos evaluados.

Genotipo	Código de campo	Altura relativa de la planta	Número de ejes del racimo (rango)	Número de frutos por racimo (rango)
<i>I prueba</i>				
Endeavour	101	Alta	1	5 – 8
68-39-179	102	Mediana	1	2 – 7
68-39-177	103	Mediana	1	3 – 9
JMX-280	104	Alta	1	4 – 7
JMX-286	105	Pequeña	1	3 – 5
JMX-1183	108	Alta	2 – 5	14 – 31
JMX-1072	116	Alta	1	12 – 18
JMX-1073	117	Muy alta	1	9 – 15

JMX-1074	118	Pequeña	1	3 – 5
JMX-1075	119	Alta	1	10 – 11
JMX-1076	120	Muy alta	1 – 4	12 – 36
JMX-1077	121	Pequeña	1 – 2	12 – 30
JMX-1078	122	Alta	1	3 – 5
JMX-1079	123	Mediana	1	3 – 4
JMX-1081	125	Mediana	1	2 – 4
JMX-1082	126	Mediana	1	9 – 11
JMX-1083	127	Mediana	1	4
JMX-1084	128	Pequeña	1 – 4	10 – 50
JMX-1086	130	Pequeña	1 – 2	3 – 8
JMX-1171	144	Muy alta	1 – 3	14 – 36
JMX-1172	145	Mediana	2 – 3	2 – 4
JMX-1173	146	Mediana	2	3 – 4
JMX-1174	147	Alta	2	5 – 7
JMX-1175	148	Muy alta	1 – 3	15 – 51
JMX-1176	149	Alta	1 – 2	13 – 27
JMX-1177	150	Mediana	1	4 – 5
JMX-1178	151	Muy alta	1	10 - 11
JMX-1179	152	Alta	Muchos	20 – 65
JMX-1180	153	Alta	1	2 – 4
JMX-1181	154	Alta	1 – 3	10 – 30
JMX-1184	155	Muy alta	1 – 2	8 – 16
JMX-274	156	Pequeña	2 – 3	4 – 8
JMX-282	157	Muy pequeña	1 – 3	14 – 29
JMX-283	158	Muy pequeña	1 – 2	16 – 19
JMX-284	159	Pequeña	1 – 3	10 – 30
JMX-285	160	Pequeña	1 – 2	15 – 35
JMX-296	161	Mediana	1 – 2	2 – 5
Criollo	162	Mediana	1	3 – 4

<i>II prueba</i>				
JMX-1177	150	Mediana	1	4 – 5
JMX-1178	151	Muy alta	1	10 - 11
JMX-1180	153	Alta	1	2 – 4
JMX-1181	154	Alta	1 – 3	10 – 30
JMX-274	156	Pequeña	2 – 3	4 – 8
JMX-284	159	Pequeña	1 – 3	10 – 30
JMX-1271	163	Pequeña	1	2 – 5
JMX-1275	167	Alta	1 – 3	10 – 13
JMX-1276	168	Alta	1 – 3	Más de 40
JMX-1277	169	Alta	3 – 5	19 – más de 50
JMX-1278	170	Mediana	1 – 3	10 – 20
JMX-1279	171	Alta	2 – 4	20 – 30
JMX-1280	172	Alta	1 – 2	12 – 23
JMX-1281	173	Alta	1 – 3	14 – 16
JMX-1282	174	Pequeña	1	3 – 7
JMX-1283	175	Alta	1 – 3	14 – 34
JMX-1284	176	Alta	1	8 – 10
JMX-1285	177	Alta	3 – 6	Más de 30
JMX-1286	178	Alta	1 – 4	20 – 30
JMX-1287	179	Alta	1 – 3	20 – 30
JMX-1288	180	Alta	1 – 3	12 – 21
JMX-1289	181	Alta	1 – 4	13 – 20
JMX-1290	182	Muy alta	1 – 2	8 – 15
JMX-1291	183	Alta	1 – 6	20 – más de 30
JMX-1292	184	Mediana	1 – 2	2 – 5
JMX-1293	185	Alta	1 – 4	10 – 20
JMX-1294	186	Alta	4 – 6	Más de 30
JMX-1295	187	Alta	1 – 3	8 – 15

El número de frutos por racimo varió bastante entre los genotipos, siendo mayor en los genotipos de frutos de tamaño pequeño (tomates ‘uva’ y ‘cherry’). En general, los racimos con mayor número de ejes presentan también un mayor número de frutos.

En el Cuadro 3 se presentan las características cualitativas del fruto evaluadas. La mayoría de los genotipos evaluados en la primera siembra no presentó hombros verdes, pero en la segunda siembra la mayoría de los genotipos sí presentó dicha característica; esta cualidad no necesariamente es negativa, aunque en algunos genotipos puede producirse una coloración dispareja del fruto al madurar, lo cual sucedió en los genotipos JMX-1184, JMX-282 y JMX-283. Sin embargo, por esta razón en muchos casos se prefiere seleccionar genotipos que no posean hombros verdes, pues son más aptos para comercialización y consumo en varios mercados, como en Ecuador (Montenegro, 2012).

Cuadro 3. Características cualitativas de fruto de los genotipos evaluados.

Genotipo	Código de campo	Presencia de hombros verdes	Color del fruto	Forma del fruto	Permanencia del cáliz luego de la cosecha
<i>1 prueba</i>					
Endeavour	101	No	Rojo	Ligeramente achatado	No
68-39-179	102	No	Rojo - anaranjado	Ligeramente achatado	Sí
68-39-177	103	No	Rojo - anaranjado	Ligeramente achatado	Sí
JMX-280	104	No	Rojo	Redondeado	No
JMX-286	105	No	Rojo	Redondo – alargado	Sí
JMX-1183	108	No	Rojo	Redondeado	No
JMX-1072	116	No	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-1073	117	No	Anaranjado - amarillo	Redondeado	Sí
JMX-1074	118	No	Rojo	Ligeramente achatado	Sí
JMX-1075	119	Sí	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-1076	120	Sí	Rojo	Elipsoide	Sí
JMX-1077	121	Sí	Rojo	Elipsoide	Sí
JMX-1078	122	No	Rojo	Ligeramente achatado	Sí

JMX-1079	123	No	Rojo	Ligeramente achatado	Sí
JMX-1081	125	No	Rojo	Ligeramente achatado	Sí
JMX-1082	126	Sí	Rojo	Elipsoide	Sí
JMX-1083	127	No	Rojo	Ligeramente achatado	Sí
JMX-1084	128	No	Rojo	Elipsoide	Sí
JMX-1086	130	No	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-1171	144	No	Amarillo - anaranjado	Redondeado	Sí
JMX-1172	145	Sí	Rojo	Forma de riñón	No
JMX-1173	146	Sí	Rojo	Forma de riñón	Sí
JMX-1174	147	No	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-1175	148	No	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-1176	149	Sí	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-1177	150	No	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-1178	151	Sí	Rosado - rojo	Elipsoide	Sí (aunque algunos no)
JMX-1179	152	Sí	Rojo	Elipsoide	No
JMX-1180	153	No	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-1181	154	Sí	Rojo	Elipsoide	Sí
JMX-1184	155	Sí	Rojo	Elipsoide	Sí
JMX-274	156	No	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-282	157	Sí	Rojo	Elipsoide	Sí
JMX-283	158	Sí	Rojo	Elipsoide	Sí
JMX-284	159	No	Rojo	Elipsoide	Sí
JMX-285	160	No	Rojo	Elipsoide	Sí
JMX-296	161	Sí	Rojo	Redondeado	Sí
Criollo	162	No	Rojo	Ligeramente achatado	Sí
<i>II prueba</i>					

JMX-1177	150	No	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-1178	151	Sí	Rosado - rojo	Elipsoide	Sí (aunque algunos no)
JMX-1180	153	No	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-1181	154	Sí	Rojo	Elipsoide	Sí
JMX-274	156	No	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-284	159	No	Rojo	Elipsoide	Sí
JMX-1271	163	Sí	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-1275	167	Sí	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-1276	168	Sí	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-1277	169	Sí	Rojo	Redondeado	No (aunque algunos sí)
JMX-1278	170	Sí	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-1279	171	Sí	Morado – negro	Redondeado	Sí
JMX-1280	172	Sí	Rojo	Redondeado	No
JMX-1281	173	Sí	Rojo	Elipsoide	No
JMX-1282	174	Sí	Amarillo	Redondeado	No (aunque algunos sí)
JMX-1283	175	Sí	Amarillo	Elipsoide	No (aunque algunos sí)
JMX-1284	176	Sí	Rojo	Redondeado	No
JMX-1285	177	Sí	Rojo	Elipsoide	No
JMX-1286	178	Sí	Rojo	Redondeado	No
JMX-1287	179	Sí	Rosado – rojo pálido	Elipsoide	No
JMX-1288	180	No	Rojo	Elipsoide	No
JMX-1289	181	Sí	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-1290	182	No	Anaranjado	Redondeado	Sí
JMX-1291	183	Sí	Rojo	Forma de fresa	Algunos sí, otros no
JMX-1292	184	Sí	Rojo	Redondeado	Sí
JMX-1293	185	No	Amarillo pálido	Redondeado	No (aunque algunos sí)

JMX-1294	186	Sí	Anaranjado	Redondo – alargado	Sí
JMX-1295	187	Sí	Amarillo	Piriforme	No

La mayoría de los genotipos presentó frutos de color rojo, aunque hay algunos de otros colores como amarillo, amarillo pálido, rojo-anaranjado, anaranjado-amarillo, anaranjado, morado-negro y rosado-rojo. La mayor parte de los genotipos presentó frutos de forma redondeada, mientras que otro grupo importante de genotipos presentó forma elipsoide. Como dato curioso se encontraron dos genotipos con forma de ‘riñón’, uno con forma de ‘fresa’, y uno con forma de ‘pera’ (piriforme). En el mercado costarricense lo más común es que los tomates gordos tengan frutos ligeramente achatados, y que los tomates ‘cherry’ presenten frutos redondeados; sin embargo, este mercado también ha comenzado a aceptar tomates con otro tipo de formas, como cilíndrico y elipsoide (J. Monge, datos sin publicar).

En la primera prueba, en la mayoría de los casos los frutos retienen su cáliz luego de la cosecha, pero en la segunda prueba alrededor de la mitad de los genotipos retiene el cáliz mientras que la otra mitad no. Curiosamente, hay algunos genotipos en que esta característica no está tan claramente definida, pues algunos frutos sí retienen el cáliz, pero otros no. En general, en el mercado costarricense los frutos se comercializan sin cáliz, por lo que puede ser deseable escoger genotipos en los que naturalmente el cáliz se desprende con facilidad del fruto. Sin embargo, la presencia de cáliz en el fruto puede ser utilizada para diferenciar el producto en ciertos nichos de mercado.

En el Cuadro 4 se presentan las características cualitativas de calidad del fruto evaluadas. La mayoría de los genotipos presentó frutos con una firmeza relativa aceptable. Por otra parte, la mayoría de los genotipos presentó un pericarpio relativamente grueso. Se observa que no hay necesariamente una relación directa entre una firmeza relativa aceptable y un pericarpio grueso, como se podría esperar.

La mayoría de los genotipos presenta frutos con sólo 2 lóculos. Se concluye que tampoco esta característica está relacionada directamente con la firmeza del fruto, donde se podría esperar que a mayor cantidad de lóculos (y tabiques entre ellos), mayor firmeza.

La mayoría de los frutos apenas tiene varias semillas. Los genotipos de mayor tamaño son los que presentan muchas semillas; por otra parte, los genotipos de fruto más pequeño también son los que presentan la menor cantidad de semillas.

Poco más de la mitad de los genotipos presenta frutos con buen sabor, seguidos del grupo de los frutos con poco o ningún sabor. Sin embargo, esta es una característica cualitativa muy subjetiva pues cada persona tiene una percepción particular con respecto a esta característica.

En el cuadro 5 se presentan los datos de las variables de edad al inicio de la cosecha y peso promedio del fruto para los diferentes híbridos evaluados. En general, los genotipos que presentan frutos de mayor tamaño tienden a ser más tardíos, y al contrario, los genotipos que tienen frutos pequeños tienden a ser más precoces. Hay diferencias importantes en la edad a inicio de cosecha de los genotipos, con rangos entre 73 y 80 ddt para la primera prueba, y entre 52 y 76 ddt para la segunda prueba. Inclusive, para los seis genotipos que se sembraron en ambas pruebas, se presentó una mayor precocidad (entre uno y diez días) en la segunda prueba con respecto a la primera, probablemente debido a la presencia de condiciones de mayor temperatura y luminosidad.

Se presentan amplias diferencias en el peso promedio de los frutos entre los diferentes genotipos, desde 6,9 hasta 235,3 gramos en la primera prueba, y desde 4,0 hasta 157,7 gramos en la segunda prueba; la mayoría de los genotipos tiene frutos cuyo peso es menor a los 30 gramos, es decir, que califican como tomates tipo ‘cherry’ o ‘uva’, según la forma del fruto (redondeado o elipsoide, respectivamente).

Cuadro 4. Características cualitativas de calidad del fruto de los genotipos evaluados.

Genotipo	Código de campo	Firmeza relativa	Grosor relativo del pericarpio	Número de lóculos por fruto	Cantidad relativa de semillas	Sabor
<i>1 prueba</i>						
Endeavour	101	Firme	Grueso	3	Muchas	Poco sabor, ácido
68-39-179	102	Poco firme	Grueso	3	Muchas	Poco sabor, ácido
68-39-177	103	Firme	Algo delgado	Muchos	Muchas	Sin sabor
JMX-280	104	Firme	Grueso	3	Muchas	Buen sabor
JMX-286	105	Firme	Muy grueso	2	Varias	Buen sabor
JMX-1183	108	Firme	Grueso	2	Varias	Buen sabor
JMX-1072	116	Poco firme	Delgado	2	Varias	Buen sabor
JMX-1073	117	Muy firme	Muy grueso	2	Varias	Buen sabor, ácido
JMX-1074	118	Firme	Grueso	Muchos	Muchas	Buen sabor, ácido
JMX-1075	119	Firme	Grueso	2	Varias	Buen sabor, dulce
JMX-1076	120	Firme	Delgado	2	Algunas	Buen sabor,

						dulce
JMX-1077	121	Firme	Delgado	2	Prácticamente sin semillas	Buen sabor, un poco ácido
JMX-1078	122	Firme	Grueso	3	Muchas	Poco sabor
JMX-1079	123	Firme	Grueso	Muchos	Muchas	Poco sabor, ácido
JMX-1081	125	Firme	Grueso	Muchos	Muchas	Sin sabor
JMX-1082	126	Poco firme	Grueso	2	Varias	Poco sabor, ácido
JMX-1083	127	Firme	Muy grueso	Muchos	Muchas	Sin sabor
JMX-1084	128	Firme	Grueso	2	Varias	Poco sabor
JMX-1086	130	Firme	Grueso	3	Varias	Algo ácido
JMX-1171	144	Firme	Grueso	4	Varias	Buen sabor, dulce
JMX-1172	145	Poco firme	Grueso	Muchos	Muchas	Poco sabor
JMX-1173	146	Poco firme	Grueso	Muchos	Varias	Buen sabor, dulce
JMX-1174	147	Firme	Grueso	3	Muchas	Buen sabor, algo ácido
JMX-1175	148	Firme	Delgado	2	Varias	Buen sabor, ácido
JMX-1176	149	Firme	Grueso	2	Varias	Poco sabor
JMX-1177	150	Firme	Grueso	3	Varias	Buen sabor, ácido
JMX-1178	151	Firme	Grueso	2	Muy pocas	Buen sabor, algo ácido
JMX-1179	152	Firme	Algo delgado	2	Sin semillas	Dulce
JMX-1180	153	Firme	Algo delgado	Muchos	Varias	Poco sabor
JMX-1181	154	Firme	Grueso	2	Varias	Buen sabor, dulce
JMX-1184	155	Poco firme	Grueso	2	Varias	Poco sabor
JMX-274	156	Muy firme	Grueso	Muchos	Varias	Buen sabor
JMX-282	157	Firme	Grueso	2	Sin semillas	Poco sabor
JMX-283	158	Firme	Grueso	2	Sin semillas	Buen sabor,

						dulce
JMX-284	159	Firme	Grueso	2	Sin semillas	Buen sabor
JMX-285	160	Poco firme	Grueso	2	Muy pocas	Dulce
JMX-296	161	Firme	Algo delgado	Muchos	Pocas	Ácido
Criollo	162	Firme	Grueso	4	Muchas	Poco sabor
<i>II prueba</i>						
JMX-1177	150	Firme	Grueso	3	Varias	Buen sabor, ácido
JMX-1178	151	Firme	Grueso	2	Muy pocas	Buen sabor, algo ácido
JMX-1180	153	Firme	Algo delgado	Muchos	Varias	Poco sabor
JMX-1181	154	Firme	Grueso	2	Varias	Buen sabor, dulce
JMX-274	156	Muy firme	Grueso	Muchos	Varias	Buen sabor
JMX-284	159	Firme	Grueso	2	Sin semillas	Buen sabor
JMX-1271	163	Poco firme	Grueso	2	Algunas	Ácido
JMX-1275	167	Firme	Delgado	2	Algunas	Poco sabor
JMX-1276	168	Firme	Grueso	2	Muy pocas	Poco sabor
JMX-1277	169	Suave	Grueso	2	Varias	Buen sabor
JMX-1278	170	Poco firme	Grueso	2	Varias	Poco sabor
JMX-1279	171	Suave	Grueso	2	Varias	Ácido
JMX-1280	172	Firme	Grueso	2	Varias	Buen sabor, dulce
JMX-1281	173	Firme	Grueso	2	Muy pocas	Buen sabor, algo ácido
JMX-1282	174	Suave	Grueso	2	Pocas	Ácido
JMX-1283	175	Suave	Grueso	3	Varias	Poco sabor
JMX-1284	176	Suave	Delgado	2	Varias	Ácido
JMX-1285	177	Poco firme	Delgado	2	Sin semillas	Poco sabor
JMX-1286	178	Poco firme	Grueso	2	Varias	Buen sabor, algo ácido
JMX-1287	179	Firme	Grueso	2	Algunas	Ácido

JMX-1288	180	Firme	Grueso	3	Sin semillas	Sin sabor
JMX-1289	181	Firme	Grueso	2	Sin semillas	Buen sabor, dulce
JMX-1290	182	Firme	Algo delgado	2	Varias	Excelente sabor
JMX-1291	183	Poco firme	Grueso	3	Pocas	Buen sabor
JMX-1292	184	Firme	Grueso	2 – 3	Varias	Poco sabor, algo ácido
JMX-1293	185	Suave	Grueso	2	Varias	Poco sabor
JMX-1294	186	Poco firme	Delgado	2	Varias	Buen sabor, dulce
JMX-1295	187	Poco firme	Grueso	2	Algunas	Poco sabor

Cuadro 5. Edad al inicio de la cosecha y peso promedio del fruto de los genotipos evaluados.

Genotipo	Código de campo	Edad al inicio de la cosecha (ddt)	Peso promedio del fruto (gramos)
<i>I prueba</i>			
JMX-1074	118	77	235,3
Criollo	162	77	200,2
JMX-296	161	77	182,1
JMX-1079	123	77	174,7
JMX-1083	127	77	168,6
JMX-1180	153	80	158,7
JMX-1078	122	80	149,8
JMX-1173	146	80	134,8
JMX-1172	145	80	124,0
68-39-179	102	77	123,0
JMX-1177	150	73	121,8
JMX-1081	125	77	121,6
JMX-280	104	80	115,8
JMX-1086	130	77	115,5
JMX-1174	147	77	105,8

JMX-286	105	80	104,0
68-39-177	103	77	100,0
Endeavour	101	77	93,1
JMX-274	156	77	89,7
JMX-1073	117	77	32,2
JMX-1184	155	73	25,2
JMX-1075	119	73	24,1
JMX-1082	126	73	23,1
JMX-1176	149	73	22,0
JMX-282	157	77	21,0
JMX-283	158	73	21,0
JMX-1183	108	77	20,6
JMX-1181	154	73	17,7
JMX-285	160	73	17,4
JMX-1178	151	73	16,9
JMX-1072	116	73	15,3
JMX-1084	128	73	13,8
JMX-284	159	73	12,8
JMX-1076	120	77	12,0
JMX-1179	152	77	10,7
JMX-1171	144	73	10,5
JMX-1077	121	73	7,5
JMX-1175	148	73	6,9
<i>II prueba</i>			
JMX-1180	153	73	157,7
JMX-1177	150	69	110,5
JMX-274	156	76	79,4
JMX-1291	183	59	20,7
JMX-1286	178	59	20,4
JMX-1277	169	59	18,8

JMX-1271	163	66	18,7
JMX-1293	185	70	18,3
JMX-1283	175	66	17,9
JMX-1282	174	59	17,0
JMX-1292	184	52	15,3
JMX-1280	172	59	15,1
JMX-1287	179	66	12,1
JMX-1288	180	59	11,1
JMX-1295	187	59	11,1
JMX-1178	151	66	10,2
JMX-1181	154	63	10,1
JMX-284	159	69	10,1
JMX-1278	170	59	10,1
JMX-1294	186	52	10,0
JMX-1279	171	66	9,7
JMX-1290	182	52	9,3
JMX-1281	173	66	8,9
JMX-1289	181	52	8,9
JMX-1275	167	59	7,4
JMX-1285	177	59	7,2
JMX-1276	168	63	6,0
JMX-1284	176	59	4,0

En el cuadro 6 se presentan los datos de rendimiento por planta y por hectárea para los híbridos evaluados. El rendimiento por planta entre los diferentes genotipos varía desde 0,67 hasta 2,58 kg para la primera prueba, y entre 0,23 y 2,48 kg para la segunda prueba; esto nos da un rendimiento por hectárea que oscila entre 17,38 a 66,93 ton/ha para la primera prueba, y entre 6,06 y 64,40 ton/ha para la segunda prueba. Estas diferencias son muy importantes desde el punto de vista económico, pues se trata de entre cuatro hasta diez veces más producción en un caso con respecto al otro. El menor rendimiento se obtuvo en el caso del híbrido JMX-1284, un tomate tipo 'cherry' con frutos muy pequeños de tan sólo 4,0 gramos de peso, y el mayor rendimiento se obtuvo en el caso del híbrido Endeavour, un tomate ligeramente achatado con frutos de 93,1 gramos de peso. Sin embargo, también en términos económicos, se debe tomar en cuenta que normalmente

en Costa Rica el precio al consumidor de los tomates tipo ‘cherry’ es de alrededor de 3.000 colones/kg, mientras que el precio de los tomates medianos y gordos oscilan mucho a lo largo del año y generalmente se ubica entre 400 y 1.000 colones/kg (J. Monge, datos sin publicar).

Cuadro 6. Rendimiento por planta y por hectárea de los genotipos evaluados.

Genotipo	Código de campo	Rendimiento hasta los 126 ddt (kg/planta)	Rendimiento hasta los 126 ddt (ton/ha)
<i>I prueba</i>			
Endeavour	101	2,58	66,93
JMX-1079	123	2,31	59,98
JMX-1174	147	2,27	58,94
JMX-1083	127	2,20	57,17
JMX-1078	122	2,19	56,80
JMX-274	156	2,12	54,99
Criollo	162	2,10	54,63
68-39-177	103	2,06	53,52
68-39-179	102	1,91	49,54
JMX-1081	125	1,73	45,02
JMX-296	161	1,71	44,49
JMX-1086	130	1,70	44,16
JMX-286	105	1,68	43,56
JMX-1177	150	1,67	43,40
JMX-1073	117	1,66	43,02
JMX-1184	155	1,63	42,32
JMX-1173	146	1,61	41,86
JMX-280	104	1,57	40,70
JMX-1180	153	1,57	40,66
JMX-1074	118	1,56	40,65
JMX-1176	149	1,56	40,43
JMX-283	158	1,49	38,80
JMX-1172	145	1,48	38,34
JMX-284	159	1,46	37,86

JMX-1084	128	1,42	36,78
JMX-1183	108	1,40	36,36
JMX-1179	152	1,35	35,06
JMX-282	157	1,28	33,17
JMX-285	160	1,16	30,03
JMX-1072	116	1,14	29,59
JMX-1181	154	1,07	27,90
JMX-1171	144	1,00	26,01
JMX-1075	119	0,94	24,29
JMX-1178	151	0,91	23,63
JMX-1077	121	0,89	23,05
JMX-1082	126	0,82	21,31
JMX-1175	148	0,71	18,55
JMX-1076	120	0,67	17,38
		Rendimiento hasta los 105 ddt (kg/planta)	Rendimiento hasta los 105 ddt (ton/ha)
<i>II prueba</i>			
JMX-274	156	2,48	64,40
JMX-1180**	153	1,91	49,70
JMX-1294**	186	1,91	49,54
JMX-1277*	169	1,81	47,13
JMX-1177	150	1,71	44,49
JMX-1278	170	1,71	44,33
JMX-1271	163	1,68	43,59
JMX-1181	154	1,62	42,14
JMX-1291*	183	1,56	40,56
JMX-1289**	181	1,49	38,77
JMX-1286	178	1,45	37,64
JMX-284	159	1,43	37,26
JMX-1280	172	1,39	36,14

JMX-1282*	174	1,29	33,61
JMX-1292**	184	1,25	32,40
JMX-1283*	175	1,19	30,81
JMX-1285	177	1,12	29,04
JMX-1288	180	1,08	27,95
JMX-1281*	173	0,97	25,17
JMX-1287	179	0,96	24,97
JMX-1290**	182	0,95	24,78
JMX-1279	171	0,91	23,70
JMX-1178	151	0,84	21,70
JMX-1293**	185	0,82	21,20
JMX-1275	167	0,79	20,54
JMX-1276	168	0,70	18,26
JMX-1295	187	0,38	9,91
JMX-1284	176	0,23	6,06

* En este genotipo, el rendimiento se evaluó hasta los 112 ddt.

** En este genotipo, el rendimiento se evaluó hasta los 119 ddt.

El rendimiento es una característica que presenta mucha variabilidad, según el genotipo, las condiciones ambientales, la presencia de plagas y enfermedades, y las prácticas de manejo de la planta como la densidad de siembra y las podas. Por ejemplo, en una prueba de 22 genotipos de tomate indeterminado tipo ‘riñón’ sembrados en el suelo, cuyas plantas fueron podadas a un eje por planta, en un invernadero ubicado a 2.710 m.s.n.m. en Ecuador, el mayor rendimiento obtenido fue de 3.800 gramos por planta para un genotipo cuyos frutos pesan en promedio 191 gramos, que con una densidad de 35.714 plantas por hectárea produjo 135,7 toneladas por hectárea. Esto se alcanzó durante un ciclo total de 195 ddt, que incluyó 91 días de cosecha. Las condiciones dentro del invernadero fueron de una temperatura promedio de 30,3 °C, y una humedad relativa promedio de 31,7 % (Montenegro, 2012). En Costa Rica se informa de un rendimiento de 96 ton/ha en tomate producido en invernadero (Segura *et al.*, 1999, citados por Ramírez & Nienhuis, 2012).

En un ensayo en el noroeste de México los rendimientos para una misma variedad de tomate variaron según la densidad de siembra, siendo de 147 ton/ha a una densidad de 18.900 plantas/ha, de 161 ton/ha a una densidad de 25.000 plantas/ha, y de 218 ton/ha a una densidad de 37.800 plantas/ha (Grijalva-Contreras *et al.*, 2004a). En otro ensayo en Oaxaca, México, se obtuvo un mayor rendimiento de tomate a altas densidades (53.000 y 40.000 plantas/ha), siendo de 175,2 y 173,7 ton/ha respectivamente, en comparación con los mismos híbridos

cultivados a una baja densidad (26.000 plantas/ha), donde se obtuvo un rendimiento de 105,8 ton/ha (Carrillo *et al.*, 2003).

En otro ensayo en el noroeste de México se evaluó la productividad de 10 genotipos de tomate tipo 'bola' (gordo) usando una densidad de 37.800 plantas/ha, y al final de los 96 días de cosecha (a los 214 ddt) no se presentaron diferencias significativas en el rendimiento de los genotipos, el cual varió entre 192 y 262 ton/ha. El peso del fruto varió entre 96,5 y 174 gramos por fruto entre los distintos genotipos, pero sin diferencias significativas entre ellos (Grijalva-Contreras *et al.*, 2004b). En un tercer ensayo en la misma zona, se evaluó la producción de diez híbridos de tomate tipo 'bola' cuyos frutos oscilaron entre 147,6 y 229,5 gramos/fruto, a una densidad de 37.800 plantas/ha, cultivado en suelo en un invernadero, y el rendimiento varió entre 178 y 343 ton/ha entre genotipos y entre año de producción, con un ciclo total del cultivo entre 151 y 159 ddt (Grijalva-Contreras *et al.*, 2011).

En otro ensayo en México el rendimiento varió entre 48,8 y 226,0 ton/ha, al comparar 12 genotipos de tomate, a una densidad de siembra de 41.700 plantas/ha, y con un ciclo total de cultivo de 203 ddt, cultivado en el suelo en un invernadero. El peso del fruto varió entre 31,0 y 149,4 gramos por fruto entre los distintos genotipos, obteniendo el menor rendimiento con el genotipo de frutos más pequeños (Santiago *et al.*, 1998); este comportamiento también fue observado en el presente estudio.

En Colombia, en un ensayo con cinco híbridos de tomate, el rendimiento osciló entre 100 y 120 ton/ha de fruto comercial (Hernández, 1987). En otro ensayo en ese país, igualmente con cinco variedades de tomate, el genotipo con mayor rendimiento produjo 89 ton/ha (Campiño & Puerto, 2000). En un tercer ensayo en ese país, el rendimiento osciló entre 257 ton/ha y 305,5 ton/ha entre tres diferentes genotipos, usando una densidad de 40.000 plantas/ha, con un ciclo total de cultivo de 135 ddt, y con un peso de fruto que osciló entre 160 a 220 gramos/fruto (Ardila *et al.*, 2011).

En Venezuela, el rendimiento osciló entre 107,9 y 152,3 ton/ha, cuando se cultivaron híbridos de tomate tipo 'manzano' a una densidad de 45.000 plantas/ha, con frutos que variaron entre 146,5 y 215,4 gramos/fruto, en un ciclo total de cultivo de 125 ddt (Pérez *et al.*, 2012).

En Brasil, el rendimiento osciló entre 52,4 y 116,0 ton/ha, cuando se cultivaron híbridos de tomate con frutos entre 108,5 y 143,3 gramos/fruto, a una densidad de 25.000 plantas/ha, con un ciclo total de cultivo de más de 140 ddt (Shirahige *et al.*, 2009). En otro ensayo en Brasil, con 20.833 plantas/ha se obtuvieron rendimientos entre 70,4 y 157,5 ton/ha para un híbrido de tomate de cosecha en racimo (tamaño mediano) con un ciclo total de cultivo de 155 ddt, según la frecuencia de riego y el volumen disponible de sustrato (fibra de coco) para la planta; el rendimiento fue mayor cuando la planta dispuso de un volumen mayor de sustrato y de una mayor frecuencia de riego (Pires *et al.*, 2011).

En India, en un ensayo con ocho híbridos de tomate, el rendimiento varió entre 34,6 y 95,7 ton/ha, al usar una densidad de 37.037 plantas/ha (Kumar *et al.*, 2006). En Sudáfrica, utilizando un genotipo de tomate cultivado

en ambiente protegido en condiciones de hidroponía, se encontró que el rendimiento es mayor conforme aumenta la densidad de siembra, alcanzando el mayor rendimiento de frutos comercializables al usar la densidad más alta de 30.000 plantas/ha (entre 100,6 y 136,5 ton/ha), comparado con 25.000 y 20.000 plantas/ha. Igualmente, el mayor rendimiento de frutos comercializables se obtuvo al podar la planta a dos tallos (entre 89,1 y 133,5 ton/ha), en comparación con la poda a un tallo por planta. El mayor rendimiento corresponde a la densidad de 30.000 plantas/ha y la poda a dos tallos (Maboko *et al.*, 2011).

Por lo tanto, los mayores rendimientos se obtienen con una densidad más alta, con poda de la planta a dos o más tallos, y con genotipos de frutos de mayor peso, así como con períodos de cosecha largos. Se concluye que en este estudio se utilizó una densidad de siembra relativamente baja (25.974 plantas/ha), lo que pudo haber influido en la obtención de rendimientos relativamente bajos, pues en los estudios llevados a cabo en otros países las densidades evaluadas oscilaron entre 18.900 y 53.000 plantas/ha.

Asimismo en este ensayo las plantas se podaron a un tallo, pero se ha encontrado que el rendimiento es mayor al dejar más de un tallo por planta. Además, también hay que considerar que el período de evaluación en este estudio fue muy corto (entre 105 y 126 ddt) debido a la limitada disponibilidad de mano de obra, en comparación con la mayoría de ensayos llevados a cabo en otros países, que tomaron datos hasta una edad del cultivo entre 125 y 214 ddt.

Otro elemento a considerar es el peso promedio del fruto de las variedades utilizadas en los ensayos en dichos países, que osciló entre 31,0 y 229,5 gramos. En este estudio el peso promedio de los frutos fue mayoritariamente bajo (entre 4,0 y 235,3 gramos), pues sólo tres genotipos presentaron frutos de más de 180 gramos de peso, es decir, que se consideran como gordos.

En resumen, en todos esos ensayos el rendimiento varió entre 34,6 y 343,0 ton/ha, mientras que en este estudio el rendimiento varió entre 6,06 y 66,93 ton/ha.

En el Cuadro 7 se presentan los datos de firmeza del fruto de los genotipos evaluados. La firmeza del fruto presenta variaciones importantes, con valores extremos de 4,6 N para un genotipo de tomate 'cherry' con frutos de forma redondeada y con un peso de 4,0 gramos, y de 64,6 N para un genotipo con frutos de forma ligeramente achatada y con un peso de 149,8 gramos, es decir, una diferencia de más de catorce veces entre uno y otro. Según Castellanos (2009), los frutos maduros de tomate que tengan una firmeza igual o superior a 11 Newtons se consideran muy firmes, y como consecuencia, tienen un periodo mayor de vida de anaquel, por lo que casi todos los genotipos evaluados cumplen con este requisito, con excepción de JMX-1276 y JMX-1284.

En un ensayo desarrollado en Francia, se encontró que los tomates 'cherry' (13 gramos/fruto) presentaban una menor firmeza que los tomates más grandes (entre 129 y 151 gramos/fruto). Además, entre los tomates de frutos pequeños, la firmeza mostró una correlación positiva con el peso del fruto, pero esta correlación fue negativa en el caso de los tomates con frutos grandes (Causse *et al.*, 2003). En este estudio también se

observó esta tendencia, pues los genotipos con frutos más pequeños, tanto en la primera como en la segunda prueba, fueron los que presentaron la menor firmeza.

En el cuadro 8 se presentan los datos de porcentaje de sólidos solubles, pH, e índice de sabor de los genotipos evaluados.

Cuadro 7. Firmeza del fruto de los genotipos evaluados.

Genotipo	Código de campo	Firmeza del fruto (N)		Genotipo	Código de campo	Firmeza del fruto (N)
<i>I prueba</i>				<i>II prueba</i>		
JMX-1078	122	64,6		JMX-274	156	51,5
Endeavour	101	62,6		JMX-1177	150	48,7
JMX-1081	125	58,2		JMX-1180	153	48,3
JMX-1074	118	56,3		JMX-1288	180	44,9
JMX-1079	123	55,5		JMX-284	159	42,9
JMX-1180	153	53,7		JMX-1281	173	41,7
68-39-179	102	53,2		JMX-1283	175	40,5
JMX-1083	127	50,0		JMX-1178	151	37,8
Criollo	162	47,0		JMX-1181	154	35,1
JMX-296	161	44,6		JMX-1287	179	32,4
JMX-286	105	44,2		JMX-1285	177	29,0
JMX-274	156	43,8		JMX-1291	183	28,6
68-39-177	103	43,2		JMX-1292	184	20,0
JMX-1177	150	42,0		JMX-1280	172	19,5
JMX-1184	155	39,1		JMX-1295	187	18,9
JMX-1084	128	38,9		JMX-1271	163	18,7
JMX-1181	154	37,1		JMX-1277	169	18,6
JMX-1179	152	36,4		JMX-1294	186	18,4
JMX-1086	130	36,3		JMX-1278	170	17,5
JMX-1174	147	36,3		JMX-1282	174	17,1
JMX-283	158	36,0		JMX-1286	178	16,9
JMX-280	104	35,6		JMX-1275	167	14,9

JMX-1076	120	35,5		JMX-1289	181	14,4
JMX-1172	145	35,3		JMX-1279	171	12,3
JMX-1073	117	34,4		JMX-1293	185	11,6
JMX-1178	151	34,1		JMX-1290	182	11,4
JMX-1082	126	31,9		JMX-1276	168	10,9
JMX-285	160	30,2		JMX-1284	176	4,6
JMX-1075	119	29,9				
JMX-1077	121	29,6				
JMX-282	157	28,5				
JMX-284	159	27,8				
JMX-1183	108	25,5				
JMX-1173	146	25,1				
JMX-1072	116	21,7				
JMX-1176	149	21,6				
JMX-1171	144	21,4				
JMX-1175	148	18,6				

Cuadro 8. Porcentaje de sólidos solubles, pH, e índice de sabor de los genotipos evaluados.

Genotipo	Código de campo	Porcentaje de sólidos solubles (°Brix)	pH del jugo del fruto	Índice de sabor [(°Brix)*(pH) ²]
<i>I prueba</i>				
JMX-1178	151	8,4	4,06	138
JMX-1179	152	8,0	3,70	110
JMX-1171	144	7,6	3,89	115
JMX-1175	148	7,4	3,70	101
JMX-1076	120	7,2	3,78	103
JMX-285	160	7,0	4,00	112
JMX-1084	128	6,1	3,96	96
JMX-283	158	6,1	4,06	101

JMX-1077	121	6,0	3,94	93
JMX-1181	154	6,0	3,77	85
JMX-1184	155	6,0	3,96	94
JMX-282	157	6,0	3,85	89
JMX-1075	119	5,8	3,58	74
JMX-284	159	5,8	4,06	96
JMX-1176	149	5,4	3,66	72
JMX-1072	116	5,3	3,69	72
JMX-1082	126	5,3	3,52	66
JMX-1183	108	5,2	3,70	71
JMX-1073	117	5,1	3,54	64
JMX-1173	146	5,0	3,82	73
Criollo	162	4,7	3,93	73
JMX-274	156	4,6	3,71	63
JMX-1081	125	4,5	4,02	73
JMX-1083	127	4,5	3,92	69
JMX-286	105	4,4	3,89	67
JMX-1078	122	4,3	4,16	74
JMX-1180	153	4,3	4,24	77
JMX-1074	118	4,2	3,73	58
68-39-179	102	4,1	3,71	56
JMX-1172	145	4,1	3,89	62
Endeavour	101	4,0	3,60	52
JMX-280	104	4,0	4,00	64
JMX-1086	130	4,0	3,80	58
68-39-177	103	3,9	3,67	53
JMX-1174	147	3,9	4,11	66
JMX-1177	150	3,9	4,02	63
JMX-296	161	3,7	3,76	52
JMX-1079	123	3,6	3,90	55

<i>II prueba</i>				
JMX-1178	151	11,6	4,05	190
JMX-1289	181	10,2	3,84	150
JMX-1181	154	9,9	4,02	160
JMX-1284	176	9,9	4,82	230
JMX-1281	173	9,6	4,17	167
JMX-1277	169	9,4	3,98	149
JMX-1287	179	9,2	4,03	149
JMX-1290	182	9,2	3,91	141
JMX-284	159	9,0	3,95	140
JMX-1294	186	8,6	3,96	135
JMX-1276	168	8,4	3,86	125
JMX-1278	170	8,4	3,90	128
JMX-1285	177	8,4	4,06	138
JMX-1295	187	8,4	4,14	144
JMX-1283	175	8,3	4,37	159
JMX-1288	180	8,1	4,29	149
JMX-1291	183	7,7	4,32	144
JMX-1275	167	7,3	3,90	111
JMX-1293	185	7,2	4,01	116
JMX-1286	178	7,1	3,90	108
JMX-1280	172	7,0	4,07	116
JMX-1279	171	6,5	3,86	97
JMX-1292	184	5,8	4,00	93
JMX-1271	163	5,5	3,92	85
JMX-1180	153	5,4	4,35	102
JMX-1177	150	5,2	4,20	92
JMX-274	156	4,9	4,18	86
JMX-1282	174	4,9	3,90	75

El porcentaje de sólidos solubles osciló entre 3,6 y 8,4 °Brix para la primera prueba, y entre 4,9 y 11,6 °Brix para la segunda; en ambos casos, el genotipo JMX-1178 fue el que obtuvo los valores más altos, el cual es un tomate tipo 'uva' de color rosado-rojo, con frutos entre 10,1 y 16,9 gramos de peso. En general, en Costa Rica la mayoría de las variedades comerciales de tomate presentan un °Brix entre 4,0 y 5,0 (J. Monge, datos sin publicar); esto mismo fue encontrado en México (Santiago *et al.*, 1998), Venezuela (Pérez *et al.*, 2012) y Brasil (Shirahige *et al.*, 2009). En India, en un ensayo entre catorce diferentes genotipos de tomate esta característica varió entre 3,00 y 4,86 °Brix (Kumar *et al.*, 2006). Sin embargo, en otro ensayo en Brasil con un genotipo de tomate para cosecha en racimo, el valor encontrado osciló entre 5,93 y 7,49 °Brix, dependiendo de la frecuencia de riego, siendo mayor cuando la planta sólo recibió un riego por día (Pires *et al.*, 2011).

Según Castellanos (2009), el contenido de sólidos solubles totales está determinado en gran parte por la variedad; en un fruto de tomate maduro generalmente esta característica, expresada como °Brix, presenta valores alrededor de 4,0 a 4,5; la presencia de valores superiores a 4,5 °Brix corresponde a frutos que se catalogan como de buen sabor, mientras que contenidos por debajo de 4,0 °Brix son relacionados con frutos de calidad no aceptable.

En un ensayo realizado en Francia, se encontró que los tomates 'cherry' presentaban un mayor contenido de sólidos solubles (7,2 °Brix), en comparación con tomates medianos y grandes (4,6 – 4,7 °Brix) (Causse *et al.*, 2003). Se sabe que existe una alta correlación entre dulzura y contenido de sólidos solubles, pH y azúcares reductores (Fernández-Ruiz *et al.*, 2004). En una evaluación desarrollada en España con 28 genotipos de tomate, se obtuvieron datos de contenido de sólidos solubles entre 3,97 y 13,07 °Brix (Fernández-Ruiz *et al.*, 2004). En un ensayo en Estados Unidos, estos valores estuvieron entre 6,08 y 6,32 °Brix para cuatro variedades de tomate tipo 'uva' (Pillsbury *et al.*, s.f.). En Austria, estos valores oscilaron entre 4,84 y 5,93 °Brix en un ensayo con seis variedades de tomate (Moricz, s.f.).

Según la evaluación de sabor, los genotipos que presentaron un sabor dulce en la primera prueba presentaron un porcentaje de sólidos solubles entre 5,0 y 8,0 °Brix, y en la segunda prueba dichos genotipos presentaron valores entre 7,0 y 10,2 °Brix. Curiosamente, el genotipo JMX-1178, que obtuvo los mayores valores en porcentaje de sólidos solubles en ambas pruebas, presentó un sabor bueno y algo ácido, pero no un sabor dulce.

El pH del jugo de los frutos varió entre 3,52 y 4,24 para la primera prueba, y entre 3,84 y 4,82 para la segunda prueba, por lo que no presenta grandes variaciones entre los genotipos, aunque hay que recordar que esta es una relación logarítmica. En todo caso, probablemente no valga la pena realizar la evaluación de esta característica en ensayos futuros, dada la relativamente poca variabilidad encontrada. En general, en frutas se recomienda más realizar la evaluación de la acidez titulable en vez de evaluar el pH; sin embargo, debido a limitaciones en el equipo de laboratorio, en este ensayo no se realizó dicha evaluación. Según Castellanos (2009), durante la maduración de los frutos de tomate la acidez desciende, por lo que normalmente el valor de

pH aumenta de 4,0 a 4,5. En Venezuela se obtuvieron valores de pH entre 4,46 y 4,63 en tomates cultivados bajo condiciones protegidas (Pérez *et al.*, 2012), y en Brasil la variación fue entre 4,4 y 4,7, considerándose como frutos no ácidos los que presentan un pH mayor de 4,5 (Shirahige *et al.*, 2009). En Francia, los tomates ‘cherry’ tuvieron un pH apenas ligeramente más alto (4,26) en comparación con tomates medianos y grandes (4,20 – 4,22) (Causse *et al.*, 2003). Se sabe que el sabor ácido de un fruto tiene una alta correlación con el pH y, en menor medida, con la acidez titulable (Fernández-Ruiz *et al.*, 2004).

En una evaluación desarrollada en España con 28 genotipos de tomate, se obtuvieron datos de pH entre 2,99 y 4,92 (Fernández-Ruiz *et al.*, 2004). En Estados Unidos, los valores de pH variaron entre 4,34 y 4,55 entre cuatro variedades de tomate tipo ‘uva’ (Pillsbury *et al.*, s.f.). En Austria estos valores oscilaron entre 3,99 y 4,53 al evaluar seis variedades de tomate (Moricz, s.f.).

El índice de sabor varió entre 52 y 138 para la primera prueba, y entre 75 y 230 para la segunda prueba. Este índice de sabor propuesto en esta investigación se basa en el supuesto de que el mejor sabor se da en los frutos con alto °Brix y alto pH (baja acidez). En otros ensayos se ha determinado que efectivamente se obtiene una mayor aceptación del tomate por parte del consumidor cuando se presenta un mayor contenido de azúcares, lo que mejora la percepción de dulzura, así como cuando se presenta una relación más amplia al dividir los azúcares totales (medido como equivalente de sacarosa) entre la acidez total (Causse *et al.*, 2003; Cebolla-Cornejo *et al.*, 2011). Sin embargo, como cada persona tiene su gusto personal en cuanto a sabor, esto no se puede generalizar, pues hay personas a quienes les gusta el tomate con sabor ácido. En todo caso, según el índice de sabor propuesto, los mejores genotipos son JMX-1178 y JMX-1171 para la primera prueba, y JMX-1284 y JMX-1178 para la segunda prueba; de estos, los genotipos JMX-1171 y JMX-1178 también obtuvieron una alta calificación en la prueba de degustación realizada (Cuadro 9), pero el genotipo JMX-1284 no se evaluó. Por otra parte, los genotipos que obtuvieron las mejores calificaciones en la prueba de degustación tienen altos valores de índice de sabor, aunque no necesariamente los más altos; por ejemplo, el genotipo JMX-1277 obtuvo la mayor calificación en la evaluación de degustación en la segunda prueba, pero su índice de sabor fue de 149 (el valor más alto fue 230), con un porcentaje de sólidos solubles de 9,4 °Brix (el valor más alto fue 11,6 °Brix). Ya se ha identificado que los tomates ‘cherry’ tienen un mejor sabor en comparación con el resto de tomates, gracias a sus frutos ricos en azúcares y ácidos (Causse *et al.*, 2003).

Cuadro 9. Resultados de evaluación de degustación del sabor de algunos de los genotipos evaluados.

Genotipo	Código de campo	Evaluación de degustación de sabor (Escala: 0 a 4; n = 30)
<i>I prueba</i>		
JMX-1175	148	2,87
JMX-1289	181	2,87
JMX-1171	144	2,80

JMX-1290	182	2,77
JMX-1184	155	2,76
JMX-1179	152	2,69
JMX-1072	116	2,50
JMX-1076	120	2,23
JMX-1077	121	2,10
JMX-283	158	1,93
JMX-1084	128	1,90
JMX-1074	118	1,46
JMX-1172	145	1,39
JMX-285	160	1,33
Endeavour	101	1,17
		Evaluación de degustación de sabor (Escala: 0 a 4; n = 31)
<i>II prueba</i>		
JMX-1277	169	3,16
JMX-1283	175	3,00
JMX-1287	179	2,96
JMX-1294	186	2,81
JMX-1179	152	2,78
JMX-1178	151	2,77
JMX-1076	120	2,71
JMX-1184	155	2,70
JMX-1175	148	2,41
JMX-1291	183	2,33
JMX-1073	117	2,31
JMX-1293	185	2,10
JMX-1279	171	1,77
JMX-1084	128	1,72
JMX-1295	187	1,35
JMX-1282	174	1,30

Ciertamente el contenido de sólidos solubles y pH, así como la acidez titulable, son características que se relacionan con la calidad organoléptica del tomate, tales como dulzura o acidez, pero para lograr una caracterización más precisa de la calidad del tomate se debe recurrir al análisis más detallado de azúcares, ácidos y compuestos volátiles (Cebolla-Cornejo *et al.*, 2011). A pesar de esto, se ha documentado que las concentraciones de fructosa y glucosa están generalmente muy bien correlacionadas con el contenido de sólidos solubles, el cual representa una forma fácil de evaluar la calidad de los frutos de tomate; aunque esta característica puede estar relacionada con el contenido de azúcares, su valor está fuertemente relacionado con la preferencia del consumidor únicamente en los híbridos de frutos pequeños, pero no en el caso de híbridos de frutos grandes (Causse *et al.*, 2003; Shirahige *et al.*, 2009). Sin embargo, no se debe prescindir de la evaluación sensorial (degustación), dado que existe una fuerte relación entre la textura y el sabor, y los consumidores parecen preferir cultivares con una firmeza intermedia (Causse *et al.*, 2003). En otro ensayo se encontró que la evaluación sensorial estuvo pobremente relacionada con el perfil de aromas volátiles, y sólo parcialmente relacionada con el contenido de azúcares reductores y de ácidos de los tomates (Klein *et al.*, 2010). El contenido de sólidos solubles, el pH y la acidez titulable son variables ambiguas, dado que el perfil y el contenido de las sustancias que contribuyen con ellas puede variar enormemente entre los diferentes genotipos (Fernández-Ruiz *et al.*, 2004).

Otro punto a tomar en cuenta es que la calidad organoléptica del tomate se reduce cuando se cultiva bajo ambiente protegido, en comparación con el cultivo al aire libre. Esto está dado por una menor concentración de azúcares (fructosa y glucosa), producto de la reducción en la radiación fotosintéticamente activa (Cebolla-Cornejo *et al.*, 2011).

En las figuras 1 y 2 se presentan los gráficos de dispersión de la relación entre los valores obtenidos en la degustación de sabor con respecto al porcentaje de sólidos solubles y al índice de sabor. El porcentaje de correlación positiva entre la degustación de sabor y el porcentaje de sólidos solubles fue de 68,7 %, mientras que la correlación positiva entre la degustación de sabor y el índice de sabor fue de 59,3 %. Por lo tanto, aunque en ambos casos el porcentaje de correlación entre dichas variables no es muy alto, se concluye que el porcentaje de sólidos solubles es un mejor indicativo de la aceptación del sabor del tomate, en comparación con el índice de sabor propuesto. El porcentaje de correlación entre los valores obtenidos en la degustación de sabor con respecto al pH fue muy bajo, de apenas 12,8 %.

En el Cuadro 10 se observa la variación presentada en el promedio de ciertas variables cuantitativas entre la primera prueba y la segunda prueba, para seis genotipos de tomate que se sembraron en ambas pruebas. Se observa una reducción en los días a inicio de cosecha, pero cuya magnitud depende mucho de cada genotipo, variando entre 1 y 10 días. En el caso del rendimiento, en dos genotipos se presentan pequeñas reducciones en el mismo, pero en los otros genotipos se presenta un aumento del rendimiento, siendo la variación máxima un aumento del 51 % en el rendimiento en el caso del genotipo JMX-1181 en la segunda prueba, con respecto

a la primera prueba. En el caso de la firmeza se presenta una reducción en el caso de dos genotipos, y un aumento en el caso de cuatro de ellos, siendo la variación máxima el aumento del 54,3 % en esta característica para el genotipo JMX-284.

Figura 1. Relación Degustación de sabor vs. Porcentaje de sólidos solubles para los genotipos de tomate evaluados.

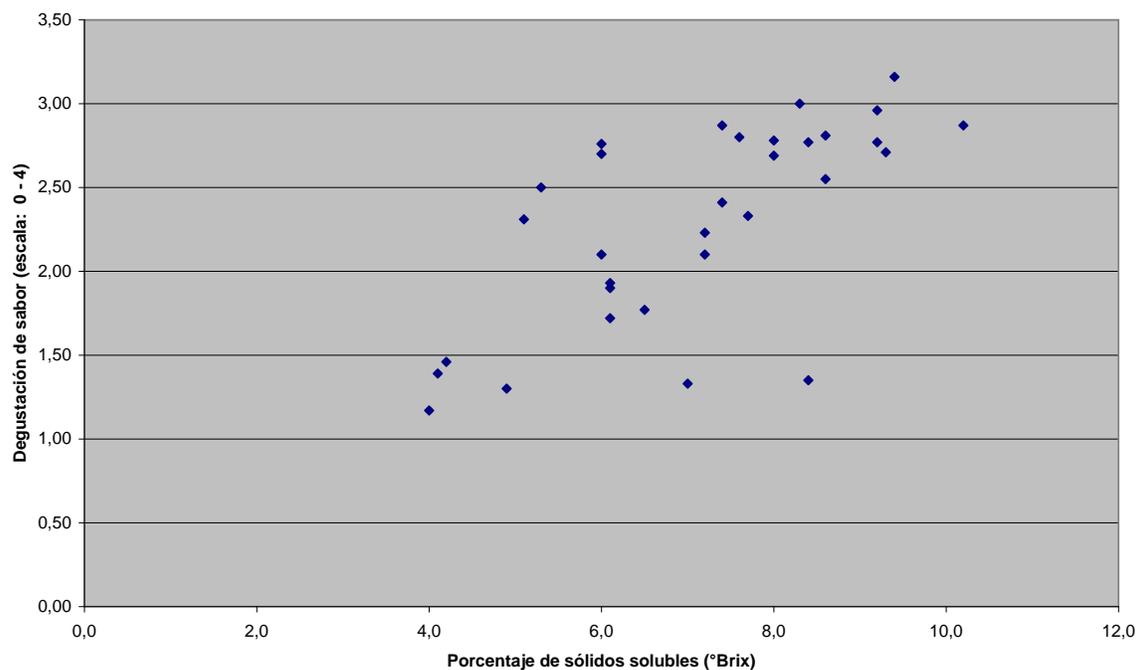
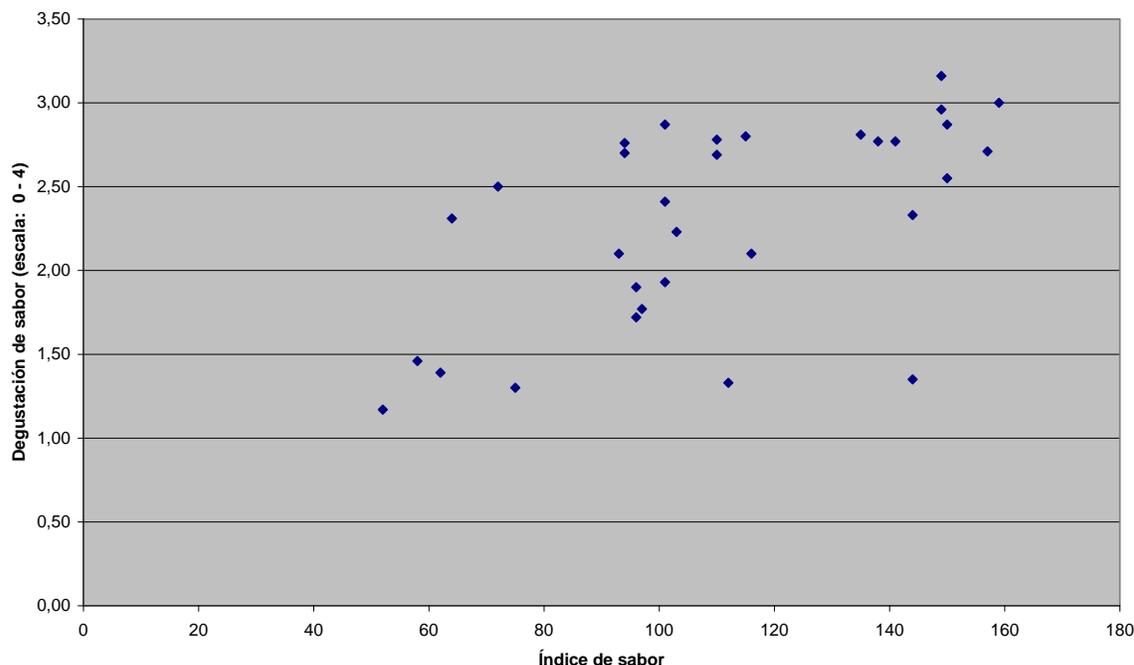


Figura 2. Relación Degustación de sabor vs. Índice de sabor para los genotipos de tomate evaluados.



En el caso del porcentaje de sólidos solubles se dio un aumento en todos los genotipos, pero cuya magnitud dependió en gran medida de cada genotipo, siendo el aumento más alto del 65 % para el caso del genotipo JMX-1181. En el caso del pH, las variaciones fueron menos pronunciadas. Para el índice de sabor, se dio un aumento de este parámetro en el caso de todos los genotipos, siendo la mayor magnitud en el caso del genotipo JMX-1181, con un aumento de 88,2 %. Estos resultados enfatizan la importancia de evaluar los genotipos en diferentes épocas de siembra, antes de tomar una decisión sobre cuál de ellos conviene utilizar en un sistema productivo determinado.

Cuadro 10. Variación entre los valores de la segunda prueba, en comparación con la primera prueba, para seis genotipos de tomate.

		Variación entre los valores obtenidos entre la segunda y la primera prueba					
Genotipo	Código de campo	Días inicio cosecha (días)	Rendimiento (kg/ha) (%)	Firmeza (%)	Porcentaje de sólidos solubles (%)	pH (%)	Índice de sabor (%)
JMX-1177	150	-4	2,5	16,0	33,3	4,5	46,0

JMX-1178	151	-7	-8,2	10,9	38,1	-0,2	37,7
JMX-1180	153	-7	22,2	-10,1	25,6	2,6	32,5
JMX-1181	154	-10	51,0	-5,4	65,0	6,6	88,2
JMX-274	156	-1	17,1	17,6	6,5	12,7	36,5
JMX-284	159	-4	-1,6	54,3	55,2	-2,7	45,8

Conclusiones y recomendaciones

Para la evaluación de genotipos de tomate se deben tomar en cuenta diversas características, tanto de planta, como de racimo, fruto, calidad y rendimiento.

Entre las características a evaluar, se debe priorizar aquellas que sean más importantes para el mercado meta, para que la evaluación sea económicamente rentable. El proceso de investigación es sumamente costoso y consume mucho tiempo, por lo que es necesario valorar exactamente cuáles variables conviene evaluar en cada caso.

La selección de los mejores genotipos para cada sitio de producción dependen del comportamiento agronómico (precocidad, rendimiento), pero también de los requisitos de calidad exigidos por el mercado meta, tales como tamaño y forma del fruto, sabor, firmeza, contenido de sólidos solubles, color del fruto, entre otros.

La evaluación del pH del jugo de los frutos no es una variable muy importante a evaluar en el caso de los tomates, dada su poca variación entre genotipos. Igualmente, el índice de sabor propuesto no aporta información adicional valiosa, por lo que no se recomienda su uso en futuras investigaciones.

La realización de pruebas de degustación es esencial en el proceso de evaluación de las características de calidad de un genotipo de tomate; además la evaluación del porcentaje de sólidos solubles es otro elemento importante para determinar dicha calidad.

Es interesante evaluar las oportunidades de utilizar la información genética encontrada en los genotipos de tomate 'cherry' y 'uva' de alta calidad para producir híbridos de tomates grandes con mejores características organolépticas.

Dadas las importantes variaciones presentadas en el comportamiento de los genotipos según diferentes épocas de siembra (y por lo tanto, diferentes condiciones climáticas), es muy importante realizar las pruebas de genotipos en diferentes épocas, para verificar de mejor forma cuál es el genotipo más recomendable para cada localidad.

Agradecimientos

El autor agradece el financiamiento recibido por parte del Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Centroamérica (PRESANCAII) de la Unión Europea, de la Secretaría General del Consejo Superior Universitario Centroamericano (SG-CSUCA), y de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, para la realización de este trabajo.

Referencias bibliográficas

- Alonso, A., García-Aliaga, R., García-Martínez, S., Ruiz, J. J. & Carbonell-Barrachina, A. A. (2009). Characterization of spanish tomatoes using aroma composition and discriminant analysis. *Food Science and Technology International*. 15(1): 47-55.
- Ardila, G., Fischer, G. & Balaguera-López, H. E. (2011). Caracterización del crecimiento del fruto y producción de tres híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en tiempo fisiológico bajo invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 5(1): 44-56.
- Borrego, F., López, A., Fernández, J. M., Murillo, M., Rodríguez, S. A., Reyes, A. & Martínez, J. M. (2001). Evaluación agronómica de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) en invernadero. *Agronomía Mesoamericana*. 12(1): 49-56.
- Campiño, V. M. & Puerto, J. E. (2000). *Evaluación de cinco materiales híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero en el Municipio de Quipile, Cundinamarca*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Santa Fe de Bogotá, Colombia. 66 p.
- Carrillo, J. C., Jiménez, F., Ruiz, J., Díaz, G., Sánchez, P., Perales, C. & Arellanes, A. (2003). Evaluación de densidades de siembra en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero. *Agronomía Mesoamericana*. 14(1): 85-88.
- Castellanos, J. Z. (ed). (2009). *Manual de producción de tomate en invernadero*. Celaya, Guanajuato, México, Intagri, S. C. 458 p.
- Causse, M., Buret, M., Robini, K. & Verschave, P. (2003). Inheritance of nutritional and sensory quality traits in fresh market tomato and relation to consumer preferences. *Journal of Food Science*. 68(7): 2342-2350.
- Cebolla-Cornejo, J., Roselló, S., Valcárcel, M., Serrano, E., Beltrán, J. & Nuez, F. (2011). Evaluation of genotype and environment effects on taste and aroma flavor components of spanish fresh tomato varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59: 2440-2450.
- Fernández-Ruiz, V., Sánchez-Mata, M. C., Cámara, M., Torija, M. E., Chaya, C., Galiana-Balaguer, L., Roselló, S. & Nuez, F. (2004). Internal quality characterization of fresh tomato fruits. *Hortscience*. 39(2): 339-345.
- Grijalva-Contreras, R. L., Macías-Duarte, R. & Robles-Contreras, F. (2011). Comportamiento de híbridos de tomate bola en invernadero bajo condiciones desérticas del noroeste de Sonora. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14: 675-682.

Grijalva-Contreras, R. L., Macías-Duarte, R., Valenzuela-Ruiz, M. & Robles-Contreras, F. (2004a). Influence of plant density on yield and quality in tomatoes under greenhouse conditions in the Northwest of Mexico. *Hortscience*. 39(4): 801.

Grijalva-Contreras, R. L., Macías-Duarte, R., Valenzuela-Ruiz, M. & Robles-Contreras, F. (2004b). Productivity and fruit quality in tomatoes varieties under greenhouse conditions in the Northwest of Mexico. *Hortscience*. 39(4): 804.

Hernández, F. (1987). *Evaluación de la adaptabilidad de 5 cultivares de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) en la zona de Guaduas, Cundinamarca*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Santa Fe de Bogotá, Colombia. 63 p.

IPGRI. (1996). *Descriptor para el tomate (Lycopersicon spp.)*. Roma, Italia. International Plant Genetic Resources Institute. 47 p. Consultado en línea el 23 de enero de 2014. Tomado de: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACH866.pdf

Klein, D., Gkisakis, V., Krumbein, A., Livieratos, I. & Köpke, U. (2010). Old and endangered tomato cultivars under organic greenhouse production: effect of harvest time on flavour profile and consumer acceptance. *International Journal of Food Science and Technology*. 45: 2250-2257.

Kumar, R., Mishra, N. K., Singh, J., Rai, G. K., Verma, A. & Rai, M. (2006). Studies on yield and quality traits in tomato (*Solanum lycopersicon* (Mill.) Wettst.). *Vegetable Science* (India). 33(2): 126-132.

Kuti, J. O. & Konuru, H. B. (2005). Effects of genotype and cultivation environment on lycopene content in red-ripe tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85: 2021-2026.

Lenucci, M. S., Cadinu, D., Taurino, M., Piro, G. & Dalessandro, G. 2006. Antioxidant composition in cherry and high-pigmented tomato cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54: 2606-2613.

Lorca, M. (1997). *Evaluación agronómica de 15 híbridos comerciales de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) indeterminado para consumo fresco bajo invernadero*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Iberoamericana de Ciencias y Tecnología, Santiago, Chile. 116 p.

Maboko, M. M., Du Plooy, C. P. & Chiloane, S. (2011). Effect of plant population, fruit and stem pruning on yield and quality of hydroponically grown tomato. *African Journal of Agricultural Research*. 6(22): 5144-5148.

Marín, F. s.f. *Situación general de la agricultura protegida en Costa Rica*. San José, Costa Rica, Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola Bajo Ambientes Protegidos, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 10 p. Consultado en línea el 23 de enero de 2014. Tomado de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/pronap01-ambiente-prottegido.pdf>

Marín, F. (2010). *Cuantificación y valoración de estructuras y procesos de producción agrícola bajo ambientes protegidos en Costa Rica*; informe final Proyecto Fittacori F-02-08. San José, Costa Rica, Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola Bajo Ambientes Protegidos, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 34 p. Consultado en línea el 23 de enero de 2014. Tomado de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00290.pdf>

Monge, J. E. (2012, octubre). *Evaluación preliminar de genotipos de hortalizas para la producción en invernadero*. Ponencia presentada en el I Congreso de Seguridad Alimentaria y Nutricional; construyendo un

abordaje integral. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Universidad de Costa Rica, San Pedro de Monte de Oca, San José, Costa Rica.

Montenegro, V. H. (2012). *Evaluación de la aclimatación de veinte y dos cultivares de tomate (Lycopersicon esculentum Mill), bajo invernadero, en Chugllin, cantón Chambo, Provincia de Chimborazo*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, Escuela de Agronomía, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 138 p.

Moricz, M. (s.f.). *Investigations to the fruit quality and consumer acceptance of Heirloom tomato varieties*. 9 p. Consultado en línea el 19 de marzo de 2014. Tomado de: <http://labmath.eu>

Pérez, M. B., Albarracín, M., Moratinos, H. & Zapata, F. (2012). Rendimiento y calidad de fruto en cuatro cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones protegidas. *Revista Facultad Agronomía (LUZ)*. 29: 395-412.

Pillsbury, L., Maynard, E. & Hayes, K. (s.f.). *Chemical, physical, and sensory properties of four grape tomato varieties*. Consultado en línea el 19 de marzo de 2014. Tomado de: https://www2.ag.purdue.edu/hla/fruitveg/Documents/pdf/reports/grapetomato_in_04.pdf

Pires, R. C. M., Furlani, P. R., Ribeiro, R. V., Junior, D. B., Sakai, E., Lourenção, A. L. & Neto, A. T. (2011). Irrigation frequency and substrate volume effects in the growth and yield of tomato plants under greenhouse conditions. *Scientia Agricola* (Piracicaba, Brasil). 68(4): 400-405.

Ramírez, C. & Nienhuis, J. (2012). Cultivo protegido de hortalizas en Costa Rica. *Tecnología en Marcha* (Costa Rica). 25(2): 10-20.

Santiago, J., Mendoza, M. & Borrego, F. (1998). Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. *Agronomía Mesoamericana*. 9(1): 59-65.

Shirahige, F. H., Melo, P. C. T., Jacomino, A. P., Melo, A. M. T., Purqueiro, L. F. V. & Roquejani, M. S. (2009). Yield and qualitative characterization of fresh market tomato hybrids of Italian and Santa Cruz types. *Acta Horticulturae* (ISHS). 821: 81-88.

Slimestad, R. & Verheul, M. (2009). Review of flavonoids and other phenolics from fruits of different tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 89: 1255-1270.