

ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.) I. CRITERIO DE MEDIDAS DE DISPERSION

Santiagoullo H., J. F¹; J. Sahagún C.²; A. Peña L.²; J.A. Cuevas S.²

¹ Centro Regional de Occidente CRUOC. Guadalajara, Jal.

² Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. C. P. 56230.

RESUMEN. Debido a la creciente importancia del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en México y en otros países y dado el enorme vacío que existe en términos de su comportamiento en diferentes condiciones, en esta investigación se evaluaron doce variedades de esta especie con el objetivo de estudiar la estabilidad de su rendimiento relativo en diferentes ambientes. La investigación se realizó con base en un experimento en cada una de cinco localidades, utilizando un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. El carácter estudiado en los cinco ambientes fue el rendimiento; el número y volumen de frutos por kilogramo se estudiaron sólo en dos localidades. Con la información experimental se realizó un análisis de variancia conjunto y posteriormente uno de estabilidad con base en el criterio de medidas de dispersión de Lin *et al.* (1986). Se encontró que en los materiales de tomate de cáscara hubo cambios estadísticamente significativos en sus diferencias del comportamiento en rendimiento al pasar de un ambiente a otro. La variedad más estable, por presentar una menor variación de su rendimiento, fue el Criollo 4, que por otra parte fue la que mostró el menor rendimiento. El número de frutos por kilogramo presentó significancia estadística; no así el volumen de éstos.

PALABRAS CLAVE: Parámetros de estabilidad, estabilidad genética.

YIELD STABILITY OF HUSK TOMATO (*Physalis ixocarpa* Brot.) I. CRITERION OF DISPERSION MEASUREMENTS

SUMMARY. Due to the increasing importance of husk tomato (*Physalis ixocarpa* Brot.) in Mexico and other countries and the absence of experimental information about its performance in different conditions, in the present study 12 husk tomato varieties were evaluated to study their yield stability and relative performance in different environments. The research was carried out in five locations. At each location an experiment was carried out, using a randomized complete blocks design with four replications. Yield was studied in the five environments. Number and volumen of fruits per kilogram were studied in two locations only. An analysis of variance was performed as well as a stability analysis. All materials showed different statistical change in yield in environments. The Criollo 4 was the most stable variety, but showed the smallest yield. Number of fruits showed some statistical significance. For fruit volumen statistical significant changes among varieties were not found.

KEY WORDS: Stability parameters, genetical stability.

INTRODUCCION

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es una hortaliza cuyo uso más difundido es el alimenticio. Se le encuentra distribuido en la mayoría de los estados de México en forma silvestre, fomentada, cultivada y domesticada. Para 1990 el tomate ocupaba el séptimo lugar en relación a superficie cultivada respecto de las demás hortalizas al establecerse 23 579 ha. En 1993 las 34 283 ha sembradas con esta hortaliza lo ubicaron en el quinto sitio (SARH, 1992, 1993).

Peña y Márquez (1990) señalaron que en tomate de cáscara existe una amplia variabilidad genética que se puede aprovechar incorporándola a programas de mejoramiento genético. Actualmente en el Departamento de Fitotecnia de la UACH se han generado

algunos materiales mejorados, obtenidos por selección a partir de la variedad criolla Rendidora. En una evaluación previa de 60 materiales de tomate de cáscara realizada en 1991, se detectaron seis sobresalientes en rendimiento (Santiagoullo y López, 1992). Para una mejor determinación del valor comercial y genotécnico de estos materiales superiores, resulta pertinente tener un conocimiento más preciso de su comportamiento en diferentes ambientes y en relación al comportamiento de algunas variedades sobresalientes de amplio uso. Lo anterior es de singular importancia al considerar que no existe información experimental en tomate de cáscara, relacionada con el tópicó señalado.

En el mismo tenor, como consecuencia de las diversas connotaciones de la estabilidad en el fitomejoramiento, se han planteado diferentes formas para

CUADRO 1. Localidades de prueba para evaluar la estabilidad del rendimiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.)

LOCALIDAD	CICLO ²	ALTITUD (msnm)	COORDENADAS		CLIMA
			LN	LO	
Chapingo, Méx.	V-O, 1993	2 250	19° 29'	98° 53'	Cb)W6)(w)(l')g
Iguala, Gro.	V-O, 1993	635	18° 22'	99° 33'	Awo(w)(l')g
Cuatla, Mor	O-I, 1993-94	1 291	18° 48'	98° 57'	A(C)W1(w)(l')
Tetiltán, Nay.	O-I, 1993-94	750	20° 08'	104° 37'	Aw1(w)(l')
Celaya, Gto.	I-P, 1994	1 754	20° 31'	100° 49'	Bs1hw(w)(e)g

² Ciclo de producción, V-O, O-I e I-P significan Verano-Otoño, Otoño-Invierno e Invierno-Primavera, respectivamente.

El experimento de cada localidad se estableció bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. El cultivo en todos los sitios de evaluación se estableció por trasplante, colocando una planta por mata, con distanciamientos entre surcos y plantas de 1 y 0.3 m, respectivamente. La conducción del cultivo se efectuó conforme la forma que adoptan los agricultores de cada sitio experimental. Los caracteres estudiados fueron rendimiento en el primer corte, rendimiento total y rendimiento medio (en t·ha⁻¹) y adicionalmente en dos localidades el número y volumen de frutos por kilogramo. El análisis de los resultados obtenidos se realizó en tres fases. La primera consistió de un análisis conjunto del rendimiento, efectuando un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias (DMS, $P = 0.05$). En la segunda fase se realizó el análisis de estabilidad del rendimiento medio de las variedades con base en el primer concepto de estabilidad según Lin *et al.* (1986), utilizando el coeficiente de variación, la amplitud y la varianza. Finalmente se realizó un análisis por localidad de prueba.

CUADRO 2. Significancia del rendimiento de doce variedades de tomate de cáscara evaluadas en cinco ambientes.

Fuente variación	Grados libertad	Cuadrados Medios
Repetición	15	24.30**
Ambientes (A)	4	357.05**
Variedades (V)	11	69.79**
A*V	44	14.98**
Error	165	5.67
TOTAL	239	-----

** Diferencias altamente significativas ($P = 0.01$). Coeficiente de Variación = 29.6%

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis conjunto

El análisis de varianza conjunto determinó la significancia de la interacción variedades x ambientes, situación que indica que las variedades mostraron un cambio en el comportamiento diferencial en rendimiento al pasar de un ambiente a otro (Cuadro 2).

No todas las medias de rendimiento por ambiente fueron estadísticamente iguales; similarmente, las variedades tuvieron medias de rendimiento en que se observaron diferencias estadísticas (Cuadro 2). Tal resultado era de esperarse al considerar que el rendimiento es un carácter fuertemente afectado por el ambiente (Sahagún, 1992) y que las variedades evaluadas tienen un origen geográfico y genético distinto. La localidad en donde se expresó el mayor rendimiento medio y que fue estadísticamente diferente del rendimiento medio obtenido en el resto de las localidades, fue Iguala, Gro., seguida por Chapingo, Méx.; en el otro extremo, las localidades en donde se observó un rendimiento significativamente menor fueron Cuatla, Mor. y Tetiltán, Nay. (Cuadro 3).

CUADRO 3. Comparación de ambientes con base en el promedio de rendimiento (t·ha⁻¹) de las variedades en cada ambiente

Ambiente	Media
Iguala, Gro	11.107 a
Chapingo, Méx	9.885 b
Celaya, Gto	8.557 c
Cuatla, Mor	6.369 d
Tetiltán, Nay	4.314 e

² Medias con la misma letra son estadísticamente iguales a un 5% de probabilidad

Análisis de estabilidad según el criterio de medidas de dispersión de Lin *et al.* (1986).

Como lo puntualizan Lin *et al.* (1986) un primer enfoque de estabilidad puede referirse a la constancia de un genotipo, al pasar de un ambiente a otro; en este sentido aquella se puede estimar a partir de medidas de dispersión. Los rendimientos medios de cada variedad en los ambientes de prueba fueron utilizados para generar los estadísticos del Cuadro 4.

Según la varianza, el coeficiente de variación y la amplitud, la variedad que mostró mayor estabilidad, fue el Criollo 4 (Cuadro 4); sin embargo, su máximo rendimiento resultó ser el inferior con $7.171 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. En el otro extremo, los materiales que expresaron la mayor variación en rendimiento a través de los ambientes de prueba, fueron el 'Criollo 1' y 'Rendidora'. Del cuadro antes citado destacan las variedades mejoradas 1, 2 y 3, junto con 'Rendidora', ya que a pesar de presentar alta variación en su producción su rendimiento mínimo ($7.007 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ es comparable al rendimiento máximo del material más estable ('Criollo 4', con $7.171 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Esta información pone de manifiesto que en la determinación del valor de un genotipo, no sólo es importante la estabilidad concebida como la constancia de un fenotipo en varios ambientes, ya que si bien es deseable esta característica en genotipos rendidores, también se desea que cuando haya ambientes mejores la respuesta de los fenotipos en el carácter (caracteres) de interés sea también superior.

Análisis por localidad de prueba

Con excepción del segundo corte en Chapingo, México, en donde las medias del volumen de frutos por kilogramo presentaron diferencias significativas ($P = 0.05$); dicha variable no mostró significancia alguna. Por el contrario, las medias del número de frutos por kilogramo exhibieron diferencias significativas ($P = 0.01$) en la totalidad de cortes efectuados en Chapingo, México y Cuautla, Morelos; localidades en las que se cuantificó dicha variable. Los resultados anteriores evidencian diferencias en tamaños de fruto; lo cual resulta importante desde el punto de vista del fitomejoramiento, ya que posibilita la selección de variedades de tomate de cáscara con un tamaño de frutos apropiado a la preferencia del consumidor. Los materiales con un mayor número de frutos, pero con menor volumen, resultaron ser los originarios del estado de Jalisco ('Tamazula' y 'Criollo 5'), tal situación es entendible al considerar que en dicho estado es común la preferencia hacia el consumo de frutos de tomate de cáscara de tamaño pequeño.

En general, se observó una asociación entre el rendimiento inicial (rendimiento en el primer corte) y el rendimiento total; esto es, los materiales que en el primer corte se mostraron superiores en rendimiento, se comportaron similarmente al final de su ciclo. El resultado anterior pudiera tener amplia aplicación en el fitomejoramiento, toda vez que bastarían los resultados del primer corte para seleccionar o descartar

CUADRO 4. Estabilidad del rendimiento de 12 variedades de tomate de cáscara evaluadas en cinco ambientes. Criterio de medidas de dispersión de Lin *et al.* (1986).

VARIEDAD	MEDIDAS DE DISPERSIÓN				RENDIMIENTO		
	VAR	DS	CV	AMPLITUD	MÁX.	MÍN.	MEDIO
Mejorado 1	14.33	3.78	0.35	8.56	15.56	7.01	10.68
Mejorado 2	14.38	3.79	0.36	8.90	15.42	6.53	10.47
Rendidora	18.15	4.26	0.45	10.36	14.75	4.39	9.53
Criollo 1	18.40	4.29	0.54	10.83	13.63	2.79	7.90
Criollo 2	11.90	3.45	0.48	8.52	11.52	3.00	7.13
Criollo 3	12.62	3.55	0.40	8.68	14.31	5.63	8.82
Criollo 4	3.36	1.83	0.33	4.42	7.17	2.75	5.57
Salamanca	6.84	2.62	0.44	6.76	8.36	1.60	5.91
Criollo 5	4.98	2.23	0.29	5.84	10.08	4.25	7.76
Tamazula	5.55	2.36	0.41	6.19	9.12	2.93	5.77
Criollo 6	8.15	2.86	0.42	6.93	9.67	2.74	6.86
Mejorado 3	11.78	3.43	0.34	9.00	15.33	6.33	10.16

VAR, DS y CV son; varianza, desviación estándar y coeficiente de variación, respectivamente.

materiales en trabajos de evaluación. Las variedades que generalmente se encontraron en el grupo de mayor rendimiento total fueron 'Mejorados 1', '2' y '3', 'Criollo 3' y 'Rendidora'. Estos materiales ameritarían evaluación adicional durante varios años y de ser posible en más localidades, toda vez que prometen ser materiales rendidores y estables en una serie más amplia de ambientes. Contrariamente, los materiales que generalmente se ubicaron en el grupo inferior de rendimiento total fueron 'Salamanca', 'Tamazula' y 'Criollo 4'. Se debe enfatizar que en la presente investigación, sólo se utilizó una de las múltiples estrategias existentes utilizadas en el estudio del comportamiento relativo de un cierto número de variedades en una serie de ambientes. Con esta estrategia, un material cuyo rendimiento teóricamente sea cero en todas las localidades de prueba, es considerado estable; en consecuencia, resulta conveniente abordar el mismo problema desde otros puntos de vista, particularmente utilizando aquellos en donde se conciba a la estabilidad desde un enfoque más agronómico.

CONCLUSIONES

Las variedades de tomate de cáscara evaluadas mostraron cambios diferentes en rendimiento al pasar de un ambiente a otro. El 'Criollo 4' presentó la menor variación en rendimiento a través de las localidades, consecuentemente fue la variedad más estable; sin embargo, su rendimiento medio se ubicó entre los más bajos. En este enfoque destacan los 'Mejorados 1', '2' y '3' y 'Rendidora', puesto que no obstante la variación de su rendimiento, mostraron las mayores medias de rendimiento. Por esta razón dichos materiales ameritarían evaluación adicional, con el fin de estimar con mayor precisión su valor tanto comercial como genotécnico. El volumen de frutos por kilogramo presentó poca variación; sin embargo, el número de frutos sí mostró diferencias significativas; 'Tamazula' y 'Criollo 5' exhibieron el máximo valor en este carácter.

LITERATURA CITADA

- BUCIO A., L. 1992. Aspectos históricos de la interacción genotipo-ambiente y la contribución del grupo Bucio-Jinks. Memorias del Simposio Interacción Genotipo-Ambiente en Genotecnología Vegetal SOMEFI. Guadalajara, Jal. México. pp. 29-65.
- EBERHART, S. A.; W.A. RUSSELL. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.
- FRANCIS, T.R.; L.W. KANNENBERG. 1978. Yield stability studies in short-season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. *Can. J. Plant Sci.* 58:1029-1034.
- LANGER, I; K.J. FREY; T.B. BAILEY. 1978. Production response and stability characteristics of oat cultivars in different areas. *Crop Sci.* 18:938-942.
- LIN, C. S.; M.R. BINNS; L.P. LEFKOVITCH. 1986. Stability analysis: where do we stand?. *Crop Sci.* 26:894-900.
- PEÑA L., A.; F. MARQUEZ S. 1990. Mejoramiento genético del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). *Revista Chapingo* 71-72:84-88.
- POWELL, W.; P.D.S. CALIGARI; M. S. PHILLIPS; J. L. JINKS. 1986. The measurement and interpretation of genotype by environment interaction in spring barley (*Hordeum vulgare*). *Heredity* 56:255-262.
- SAHAGÚN C., J. 1992. El ambiente, el genotipo y su interacción. México. *Revista Chapingo* 79-80:5-12.
- SANTIAGUILLO H., J. F.; R. LOPEZ M. 1992. Colecta, conservación y evaluación de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Chapingo, México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia, UACH. México. 100 p.
- SARH. 1992. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Tomo I. México, D.F. pp. 215-217.
- SARH. 1993. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Tomo I. México, D.F. 656 p.