

ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE POBLACIONES SEGREGANTES EN LA PRIMERA GENERACION DE AUTOGAMIA DE HIBRIDOS COMERCIALES DE TOMATE *Lycopersicon esculentum* Mill

Diosdado Baena G. *

Edgar Iván Estrada S. **

COMPENDIO

Se evaluaron las manifestaciones heteróticas en la primera generación de autogamia de cuatro híbridos comerciales de tomate. Los ensayos se realizaron en el Centro Experimental de la Universidad Nacional, Seccional Palmira. Los cuatro híbridos fueron seleccionados por su buen desempeño agronómico, los cuales se compararon con dos líneas avanzadas F_6 y una variedad comercial de gran aceptación entre los agricultores. El trabajo se justificó debido a los altos costos de la semilla híbrida importada de tomate tipo-Milano, factor limitante para su empleo a nivel de pequeños agricultores. Las plántulas (F_2 , híbridos, líneas y variedad) se sometieron al sistema de doble trasplante. Cuando las plántulas tenían 10 días se midieron descriptores cuantitativos como longitud del hipocotilo y área de las hojas cotiledonares. Antes de que las plantas se llevaran al vivero definitivo (campo), se hicieron lecturas individuales de Altura de planta, diámetro basal, diámetro intermedio y longitud de la tercera hoja. Los resultados arrojaron rendimientos similares entre plantas F_2 e híbridos, lo cual abre la posibilidad de usar la semilla F_2 como una alternativa de bajo costo para los pequeños agricultores, comparada con la semilla híbrida.

ABSTRACT

ANALYSIS OF SEGREGATING F_2 SELFED POPULATIONS IN COMERCIAL TOMATO HYBRIDS

The heterotic expressions in the first generation of autogamy of 4 commercial tomato hybrids were evaluated. The trial was conducted at the Agronomy School of the National University - Palmira. The four hybrids were chosen for their good agronomic characteristics and were compared with a well known commercial variety. This is justified for the high cost for the Milano-type tomato hybrid seed limits its use among small farmers. The plantlets (F_2 , Hybrids, lines and variety) were transplanted twice. The experimental materials were evaluated using plantlet quantitative traits such as hypocotil length and cotyledonary leaf area, at 10 days. Plant height, basal stem diameter, mean stem diameter and third leaf length were measured individually before the plants were set out in the field (at 30 days). The result indicate: (i) F_2 plant yields were similar to hybrids indicating the feasibility of using tomato seed, (ii) The economy of using F_2 seed results in much lower costs, compared to hybrid seed. Small croppers could adopt this practice.

INTRODUCCION

El cultivo de las hortalizas en Colombia es regulado en buena parte por la disponibilidad de semilla importada que haya en el mercado nacional. Esta tecnología resulta extremadamente onerosa tanto por el costo social que implica la fuga de divisas, como por el costo que debe asumir el agricultor al adquirir el insumo.

Conciente de esta situación por la cual atravieza

el sector hortícola, la Universidad Nacional - Seccional Palmira, viene impulsando el Programa de Producción y Mejoramiento Genético de Hortalizas, con miras a ofrecer a mediano plazo cultivares de alto valor agronómico y de gran aceptación por agricultores y consumidores.

El Programa se propone además explorar alternativas para abaratar el costo de la semilla,

* Estudiante Postgrado Producción Vegetal - Area de énfasis Fitomejoramiento. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237.

** Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237.

recurriendo a diversos procedimientos, tales como la autogamia de híbridos de reconocido valor agronómico. Según Town (1982), la obtención de genotipos híbridos en la F_2 , con capacidad de expresar heterosis de igual intensidad a la F_1 , es una opción que puede resultar atractiva para el agricultor de escasos recursos.

En teoría, la heterosis en poblaciones segregantes F_2 es un 50% de la observada en F_1 ; no obstante, este nivel podría incrementarse aplicando selección temprana en plántulas en favor de los genotipos que exhiban el mayor vigor (Falconer, 1960; Cornide, 1985).

El presente trabajo tuvo como finalidad explorar el comportamiento de las poblaciones segregantes F_2 , obtenidas mediante autogamia de cuatro híbridos comerciales de tomate Lycopersicon esculentum Mill. Complementariamente se evaluó la potencialidad de la semilla F_2 como sustituto de la semilla híbrida importada y como fuente de genotipos para ser incorporados en un programa de Mejoramiento Genético.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL

El trabajo se realizó entre julio de 1991 y agosto de 1992; en el lote de cultivos y en el Centro Experimental - CEUNP, propiedad de la Universidad Nacional de Colombia, Seccional Palmira.

Se utilizaron cuatro híbridos comerciales importados tipo "Milano" de reconocido desempeño agronómico. A manera de testigos se incluyeron dos líneas avanzadas (F_6) tipo "industrial" y una variedad también importada de gran aceptación entre los cultivadores de tomate.

El trabajo de campo se desarrolló en dos etapas secuenciales:

Etapas I: Siembra de los híbridos para la obtención de semilla por el proceso de autofecundación.

Etapas II: Siembra de los híbridos, primera generación de autogamia y testigos.

A continuación se detalla la serie de actividades que en orden cronológico, consolidaron el trabajo de campo: siembra de los híbridos (lote de cultivos), cosecha y selección de frutos, extracción de semilla F_2 (método de fermentación), preparación de germinadores y siembra de la semilla (híbridos, segregantes F_2 y testigos), evaluación de descriptores en plántula (10-12 días post-germinación), primer trasplante a recipientes plásticos (120 g de capacidad) - Vivero I.

- Segunda evaluación de descriptores (30-35 días post-trasplante).
- Segundo trasplante a parcelas experimentales: Vivero II
- Cosecha por planta y evaluación del rendimiento. Selección de plantas "élite".

El ensayo definitivo se condujo en un diseño de bloques completos al azar, con cuatro bloques, 11 tratamientos (cuatro híbridos, cuatro poblaciones F_2 , dos líneas y una variedad) y un número variable de repeticiones (parcelas) de cada genotipo dentro de cada bloque. La unidad experimental estuvo conformada por una parcela con cinco plantas sembradas a 1.00 x 1.20 m. Se tomó como criterio de bloqueo el gradiente de humedad previsto en el lote, según la orientación del canal de riego.

Se optó por una baja densidad de siembra, para darle oportunidad a cada planta de manifestar todo su potencial productivo.

Durante el experimento se cuantificaron las siguientes variables de respuesta:

- i. Al momento del primer trasplante (vasos):

Longitud del hipocotilo -LH (mm), Largo de las hojas cotiledonares LHC (mm), Ancho de las hojas cotiledonares AHC (mm) y Área de una hoja cotiledonar LHC x AHC (mm²)

- ii. Al momento del segundo trasplante:

Diámetro basal del tallo D_1 (mm), Diámetro a la altura de la tercera hoja D_2 (mm) y Largo de la tercera hoja (cm) L_3H

iii. Al momento de la cosecha:

Número de frutos por planta NF y Peso total de frutos por planta P. Total (g).

Para efecto de análisis, se estableció como medida de heterosis en primera generación de autogamia ($F_1 * H$), a la relación porcentual entre el promedio estimado en F_1H y el promedio de su respectivo híbrido.

$$\% \text{ Heterosis} = 100 \left(\overline{F_1 * H} / \overline{H} \right)$$

Para el análisis comparativo del comportamiento de las poblaciones segregantes se estimó:

- Grado de asociación entre rendimiento por planta y vigor en sus primeros estados de desarrollo, tomando como indicadores los caracteres evaluados antes del segundo transplante (Análisis de Correlación).
- Grado de diferenciación entre el híbrido y su respectiva generación de autogamia ($F_1 * H$) y estimación del nivel de heterosis (Análisis de Varianza y comparación de medias).
- Prueba de modelos de predicción del rendimiento en función de descriptores tempranos (Análisis de Regresión Múltiple).
- Estimación de parámetros estadísticos (media, desviación estándar, y coeficiente de variación).

RESULTADOS Y DISCUSION

Comentarios preliminares

Las condiciones ambientales predominantes durante el período en el cual se llevó a cabo el ensayo fueron extremadamente críticas ($T^\circ > 30^\circ C$, precipitación menor de 50 mm al mes), de tal manera que los resultados obtenidos difieren notoriamente de los esperados en condi-

ciones normales. No obstante, para efecto del estudio comparativo entre híbridos y segregantes, lo mismo que para la selección de los mejores genotipos, estas condiciones pasaron de ser un factor desfavorable en el desarrollo de las plántulas para convertirse en un poderoso factor de discriminación en situaciones de estrés ambiental.

Heterosis en plántulas en semillero

Los estimadores de heterosis para cada descriptor se consignan en los Cuadros 1 y 2. Con excepción de la población $F_1 * H_3$, las demás poblaciones segregantes presentaron hipocotilos largos y delgados (etioladas). Plántulas que exhiben esta condición son en general menos vigorosas, que aquellas con hipocotilos cortos y bien desarrollados. El área de la hoja cotiledonar se mantuvo relativamente constante tanto en el híbrido como en la respectiva $F_1 * H$.

La población $F_1 * H_3$ mostró un desarrollo acentuadamente anormal desde semillero. Su germinación incipiente (menor del 3%) aún en siembras repetidas, el crecimiento vegetativo retardado de sus plántulas con tallos frágiles y escaso número de hojas, pudiera ser consecuencia de la acción de genes desfavorables ligados al citoplasma de la madre o genes nucleares incorporados deliberadamente en los parentales, a manera de mecanismo de protección contra el empleo de semilla F_2 . Por lo tanto, debe descartarse la posibilidad de utilizar semilla F_2 cuando las tasas de germinación sean bajas (menores del 40%) y/o las plántulas resultantes presenten malformaciones (hojas incipientes, hipocotilos deformes).

Heterosis en plántulas: Vivero I

Los descriptores evaluados al finalizar la etapa de Vivero I (materas), manifestaron heterosis negativa, con diferencias altamente significativas entre poblaciones segregantes y sus respectivos híbridos. Estas poblaciones dieron evidencia de un desarrollo significativamente menor (porte más bajo, tallos más delgados, hojas más cortas).

CUADRO 1

Valores promedios para cada uno de los descriptores en los híbridos (H) y F1 * H

GENOTIPO	LH	AREA	D1	D2	ALTURA	L3H	NF	P TOTAL	P FRUTO
H1	35.8 (a)	188.7 (a)	7.8 (a)	7.1 (a)	402.0 (a)	137.8 (a)	12.1 (a)	955.4 (a)	77.7 (a)
F1 * H1	68.7 (b)	342.8 (a)	4.3 (b)	5.3 (b)	120.4 (b)	136.8 (a)	8.7 (a)	1155.1 (a)	132.8 (b)
H2	42.6 (a)	262.8 (a)	8.3 (a)	3.7 (a)	333.6 (a)	225.3 (a)	5.7 (a)	600.6 (a)	105.0 (a)
F1 * H2	54.1 (b)	269.6 (a)	5.0 (b)	3.8 (b)	105.8 (b)	136.9 (b)	4.3 (a)	533.7 (a)	127.0 (b)
H3	25.8 (a)	82.3 (a)	7.3 (a)	9.2 (a)	308.6 (a)	213.6 (a)	4.4 (a)	726.2 (a)	164.8 (a)
F1 * H3	18.2 (b)	45.6 (b)	3.0 (b)	2.0 (b)	39.2 (b)	59.0 (b)	3.8 (a)	532.4 (a)	146.0 (a)
H4	42.1 (a)	252.3 (a)	8.5 (a)	9.3 (a)	313.0 (a)	191.0 (a)	7.8 (a)	914.7 (a)	118.5 (a)
F1 * H4	49.3 (b)	214.7 (a)	4.5 (b)	3.3 (b)	74.2 (b)	97.4 (b)	6.2 (a)	840.4 (a)	139.5 (a)

(%) Promedios con la misma letra, cuando se compara un híbrido con su respectiva F1 * H, no difieren significativamente, con un nivel de significancia del 5%

LH: Longitud del hipocolito (mm); AREA: Area de una hoja cotiledonar (mm); D1: Diámetro basal (mm)
 ALTURA: Altura de planta (mm); L3H: Longitud de la tercera hoja (mm); D2: Diámetro intermedio (mm)
 NF: Número de frutos/planta P TOTAL: Producción por planta (g) P FRUTO: Peso de fruto (g)

CUADRO 2

Valores de heterosis (%) en F1 * H para cada uno de los descriptores evaluados

DESCRIPTOR	GENOTIPO				
	F1 * H1	F1 * H2	F1 * H3	F1 * H4	
Longitud de hipocotilo	177.9	127.0	70.5	117.1	→ En plántula (10 - 12 días)
Area hoja cotiledonar	181.7	102.6	55.4	85.1	
Diámetro basal (mm)	55.1	60.2	41.1	53.0	→ En plántula (30 - 35 días)
Diámetro medio (mm)	74.6	39.2	21.7	35.5	
Altura de plántula (cm)	29.9	31.7	12.7	23.7	
Largo tercera hoja (mm)	99.3	60.8	27.6	51.0	
Número de frutos	71.9	75.4	86.4	79.5	→ En cosecha
Producción por planta	120.9	88.9	73.3	91.9	
Peso de fruto (g)	169.9	120.9	88.6	117.7	

Para algunos segregantes en particular ($F_1 * H_1$ y $F_1 * H_2$), la altura de planta y el diámetro de tallo al momento del transplante, presentaron correlaciones negativas con rendimiento. Esto lleva a suponer que plantas muy altas con tallos delgados, manifiestan mayores dificultades de adaptación en campo, dado el estrés que ocasiona el traslado del material vegetativo al sitio definitivo. Esta situación podría subsanarse en parte, reduciendo el tiempo de permanencia en el Vivero I (vasos).

Heterosis en rendimiento

Las diferencias entre los promedios de rendimiento, cuando se compara el híbrido con su correspondiente $F_1 * H$, resultaron estadísticamente no significativas, con valores de heterosis positiva o negativa dependiendo del híbrido (Cuadro 1 y 2).

Aunque los promedios de rendimiento por planta (producción menor de 1.1 kg planta, con nueve frutos o menos y peso por fruto menor de 160 gramos), difieren notoriamente de los estándares en siembras comerciales (1.4 - 1.8 kg/planta, 10-15 frutos/planta, 180-200 g/fruto), estos valores son cercanos a los alcanzados por agricultores de escasos recursos; razón por la cual el uso de semilla F_2 , constituye una alternativa que puede resultar atractiva para este tipo de agricultor.

Vale la pena hacer énfasis en que esta alternativa, de ninguna manera pretende desplazar el uso de la semilla híbrida de reconocida aceptación en el sector agrícola empresarial, puesto que para este sistema de producción el valor de la semilla apenas representa alrededor de un 10% de los costos totales por hectárea, sin el consecuente riesgo que implica el uso de la semilla segregante.

Perspectivas del empleo de semilla proveniente de la autofecundación de híbridos.

Los rendimientos equivalentes entre híbridos y poblaciones segregantes constituyen un incentivo hacia el empleo de semilla segregante F_2 , a nivel de agricultores de bajos recursos. El costo de

un kilo de semilla en esta modalidad, resulta relativamente despreciable (\$37.000) cuando se compara con el costo de cualquier material mejorado disponible en el mercado. La calidad de esta semilla estará en función de la calidad de los frutos seleccionados para tal fin, del cuidado en el proceso de extracción y del debido almacenamiento.

El agricultor tiene la opción de conseguir los frutos en el mercado, sin tener que recurrir a la siembra del híbrido. El beneficio se realiza empleando uno de los métodos convencionales existentes. La siembra y el manejo fitosanitario es similar al de los híbridos.

La autogamia de híbridos de desempeño agronómico excepcional, se constituye además en una alternativa para la búsqueda de genotipos "elites" que potencialmente podrían constituirse en el material básico para la obtención de variedades mejoradas.

Comentarios finales

De acuerdo con los resultados presentados en las secciones anteriores, se abren nuevas posibilidades de investigación en torno al empleo de semilla proveniente de la autofecundación de híbridos comerciales.

Se requiere iniciar un estudio tendiente a evaluar el comportamiento de las poblaciones segregantes, en condiciones normales de suelo, clima y manejo, con densidades de siembra superiores a las utilizadas en el experimento, para confrontar los niveles de heterosis en rendimiento, con los observados en este trabajo.

Se debe persistir en la búsqueda de descriptores tempranos, que correlacionen de manera significativa con rendimiento, para lo cual se propone diseñar ensayos en ambientes controlados. Estos marcadores a nivel de plántula, facilitarían el proceso de selección temprana.

Debe explorarse la posibilidad de identificar embriones heteróticos, con base en observaciones sobre la semilla (tamaño, peso, color).

No se descarta la posibilidad de incentivar el uso de semilla segregante a nivel de agricultor de escasos recursos, una vez se ratifiquen sus bondades en ensayos repetidos y se fijen las recomendaciones a tener en cuenta para su empleo. De igual manera, se insiste en la perspectiva de ampliar la base genética disponible en un programa de mejoramiento, mediante la selección de los genotipos de mejor desempeño en las poblaciones segregantes.

CONCLUSIONES

- Descriptores cuantitativos, como longitud del hypocotilo y área de las hojas cotiledonares, resultaron ineficaces en la selección temprana de plántulas heteróticas, en poblaciones obtenidas por autofecundación de híbridos comerciales.
- La discriminación de plántulas vigorosas por su apariencia externa (evaluación integral), es un método de campo recomendable por su agilidad y economía.
- La relativa sensibilidad de la planta de tomate, a cambios en el ambiente, disminuye la posibilidad de mejorar la eficiencia de la selección en los primeros estados de desarrollo.
- En condiciones severas de clima (temperaturas altas mayores de 30°C con precipitación mensual menor de 50 mm) las poblaciones derivadas de híbridos comerciales por autofecundación, presentaron rendimientos relativamente similares al de los respectivos híbridos.
- Desde el punto de vista comercial, el empleo de semilla proveniente del "desdoblamiento" de híbridos de reconocido desempeño agronómico, es una alternativa de bajo costo, para el agricultor de escasos recursos.
- Sin necesidad de recurrir a la siembra de los híbridos, el agricultor puede proveerse de semilla "desdoblada" mediante la consecución de frutos en el mercado. Debe tener especial

cuidado en el proceso de extracción y almacenamiento, e incrementar entre un 20 - 25% la cantidad requerida, para atenuar el efecto de las pérdidas que siempre ocurrirán, por eliminación de genotipos desfavorables. El empleo de esta tecnología requiere de adiestramiento previo del agricultor.

- Las líneas experimentales tipo "industrial", presentaron rendimientos promedios similares a los híbridos, a las $F_1 * H$ y la variedad; razón suficiente para suponer que podrían convertirse próximamente, en variedades mejoradas de gran aceptación en el mercado.

BIBLIOGRAFIA

- CORNIDE, M.T. *et al.* Genética vegetal y fitomejoramiento. La Habana : Ed. Científico-Técnica, 1985. 639 p.
- FALCONER, D.S. Introducción a la genética cuantitativa. México : Continental, 1960. 430 p.
- TOWN, P.A. Vegetable seed production. Research and training of fruits and vegetable. Yalova-Turkey : FAO, 1982. 196 p.