Cultivos Tropicales 15(1):57-60, 1994

HERENCIA DE LA GERMINACION DEL POLEN *In Vitro* Y LA FRUCTIFICACION DEL TOMATE EN CONDICIONES TROPICALES

Marta Alvarez, Le-minh-Hong, J. V. Martín y M. Varela

ABSTRACT. This research work was carried out at the National Institute of Agricultural Sciences from July 25 to October 20, 1990. The wild Nagcarlán (P_1) (*Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme), Campbell-28 cv. (P_2), F_1, F_2 and two backcrosses (B_1 and B_2) between them were seeded in pots in the open air. The inheritance of fruiting percentage, of *in vitro* pollen germination percentage and of pollen tube length was studied. Results indicated a strong additive effect for fruiting percentage and a moderate heritability as well as a dominance degree close to 0. An additive inheritance predominated for *in vitro* pollen germination percentage but not for pollen tube length, where there was an incomplete dominance and a negative heterosis towards a shorter length, indicating the possible breeding by selection for these two characteristics, given its additive inheritance under the heat conditions of this investigation. On the other hand, there was a close relationship between plant fruit setting and the *in vitro* pollen quality characteristics evaluated, showing a possible gametophyte-sporophyte relationship for these characters under tropical conditions.

Key words: Inheritance, pollen, *in vitro* germination, pollen germination, fruiting, tomato, *Lycopersicon esculentum*, tropical conditions

RESUMEN. Este trabajo se llevó a cabo en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas del 25 de julio al 20 de octubre de 1990, en que se sembraron sobre macetas a cielo abierto, el tipo silvestre Nagcarlán (P_1) (*Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme), la variedad Campbell-28 (P_2), la F_1, la F_2 y los dos retrocruces (B_1 y B_2) entre ambos. Se estudió la herencia del porcentaje de fructificación, del porcentaje de germinación del polen *in vitro* y de la longitud del tubo polínico. Los resultados indicaron un fuerte efecto aditivo para el porcentaje de fructificación y una heredabilidad moderada, así como un grado de dominancia cercano a 0. Para el porcentaje de germinación del polen *in vitro* predominó la herencia aditiva, no así para la longitud del tubo polínico en que se observó una dominancia incompleta y heterosis negativa en dirección a una menor longitud, lo que indica que existen posibilidades de mejora por selección para las dos primeras características, dada su herencia aditiva en las condiciones de calor en que se desarrolló este estudio. Por otra parte, se encontró una estrecha relación entre la fructificación de la planta y las características de calidad del polen *in vitro* que fueron evaluadas, lo cual indica una posible relación gametofito-esporofito para estos caracteres en condiciones tropicales.

Palabras claves: Herencia, polen, germinación *in vitro*, germinación del polen, fructificación, tomate, *Lycopersicon esculentum*, condiciones tropicales

INTRODUCCION

Las posibilidades que brindan las especies silvestres para el mejoramiento genético han sido ampliamente reconocidas por Rick (1986), y Stevens y Rick (1986), quienes se refirieron a la gran cantidad de genes valiosos, fundamentalmente los relacionados con características adaptativas de la planta ante estrés bióticos y abióticos (salinidad, sequía, temperatura, enfermedades y otros), que aún no han sido suficientemente explotados.

Dra. Marta Alvarez, Investigador Titular, Dr. Le-minh-Hong, Ingeniero Agrónomo y J. V. Martín, Investigador Agregado del departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal; M. Varela, Investigador del departamento de Matemática Aplicada, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal No. 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

La tolerancia al calor ha sido encontrada en algunos tipos silvestres de tomate, entre ellos el denominado Nagcarlán, originario de Filipinas, caracterizado por su buen comportamiento en siembras de primavera en Cuba (Le-minh-Hong *et al.*, 1990) y por poseer una alta viabilidad del polen, como uno de los elementos esenciales de su tolerancia al calor (El Ahmadi y Stevens, 1979a).

En los últimos años, en diferentes especies de plantas, se ha demostrado una estrecha relación entre determinadas características del polen y de la planta, la denominada relación gametofito-esporofito, que sustenta la hipótesis de un modelo único de evolución en Angiospermas. Esta evidencia ha despertado el interés de los mejoradores de plantas, ya que la competencia gametofítica podría tener un efecto significativo sobre las características de la planta (Mulcahy, 1979). En el cultivo del tomate, se ha demostrado por Zamir y Yadish (1987) la efectividad de la selección del polen para la tolerancia a las bajas temperaturas.

En cambio, en condiciones de altas temperaturas, aunque se ha demostrado la existencia de una determinada correspondencia entre algunas características de la planta y la viabilidad del polen *in vitro* (Marta Alvarez, 1982, y María C. González, Marta Alvarez y Vasallo, 1989, y Weaver y Tim, 1989), no se dispone de suficiente información acerca del comportamiento hereditario de éstas y, por consiguiente, de las posibilidades de selección bajo este factor estresante.

Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue estudiar algunos parámetros genéticos de la fructificación de la planta, la germinación *in vitro* del polen y la longitud del tubo polínico, así como la interrelación entre estas, en condiciones de siembra de verano, que permitan valorar las posibilidades de la selección gametofítica en los programas de mejoramiento genético que se realizan en el país, para incrementar la adaptación del tomate a este período de siembra.

MATERIALES Y METODOS

En el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas se desarrolló una experiencia en tomate, cuyos tratamientos fueron el tipo silvestre Nagcarlán (P_1) (*Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme), la variedad Campbell-28 (P_2) (*Lycopersicon esculentum* Mill.), el híbrido entre ambos, Nagcarlán x Campbell-28 (F_1), sus retrocruces, F_1 x Nagcarlán (B_1) y F_1 x Campbell-28 (B_2) y la autofecundación de la F_1 (F_2). Todos fueron sembrados en macetas con mezcla de suelo Ferralítico Rojo compactado (Hernández *et al.*, 1975) y materia orgánica (3:1) el 22 de junio de 1990 y colocadas a cielo abierto, según diseño de bloques al azar con cuatro réplicas. Las atenciones fitosanitarias y el riego se realizaron de manera uniforme. El número de plantas por tratamiento fueron 20 de P_1, P_2 y F_1; 100 de B_1 y B_2 y 275 de F_2, para la evaluación del porcentaje de fructificación en los cinco primeros racimos de cada planta.

Para evaluar el porcentaje de germinación del polen *in vitro*, se muestrearon al azar 30 flores por tratamiento en el momento de la antesis, procedentes de plantas sembradas en condiciones similares a las descritas anteriormente. El polen de cada flor se esparció sobre portaobjetos excavados conteniendo el medio de germinación recomendado por Weaver y Timm (1989). Estos se colocaron en cámara húmeda dentro de cajas plásticas hermetizadas situadas en un cuarto de crecimiento climatizado con temperaturas de 23 ± 2°C, y después de 18 horas se realizó la tinción con cotton blue en lactofenol.

El conteo al microscopio se efectuó en diferentes campos de cada preparación hasta completar 200 granos, diferenciando los germinados (tubo polínico mayor que el diámetro del polen) de los no germinados, para el estimado del porcentaje de germinación. La longitud del tubo polínico se midió en 30 granos de polen escogidos al azar de cada preparación. Se utilizó un microscopio Karl Zeiss con 40x aumentos, adicionándose un micrómetro ocular (15x) para medir la longitud del tubo polínico.

Para el cálculo de la varianza aditiva, varianza de dominancia, heredabilidad en sentidos estrecho y amplio, así como los coeficientes de aditividad, dominancia y el grado de dominancia del porcentaje de fructificación, se utilizó el modelo de Mather (1949) y Strickberger (1976) de descomposición de la varianza fenotípica total de la generación F_2 y los retrocruces B_1 y B_2. El cálculo de la varianza ambiental fue a partir de la varianza de P_1, P_2 y F_1.

El grado de dominancia para el porcentaje de germinación del polen y la longitud del tubo polínico se estimaron según Popova y Mihailov (1976); asimismo, se calcularon los coeficientes de correlación entre estos y el porcentaje de fructificación en la planta.

Los registros diarios de las temperaturas máxima y mínima y humedad relativa durante los meses en que se desarrolló el experimento se muestran en el anexo 1.

RESULTADOS Y DISCUSION

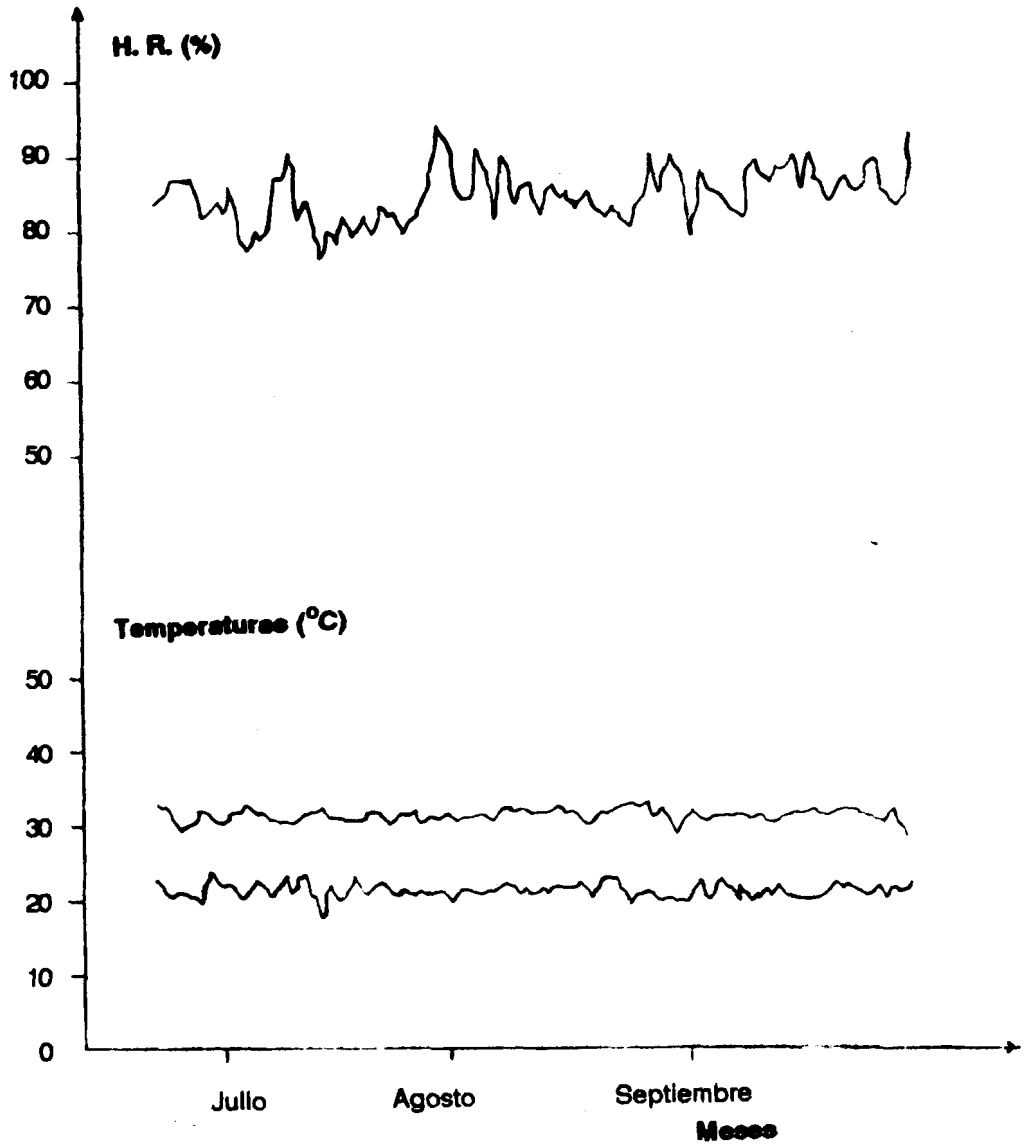
Como se podrá apreciar en la figura 1, el porcentaje de germinación del polen *in vitro* de Campbell-28 (50 %), estuvo muy por debajo del valor alcanzado por Nagcarlán (80 %), en condiciones de temperatura y humedad por encima de los valores óptimos para el cultivo del tomate, dados por Maroto (1989) (ver anexo), lo cual confirma la alta viabilidad del polen y tolerancia al calor de este tipo silvestre, encontrada por Villarreal y Lai (1979) en condiciones tropicales.

Para este carácter se observó que el valor de la generación F_1 estuvo muy cercano a la media de los progenitores y el de B_1 y B_2 al de los progenitores P_1 y P_2, respectivamente. Por consiguiente, el grado de dominancia (d/a) tuvo valores cercanos a cero y predomina la herencia aditiva, no observándose efectos heteróticos apreciables.

Este resultado es importante para los programas de mejora genética del cultivo en condiciones tropicales, ya que la presencia de efectos aditivos posibilitaría elevar el valor de este carácter en Campbell-28 a partir del tipo silvestre Nagcarlán, mediante un adecuado esquema de retrocruces y selección.

En cambio, los resultados de la longitud del tubo polínico (Figura 2) indicaron la existencia de una marcada diferencia entre ambos progenitores, con predominio de dominancia incompleta y heterosis negativa sobre la media parental en dirección al progenitor de menor valor (Campbell-28), por lo que cabe esperar poco avance en este sentido a través de la selección; este carácter, según Du Bay, 1981 y Chaney y Strickland, 1984, citados por Walters y Martens (1987), es una medida complementaria con relación al porcentaje de germinación, el cual es considerado como la medida principal para valorar la respuesta del polen a agentes tóxicos u otros estrés.

Por otra parte, el porcentaje de fructificación de la planta en condiciones similares, evidenció un predominio de la herencia aditiva con un pequeño porcentaje de heterosis. En la tabla I se destaca que la mayor parte de la variabilidad genética estuvo determinada por genes de efectos aditivos (cerca del 100 %), aunque la presencia de una cantidad equivalente de variación ambiental repercutió en valores de heredabilidad moderada.



Anexo 1. Temperaturas máximas y mínimas y humedad relativa durante el desarrollo del experimento

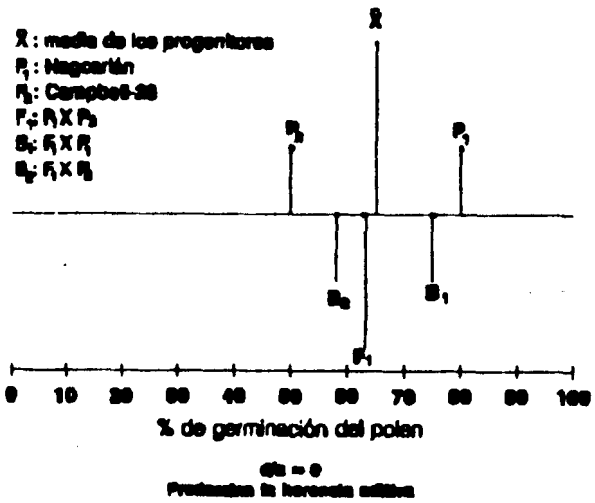


Figura 1. Características hereditarias del porcentaje de germinación del polen en condiciones de altas temperaturas

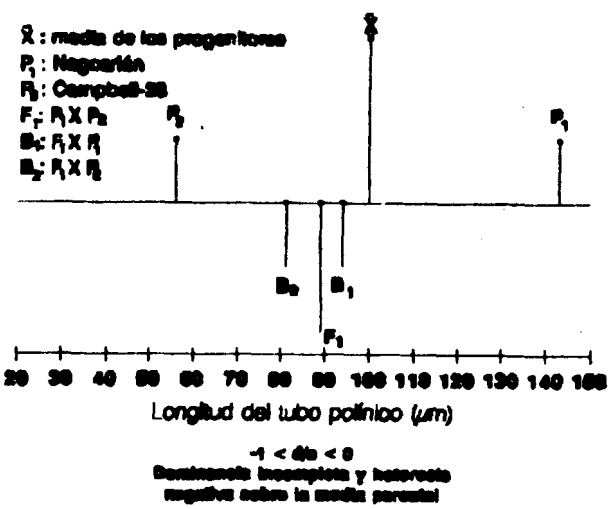


Figura 2. Características hereditarias de la longitud del tubo polínico en condiciones de altas temperaturas

Tabla I. Parámetros genéticos del porcentaje de fructificación

Varianza fenotípica	Varianza genética	Varianza ambiental	Varianza aditiva	Varianza dominancia	Heredabilidad		Aditividad (A)	Dominancia (D)	Grado de dominancia (d/a)
					Ancho	Estrecho			
115.7951	59.4788	56.3163	59.3481	0.1307	0.5137	0.5125	118.6962	0.5227	0.0664

Tabla II. Caracteres evaluados en el polen y la planta de tomate en condiciones de altas temperaturas y humedad

Tratamientos	% de fructificación (1)	% germinación polen (2)	Longitud del tubo polínico (μm) (3)
P_1	99.29	79.9	143.70
P_2	48.46	50.0	56.84
F_1	95.47	62.7	88.90
B_1	96.51	75.9	94.43
B_2	74.03	58.7	81.55
F_2	90.20	-	-

Coeficiente de correlación $r_{12} = 0.8812^*$ $r_{23} = 0.889^*$ $r_{13} = 0.769$

Este resultado de posible herencia aditiva, para el porcentaje de fructificación, fue planteado por El Ahmadi y Stevens (1979b) para condiciones de altas temperaturas en California, por lo que se prevé un efecto positivo de la selección para este carácter, si se hacen replicaciones adecuadas para el control de la variación ambiental.

En la tabla II se puede apreciar la estrecha relación existente entre la fructificación de la planta y la germinación del polen *in vitro* ($r=0.8812^*$). Esta relación, planteada por Weaver y Timm (1989) para diferentes variedades expuestas a 40°C durante una hora, se ha demostrado en este estudio con poblaciones genéticas P_1, P_2, F_1, B_1 y B_2, derivadas de dos progenitores contrastantes para dichos caracteres, lo cual apoya la hipótesis de una probable relación gametofito-esporofito para estos caracteres.

Los resultados obtenidos revisten, a su vez, una gran importancia práctica, pues sustentan la posibilidad de mejorar por selección características tan importantes, desde el punto de vista adaptativo, como la germinación del polen, el porcentaje de fructificación y el posible uso de la selección gametofítica, como vía para incrementar la efectividad de la selección en los programas de mejoramiento de la tolerancia del tomate a las condiciones de altas temperaturas y humedad propias de los países tropicales.

BIBLIOGRAFIA

Alvarez, Marta. Estudio de la viabilidad del polen en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Cultivos Tropicales** (La Habana) 4(2):241-248, 1982.

Clasificación de variedades de tomate con tolerancia a las condiciones de siembra en "primavera". Le-minh-Hong /*et al.*/ **En**: Seminario Científico (7:1990 abr. 11-13: La Habana). Resúmenes.-La Habana : INCA, 1990.-p. 153.

El Ahmadi, A. B. y A. Stevens. Reproductive Response of Heat Tolerant Tomato to High Temperatures. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** (Madison)104(5):686-691, 1979a.

El Ahmadi, A. B. y A. Stevens. Genetics of High Temperature Fruit Set in The Tomato. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** (Madison)104(5):691-696, 1979b.

González, María C., Marta Alvarez y J. Vasallo. Fertilidad del polen en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en dos épocas y en diferentes concentraciones de sacarosa. **Cultivos Tropicales** (La Habana)11(4):3-9, 1989.

Hernández, A. /*et al.*/. Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. **Academia de Ciencias de Cuba. Suelos** (La Habana) 23:1-25, 1975.

Maroto, J. V. Horticultura. / J. V. Maroto.- Madrid: Editorial Mundi-Prensa, 1989.-566 p.

Mather, K. Biometrical Genetics. / K. Mather.- London : Methuen, 1949.

Mulcahy, D. L. The Rise of the Angiosperms: a Genecological Factor. **Science** (Washington)206:20-23, 1979.

Popova, D. y L. Mihailov. Studies on The Quantities of Pollen of F_1 Plant in Heterotic Tomato Combination. **Genet. Agr.** (Roma) 30:335-342, 1979.

Rick, C. M. Germplasm Resources in The Wild Tomato Species. **Acta Horticulturae** (Berlín)190, 1986.

Stevens, M. A. Resistance to Heat Stress in Crop Plants. / M. A. Stevens.- **En**: Advances in Food Producing Systems for Arid and Semi Arid Lands.-Londres : Academic Press. 1981.- p.457-487.

Stevens, M. A. Genetics and Breeding. / M. A. Stevens, C. M. Rick.- **En**: The Tomato Crop.-London : Chapman and Hall, 1986.- p.35-100.

Strickberger, M. N. Genética. / M. N. Strickberger.- Barcelona : Ed. Omega, 1976.-880 p.

Villarreal, R. L. Development of Heat Tolerant Tomato Varieties in The Tropics. / R. L. Villarreal, S. H. Lai.- **En**: Proceedings of the International Symposium on Tropical Tomato (1:1978 oct. 23-27: Shanhua).-Shanhua : AVRDC, 1979.

Walters, J. H. B. y M. J. M. Martens. Effects of Air Pollutants on Pollen. **The Botanical Review** (Nueva York)53(3):372-414, 1987.

Weaver, M. L. y H. Timm. Screening Tomato for High Temperature Through Pollen Viability Tests. **Hort Science** (Alexandria) 24(3):493-495, 1989.

Zamir, D. e I. Yadieh. Pollen Selection for Low Temperature Adaptation in Tomato. **Theor. Appl. Genetics** (Nueva York)74:545-548, 1987.

Recibido: 16 de julio de 1993
Aceptado: 15 de octubre de 1993