

VARIABILIDAD GENÉTICA PARA LA VIDA POSTCOSECHA Y EL PESO DE LOS FRUTOS EN TOMATE PARA FAMILIAS F₃ DE UN HÍBRIDO INTERESPECÍFICO¹

ROXANA ZORZOLI², GUILLERMO RAÚL PRATTA³ y LILIANA AMELIA PICARDI⁴

RESUMEN - Se evaluó la variabilidad genética para la vida postcosecha y el peso de los frutos en veintiséis familias F₃ de un híbrido interespecífico entre la cv. Caimanta de *Lycopersicon esculentum* Mill. y la línea LA722 de *L. pimpinellifolium* (Jusl.) Mill. con el objeto de obtener genotipos divergentes para ambos caracteres. Los promedios de días de vida postcosecha fueron 8, 15, 18 y 13 y de peso en gramos fueron 52,17, 0,94, 4,45 y 6,41 para cv. Caimanta, LA722, la F₁ y la generación F₃, respectivamente. Ninguna familia fue similar al progenitor 'Caimanta' para el carácter días de vida postcosecha y sólo una familia tuvo una vida postcosecha como la F₁. Para el peso de los frutos, cuatro familias fueron similares a la F₁ y ninguna fue como los progenitores. La familia con peso de los frutos con 20,15 g y vida postcosecha de 21,5 días fue la que presentó mayores valores. El menor peso de los frutos fue en una familia con 2,81 g y el de menor vida postcosecha en una con 9,98 días. La amplia variabilidad genética encontrada para ambos caracteres entre las familias permitirá obtener genotipos divergentes.

Términos para índice: *Lycopersicon esculentum*, *Lycopersicon pimpinellifolium*, variación genética, selección divergente, segregación, métodos de mejoramiento.

GENETIC VARIABILITY FOR THE TOMATO FRUIT'S SHELF-LIFE AND WEIGHT IN F₃ FAMILIES DERIVED FROM AN INTERSPECIFIC HYBRID

ABSTRACT - The genetic variability for the fruit's shelf-life and weight was evaluated in twenty-six F₃ families derived from an interspecific hybrid between the cv. Caimanta of *Lycopersicon esculentum* Mill. and the line LA722 of *L. pimpinellifolium* (Jusl.) Mill. The means for fruit's shelf-life were 8, 15, 18 and 13 days and for fruit weight were 52.17 g; 0.94 g; 4.45 g and 6.41 g in 'Caimanta', LA722, the F₁ and in the F₃ generations, respectively. No family was similar to the progenitor 'Caimanta' for fruit's shelf-life and only one family showed a shelf-life similar to the F₁ generation mean. For fruit weight, four families were similar to the F₁ generation mean and the F₃ families differed from both parent means. The F₃ family with the greatest values for fruit weight and shelf-life showed a fruit weight mean of 20.15 g and shelf-life period of 21.55 days. The smaller fruit weight was 2.81 g and the smaller shelf-life period for another family was 9.98 days. The wide genetic variability found for both traits between the families will permit to select divergent genotypes.

Index terms: *Lycopersicon esculentum*, *Lycopersicon pimpinellifolium*, genetic variation, divergent selection, segregation, breeding methods.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una especie autógena que pertenece al género *Lycopersicon* dentro de la gran familia de la Solanaceae. Este género, que contiene nueve especies con alto grado de homosecuencialidad en sus cromosomas (D'Arcy, 1972; Warnock, 1988), se distribuye en la costa oeste de América del Sur desde Ecuador hasta el norte de Chile (entre 0° y 23° LS). El cambio evolutivo más importante que se ha producido con su domesticación es la reducción de la variabilidad genética (Rick & Fobes, 1975).

¹ Aceptado para publicación en 24 de enero de 2000.

Financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

² Ing. Agr., Investigador Independiente, Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario (CIUNR), Facultad de Ciencias Agrarias, Campo Experimental J.F. Villarino, CC 14 (2123) Zavalla, Argentina. E-mail: rzorzoli@fcagr.unr.edu.ar

³ Ing. Agr., M.Sc., Becario de Postgrado CONICET, Facultad de Ciencias Agrarias, UNR, Campo Experimental J.F. Villarino. E-mail: gpratta@fcagr.unr.edu.ar

⁴ Estadística, Dr., Investigador Principal, CIUNR, Facultad de Ciencias Agrarias, UNR, Campo Experimental J.F. Villarino. E-mail: lpicardi@fcagr.unr.edu.ar

Durante la madurez del fruto se producen cambios fisiológicos y bioquímicos que conducen a la adquisición del color, textura, aroma y sabor requeridos para su consumo (Tigchelaar et al., 1978). El mantenimiento de estas características durante el mayor tiempo posible amplía las posibilidades de comercialización especialmente cuando se destina al mercado para consumo en fresco (Kramer & Redenbaugh, 1994).

Dentro del contexto genético de la especie *Lycopersicon esculentum* se han identificado algunos mutantes naturales que alteran la madurez del fruto (Ng & Tigchelaar, 1977; Tigchelaar et al., 1978; Mutschler et al., 1992). Entre ellos, *rin* (ripening inhibitor) y *nor* (non-ripening), localizados en los cromosomas 5 y 10, respectivamente (Robinson & Tomes, 1968), son descritos como genes recesivos que alteran la producción de etileno durante la senescencia (Tigchelaar et al., 1978). Según Buescher et al. (1976), estos mutantes podrían utilizarse como padres de híbridos, ya que ofrecerían una alternativa para demorar la madurez de los frutos, pero tienen el problema de que afectan otras vías metabólicas provocando efectos pleiotrópicos indeseables sobre el color, el pH, el sabor y el aroma.

Los taxones silvestres han sido evaluados y utilizados como fuente de resistencia y aumento de la calidad nutritiva de los frutos (Rick, 1979; Stevens, 1986). La especie *L. pimpinellifolium* se caracteriza por presentar frutos de alta calidad nutritiva, con tamaño y peso menores que las cultivares comerciales de *L. esculentum* y se cruza en ambos sentidos con la especie cultivada dando lugar a híbridos fértiles (Rick, 1976). No existen antecedentes sobre la evaluación de la vida postcosecha de los frutos en los taxones silvestres. Recientemente, Pratta et al. (1996) han encontrado que algunas líneas de *L. pimpinellifolium* constituirían una alternativa para incrementar la vida postcosecha de los frutos evitando los efectos negativos que ejercen los genes *rin* y *nor* sobre la calidad. Además, Zorzoli et al. (1998) comparando híbridos de *L. esculentum* entre una variedad comercial y los mutantes *rin* y *nor* con un híbrido interespecífico entre la misma variedad y la línea LA722 de *L. pimpinellifolium*, demostraron que no existían diferencias significativas para la vida postcosecha de los frutos. *L. pimpinellifolium*

aportaría genes de efecto fenotípico similar a los híbridos con los mutantes *rin* y *nor* para este carácter sin disminuir la calidad de los frutos.

Con el objeto de obtener genotipos divergentes para vida postcosecha y peso de los frutos se evaluó la variabilidad genética entre 26 familias F₃ de un híbrido interespecífico entre una cultivar de *L. esculentum* y una línea de *L. pimpinellifolium*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se cruzaron la cultivar Caimanta (C) de *L. esculentum* como progenitor femenino y la línea LA722 de *L. pimpinellifolium* (Pi) como progenitor masculino. El material de *L. pimpinellifolium* pertenece a la colección del Banco de Germoplasma de la Universidad de California (Davis, USA) y la cultivar Caimanta al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Cerrillos (Salta, Argentina).

Esta experiencia se realizó en el Campo Experimental J.F. Villarino de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, en la localidad de Zavalla (33° Latitud Sur y 61° Longitud Oeste). La selección por los caracteres peso (P) y vida postcosecha (D) de los frutos se inició en la generación F₂ (ciclo del cultivo verano 1995-1996). El criterio de selección se basó en las combinaciones de ambos caracteres (alto P y D; alto P y bajo D; bajo P y alto D y bajo P y D).

Los platines de las 26 familias F₃ fueron obtenidos en almácigos y trasplantados a campo en un diseño completamente aleatorizado siendo los testigos los dos progenitores y la generación F₁ (1996-1997).

Los frutos de todos los genotipos fueron cosechados en el estado pintón (diez por ciento de la superficie del fruto roja). El peso de cada fruto (en gramos) fue registrado en el momento de la cosecha. Para evaluar la vida postcosecha estos frutos fueron colocados al azar en una estantería donde la temperatura media fue de 30±3°C. Este último carácter fue medido en días de almacenaje desde la cosecha hasta el inicio del ablandamiento de las paredes celulares.

El número total de frutos cosechados fue 4691. La comparación de los valores medios para ambas variables entre las familias, los progenitores y la F₁ se llevó a cabo con un análisis de variancia a un criterio de clasificación y a través del test de Duncan (p<0,01) (Sokal & Rohlf, 1969).

Se calcularon la correlación fenotípica (r) y el R² entre estos caracteres (Falconer, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedios para vida postcosecha fueron 8,00, 15,00, 18,00 y 13,00 en Caimanta, LA722 y las generaciones F₁ y F₃, respectivamente. Se encontraron diferencias altamente significativas entre los progenitores (F = 9,2; p<0,01) y entre Caimanta y la generación F₁ (F = 8,5; p<0,01). Las diferencias entre LA722 y la generación F₁ no alcanzaron a ser significativas (F = 2,1) lo que indicaría la presencia de acciones génicas dominantes para este carácter.

Los valores promedios para el peso medio de frutos (gramos) fueron 52,17, 0,94, 4,45 y 6,41 en

Caimanta, LA722 y en las generaciones F₁ y F₃, respectivamente. Se encontraron diferencias altamente significativas entre la cv. Caimanta y LA722 (F = 1111,3; p<0,0001), entre Caimanta y la generación F₁ (F = 143,4; p<0,001) y LA722 y la generación F₁ (F = 1365,3; p<0,0001). El valor promedio de la generación F₁ fue intermedio al de los progenitores, indicando que para esta variable las acciones génicas presentes serían de dominancia parcial.

En el Cuadro 1 se detallan los valores promedios en cada familia F₃. Para la vida postcosecha ninguna familia se comportó como el progenitor Caimanta de *L. esculentum*. Sólo la familia 9 tuvo una vida

CUADRO 1. Valores medios de peso (P, en gramos) y vida postcosecha (D, en días) en los progenitores y en la F₁. Valores promedios en las familias F₃ (1 a 26) para P y D con las correlaciones fenotípica (r) y el R² entre ambos caracteres¹.

Genotipo	n	Peso (P ± Sx)	Vida postcosecha (D ± Sx)	r	R ²
Caimanta	14	52,17 ± 5,95a	8,00 ± 1,74l		
LA722	56	0,94 ± 0,02i	15,00 ± 0,64d		
F ₁	33	4,45 ± 0,20g	18,00 ± 2,16bc		
1	95	20,15 ± 0,40b	21,55 ± 0,79a	0,36**	0,130
2	120	6,13 ± 0,38f	14,92 ± 0,70de	0,12 ^{ns}	0,014
3	99	10,52 ± 0,42c	11,65 ± 0,77ijk	-0,05 ^{ns}	0,003
4	172	6,95 ± 0,32ef	15,30 ± 0,59d	0,03 ^{ns}	0,001
5	88	6,82 ± 0,45ef	14,66 ± 0,82def	-0,11 ^{ns}	0,012
6	361	7,19 ± 0,22ef	14,97 ± 0,41de	-0,02 ^{ns}	0,000
7	139	9,13 ± 0,33d	9,98 ± 0,61kl	0,08 ^{ns}	0,006
8	116	6,56 ± 0,38ef	12,11 ± 0,72fghijk	-0,17*	0,029
9	72	4,31 ± 0,48g	17,76 ± 0,91bc	0,24*	0,058
10	430	5,91 ± 0,20f	12,23 ± 0,37fghijk	-0,04 ^{ns}	0,002
11	187	7,16 ± 0,31ef	12,03 ± 0,56ghijk	0,13*	0,017
12	37	3,78 ± 0,68gh	12,43 ± 1,07 efgghijk	0,29*	0,084
13	92	3,73 ± 0,43gh	15,66 ± 0,80cd	0,23*	0,053
14	94	3,71 ± 0,42gh	14,04 ± 0,79defghi	0,07 ^{ns}	0,005
15	263	6,69 ± 0,25ef	14,54 ± 0,48defg	-0,06 ^{ns}	0,004
16	118	4,27 ± 0,38g	14,00 ± 0,71defghij	0,00 ^{ns}	0,000
17	394	3,35 ± 0,21gh	12,02 ± 0,39ghijk	0,13**	0,017
18	268	2,81 ± 0,26h	11,40 ± 0,47jk	0,13*	0,017
19	153	4,26 ± 0,34g	11,62 ± 0,62ijk	0,13 ^{ns}	0,017
20	153	6,35 ± 0,33f	10,43 ± 0,62kl	0,05 ^{ns}	0,003
21	57	6,02 ± 0,54f	18,60 ± 1,02b	0,29*	0,084
22	172	4,61 ± 0,32g	18,90 ± 0,59b	0,14*	0,020
23	139	10,55 ± 0,35c	11,83 ± 0,65hijk	-0,03 ^{ns}	0,001
24	236	7,02 ± 0,27ef	11,10 ± 0,50k	-0,12*	0,014
25	95	6,68 ± 0,43ef	14,34 ± 0,79defgh	0,23*	0,053
26	246	7,86 ± 0,27e	12,42 ± 0,49efghijk	0,24**	0,058

¹ Letras distintas marcan diferencias significativas (test de Duncan; p<0,01).

^{ns}, * y ** No significativo y significativo al 0,05 y al 0,01, respectivamente.

postcosecha similar a la generación F_1 . Se puede observar que la diferencia entre las familias con mayor y menor valor para la vida postcosecha alcanzó un rango de 12 días de amplitud.

Para el carácter peso de frutos sólo cuatro familias (9, 16, 19 y 22) tuvieron un peso similar a la generación F_1 . Ninguna familia manifestó valores medios similares a los de los progenitores. La familia de menor peso fue la 18. El rango de variación entre las familias de mayor y menor peso fue de 17,3 g.

La línea LA722 se caracterizó por frutos pequeños de forma esférica, en tanto que la cv. Caimanta tuvo frutos grandes de forma achatada. La generación F_1 dio frutos de tamaño intermedio a lo de los progenitores con forma esférica. En la generación F_3 se observó la segregación esperada para el tamaño y la forma de los frutos.

En la Fig. 1 se muestra la distribución de los valores medios para peso de los frutos y vida postcosecha en cada familia. Es de destacar el comportamiento de la familia 1 como la de mayor peso medio de fruto y vida postcosecha. Entre las familias con alta vida postcosecha y bajo peso de fruto se encuentran la 9, 21 y 23. La familia 18 tuvo baja vida postcosecha y bajo peso medio de fruto. La correlación fenotípica entre éstas dos variables fue $r = 0,08$ ($p < 0,05$) pero el R^2 fue sólo de 0,006. Este valor demuestra que la variación observada para

vida postcosecha es independiente de la variación en peso medio de los frutos cuando se considera la población de frutos F_3 . En el Cuadro 1 se puede comprobar que si bien dentro de algunas familias el coeficiente de correlación (r) alcanzó a ser significativo por efecto del tamaño de la muestra, el grado de determinación (R^2) fue mínimo. En la familia 1 sólo el 13% de la variación de la vida postcosecha sería explicada por el peso medio de los frutos a pesar de tener el mayor valor de correlación.

Este experimento confirma que el genotipo silvestre aportaría variantes genéticas que pueden prolongar la vida postcosecha del fruto, tal como lo demostraron Pratta et al. (1996) con algunas líneas de *L. pimpinellifolium* que tenían una vida del fruto más prolongada que las cultivares comerciales de *L. esculentum*. Zorzoli et al. (1998) observaron que híbridos intervarietales con los genes *nor* y *rin* no discrepaban de los híbridos interespecíficos con *L. pimpinellifolium* para este carácter.

También en este experimento se han encontrado, en coincidencia con otros autores (Bianchi et al., 1953; Stoner & Thompson, 1966; Weller et al., 1988) modificaciones significativas en el peso cuando se realizan cruzamientos con el taxón silvestre. Mc Gillivray & Clemente (1956) y Goldenberg & Pahlen (1966) demostraron en cruzamientos interespecíficos que el contenido de materia seca es mayor en los frutos pequeños y de menor peso. El mayor peso de los genotipos de *L. esculentum* estaría asociado a una pérdida en la calidad de los frutos. Las familias F_3 tendrían la ventaja de manifestar una mejor calidad de fruto debido a su color, textura, forma y sabor con frutos de menor peso.

CONCLUSIONES

1. La línea LA722 de *L. pimpinellifolium* aporta genes que prolongan la vida postcosecha de los frutos cuando es cruzada con una cultivar de *L. esculentum*.
2. Las familias segregantes F_3 presentan una amplia variabilidad genética para la vida postcosecha y para el peso de los frutos.

AGRADECIMIENTOS

A las Ing. Agr. Sella M. García e Inés T. Firpo de la Cátedra de Horticultura del Departamento de

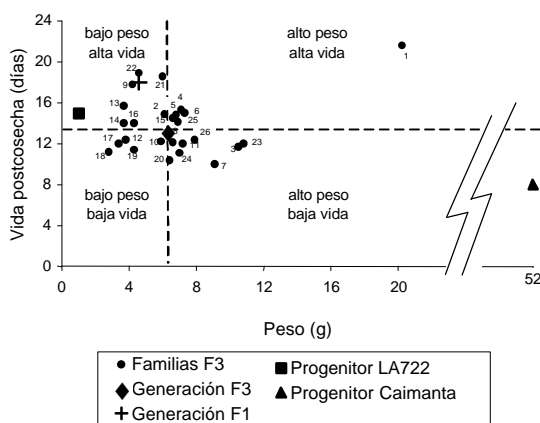


FIG. 1. Valores medios de peso y vida postcosecha de los frutos para las 26 familias F_3 , los progenitores y la generación F_1 .

Producción Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario por su colaboración en la conducción del ensayo; a la Ing. Agr. Elsa Gilardón de la Cátedra de Genética de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta por la provisión de semillas de la cultivar Caimanta; al Dr. Charles Rick del Tomato Genetics Research Center, University of California, Davis, USA por la provisión de la semilla de la línea LA722 de *L. pimpinellifolium*; al Sr. Marcelo Fusi por la confección de la figura que acompaña el trabajo.

REFERENCIAS

- BIANCHI, A.; FORLANI, A.; MANUNTA, C. Sugar content in tomatoes. **Tomato Genetics Cooperative Reports**, Ithaca, v.3, p.6, 1953.
- BUESCHER, R.W.; SISTRUNK, W.A.; TIGCHELAAR, E.C.; NG, T.J. Softening, pectolytic activity and storage life of rin and nor tomato hybrids. **HortScience**, Alexandria, v.11, n.5, p.603-605, 1976.
- D'ARCY, W.G. *Solanaceae* studies. II. Typification of subdivisions of *Solanum*. **Missouri Botanical Garden Annals**, St. Louis, v.59, n.1, p.262-278, 1972.
- FALCONER, D.S. **Genética cuantitativa**. México : Continental, 1996. p.369-382.
- GOLDENBERG, J.B.; PAHLEN, A. Genetic and phenotypic correlation between weight and dry matter content of tomato fruits and their heritabilities. **Boletín Genético**, Buenos Aires, n.2, p.1-15, 1966.
- KRAMER, M.G.; REDENBAUGH, K. Commercialization of a tomato with an antisense polygalacturonase gene: the FLAVR SAVR™ tomato story. **Euphytica**, Dordrecht, v.79, n.2, p.293-297, 1994.
- Mc GILLIVRAY, J.H.; CLEMENTE, L.J. Effect of tomato size on solids content. **American Society for Horticultural Science. Proceedings**, Alexandria, v.68, n.1, p.466-469, 1956.
- MUTSCHLER, M.A.; WOLFE, D.W.; COBB, E.D.; YOURSTONE, K.S. Tomato fruit quality and shelf life in hybrids heterozygous for the alc ripening mutant. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.4, p.352-355, 1992.
- NG, T.J.; TIGCHELAAR, E.C. Action of the non-ripening (nor) mutant on fruit ripening of tomato. **American Society for Horticultural Science. Journal**, Alexandria, v.102, n.4, p.504-509, 1977.
- PRATTA, G.; ZORZOLI, R.; PICARDI, L.A. Evaluación de caracteres de interés agronómico en especies del género *Lycopersicon*. **Horticultura Argentina**, La Consulta, v.15, n.39, p.25-32, 1996.
- RICK, C.M. Natural variability in wild species of *Lycopersicon* and its bearing on tomato breeding. **Genetica Agraria**, Rome, v.30, n.2, p.249-259, 1976.
- RICK, C.M. Potential improvement of tomatoes by controlled introgression of genes from wild species. In: CONFERENCE ON BROADENING GENETIC BASE CROPS, 1978, Wageningen . **Proceedings**. Wageningen : Pudoc, 1979. p.167-173.
- RICK, C.M.; FOBES, J.F. Allozyme variation in the cultivated tomato and closely related species. **Torrey Botanical Club Bulletin**, New York, v.102, n.6, p.376-386, 1975.
- ROBINSON, R.W.; TOMES, M.L. Ripening inhibitor: a gene with multiple effects on ripening. **Tomato Genetics Cooperative Reports**, Ithaca, v.6, p.22-23, 1968.
- SOKAL, R.; ROHLF, F. **Biometry**. San Francisco : H. W. Freeman, 1969. p.226-246.
- STEVENS, M.A. Inheritance of tomato fruit quality components. In: JANICK, J. (Ed.). **Plant breeding review**. Westport : AVI, 1986. tomo 4, p.273-311.
- STONER, A.K.; THOMPSON, A.E. A diallel analysis of solids in tomatoes. **Euphytica**, Dordrecht, v.15, n.3, p.377-382, 1966.
- TIGCHELAAR, E.C.; Mc GLASSON, W.B.; BUESCHER, R.W. Genetic regulation of tomato fruit ripening. **HortScience**, Alexandria, v.13, n.5, p.508-512, 1978.
- WARNOCK, S.J. A review of taxonomy and phylogeny of the genus *Lycopersicon*. **HortScience**, Alexandria, v.23, n.4, p.669-673, 1988.
- WELLER, J.I.; SOLLER, M.; BRODY, T. Linkage analysis of quantitative traits in an interspecific cross of tomato (*Lycopersicon esculentum* x *Lycopersicon pimpinellifolium*) by means of genetics markers. **Genetics**, Bethesda, v.118, n.2, p.329-339, 1988.
- ZORZOLI, R.; PRATTA, G.; PICARDI, L.A. Efecto de los mutantes nor y rin y de genes silvestres sobre características del fruto en *Lycopersicon*. **Mendeliana**, Buenos Aires, v.13, n.1, p.12-19, 1998.