

Efecto del germoplasma silvestre sobre caracteres de interés agronómicos en híbridos intra e interespecíficos del género *Lycopersicon*

Pratta, Guillermo¹; Cánepa, L. N.²; Zorzoli, Roxana³ y Picardi, Liliana³

[1] Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

[2] Estudiante de Postgrado, Maestría en Genética Vegetal.

[3] Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario. Cátedra de Genética.

Facultad de Ciencias Agrarias. UNR C.C. N° 14. Zavalla (S 2125 ZAA), Santa Fe, Argentina.

E-mail gpratta@fcagr.unr.edu.ar

Resumen

El tomate cultivado (*Lycopersicon esculentum* var. *esculentum*) es una Solanácea de gran importancia económica a nivel mundial tanto por su producción como por su consumo. Las formas silvestres más promisorias para aportar características transferibles son *L. esculentum* var. *cerasiforme* y *L. pimpinellifolium* debido a la facilidad con que se obtienen los cruzamientos. El objetivo de este trabajo fue evaluar caracteres morfovegetativos y de calidad comercial en híbridos intra e interespecíficos de *Lycopersicon*. Los caracteres morfovegetativos analizados fueron: longitud de entrenudos, perímetro del tallo en las partes basal, media y apical y número de flores por racimo. Los caracteres de calidad comercial fueron: peso, diámetro, altura, forma y vida en estantería de los frutos. Los genotipos se compararon por un ANOVA a un criterio de clasificación y por el test de Kruskal-Wallis. Se encontraron diferencias significativas entre los híbridos para todos los caracteres morfovegetativos y de calidad comercial. Los híbridos obtenidos a partir de las formas silvestres presentaron menor tamaño y peso de los frutos. La mayor vida en estantería fue observada en un híbrido entre un mutante de madurez de *L. esculentum* var. *esculentum* y la accesión LA722 de *L. pimpinellifolium*.

Palabras clave:

tomates, vida en estantería, mejoramiento genético

The effect of wild germplasm on agronomically important traits in intra and interspecific hybrids of *Lycopersicon* spp.

Summary

The cultivated tomato (*Lycopersicon esculentum* var. *esculentum*) is a member of the relatively small genus *Lycopersicon* within the large family *Solanaceae*. The wild form *L. esculentum* var. *cerasiforme* and *L. pimpinellifolium*, which show a high degree of synteny in their chromosomes, have been used as a valuable source of genetic variation in improving the cultivated tomato. The objective of the present study was to analyze the genetic variability for some vegetative and productive traits in some intravarietal and interspecific crosses among wild and cultivated species. The vegetative traits were: internode length, stem perimeter in the basal, the middle and the apical zones, and number of flowers per cluster. Fruit traits were: weight, diameter, height, shape and shelf life. Genotypes were compared by a one-way ANOVA and by Kruskal-Wallis test. Large differences between the hybrid genotypes were observed for all vegetative and fruit traits. Hybrids from the wild forms had lower fruit weight and size than the other hybrids. An interspecific hybrid between the cultivated tomato and the LA722 accession *L. pimpinellifolium* showed the highest value for the fruit shelf life.

Key words:
tomatoes, fruit shelf life, plant breeding

Introducción

El tomate cultivado (*Lycopersicon esculentum* var. *esculentum* Mill.) es una especie autógama con una reducida base genética debido a los intensos procesos de selección a los cuales fue sometida (Rick *et al.*, 1976; Nuez, 1991). Las distintas especies del género *Lycopersicon* difieren morfológicamente en caracteres tales como color, tamaño del fruto, forma de hoja, tipo de inflorescencia, etc. Entre otros, Rick (1976) y Taylor (1986) han propuesto que las formas silvestres más promisorias para ampliar la variabilidad genética de la especie cultivada serían *L. esculentum* var. *cerasiforme* y *L. pimpinellifolium* debido a la diversidad que presentan y a la facilidad con que se obtienen los cruzamientos con ellas.

Si bien algunos caracteres morfovegetativos (longitud de entrenudos, perímetro del tallo en las partes basal, media y apical, número de flores por racimos, entre otros) son importantes *per se* para la determinación de la aptitud agronómica de una variedad, los trabajos de Stevens (1986), Vallejo Cabrera *et al.* (1994) y Pratta *et al.* (1996) han propuesto que también podrían estar asociados con el rendimiento final de los genotipos. Por otro lado, el tamaño de los frutos es una de las características con mayor influencia en la determinación de la calidad comercial del tomate para consumo en fresco. Otro factor adicional, que está ligado a la evolución de la madurez del fruto, es la vida en estantería. En el taxón cultivado se han identificado diversos mutantes que prolongan la madurez del fruto entre los que se encuentran los genes *rin* (*ripening inhibitor*) ubicado en el cromosoma V y *nor* (*non ripening*) ubicado en el cromosoma X

(Stevens, 1986). Estos mutantes, en homocigosis o heterocigosis, confieren mayor firmeza y una mayor vida poscosecha al fruto. Sin embargo, tienen significativos efectos pleiotrópicos negativos sobre el color y el sabor (Nuez, 1991). El carácter vida en estantería fue definido como el número de días transcurridos desde la cosecha hasta el inicio del ablandamiento (*softening*) del pericarpio, siendo por lo tanto una forma de medir el tiempo de conservación de un fruto luego de la cosecha. Se ha informado acerca de la presencia de genes que también retrasan la madurez de los frutos en otros acervos genéticos provenientes de especies silvestres (Pratta *et al.*, 1996; Zorzoli *et al.*, 1998). Según estos autores estos genes podrían convertirse en una alternativa para el mejoramiento de la vida en estantería de los frutos, evitando los efectos detrimentales de los mutantes espontáneos de *L. esculentum* var. *esculentum*. Estos antecedentes justificarían incluir en programas de mejoramiento de tomate cultivado a los genes que aportan las especies silvestres del género y, especialmente, evaluar en combinaciones heterocigotas su comportamiento para caracteres de interés agronómico.

En el presente trabajo se evaluó el efecto de los genes de origen silvestre (de la línea LA1385 de *L. esculentum* var. *cerasiforme* y de la línea LA722 de *L. pimpinellifolium*) en combinaciones híbridas con genotipos portadores de los genes mutantes y normales para la prolongación de la vida en estantería y se analizó este carácter así como otros atributos morfovegetativos y de calidad comercial del fruto.

Materiales y Métodos

Los ensayos se realizaron en el Campo Experimental José F. Villarino de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, ubicado en la localidad de Zavalla (Provincia de Santa Fe, 33° L.S. – 61° L.O.). Los genotipos utilizados como progenitores para obtener las F_1 fueron los siguientes:

1. de *L. esculentum* var. *esculentum*: el cv. Caimanta: línea originada en el INTA Los Cerrillos (Salta), de hábito de crecimiento determinado, frutos tipo platense de color rojo a la madurez con valores estándares para la vida en estantería; el cv. Nor: línea portadora del gen *nor* al estado homocigota (origen: criadero privado), de hábito de crecimiento indeterminado, frutos esféricos de color rosado pálido a la madurez y larga vida en estantería y el cv. Rin: línea portadora del gen *rin* al estado homocigota (origen: criadero privado), de hábito de crecimiento determinado, con frutos esféricos de color amarillo a la madurez y larga vida en estantería.

2. de *L. esculentum* var. *cerasiforme*: la accesión LA1385 (tipo *cherry*), de hábito de crecimiento indeterminado, con frutos esféricos de tamaño reducido, color rojo intenso a la madurez y vida en estantería intermedia.

3. de *L. pimpinellifolium*: la accesión LA722, de hábito de crecimiento indeterminado, frutos esféricos de tamaño muy reducido, color rojo intenso a la madurez y vida en estantería intermedia. Ambas accesiones silvestres provienen del Banco de Germoplasma del Tomato Genetic Resources Center del Department of Vegetable Crops, University of California, Davis.

Los híbridos obtenidos entre estos

progenitores fueron:

I. Intraespecíficos: I.1. Intravarietales: F_1 (Rin x Caimanta), F_1 (Rin x Nor); I.2. Intervarietales: F_1 (Nor x LA1385), F_1 (Rin x LA1385)

II. Interespecíficos: F_1 (Caimanta x LA722), F_1 (Nor x LA722), F_1 (Rin x LA722) y F_1 (LA1385 x LA722).

Los caracteres morfovegetativos (evaluados en cada planta a los 65 días del transplante) fueron: longitud de entrenudos (LE), medida en cm entre el tercer y cuarto nudo; perímetro del tallo (en cm) en las partes basal (PB), media (PM) y apical (PA); número de flores por racimo (FR), promediando los valores de los primer, segundo y tercer racimos. Los caracteres de calidad comercial, evaluados en los frutos cuando presentan el 10% de la superficie con coloración rojiza, fueron: peso (P, en g); diámetro (D, en cm); altura (A, en cm); forma (A/D): mediante el cociente altura sobre diámetro; vida en estantería (VE): días transcurridos desde la cosecha hasta el inicio del ablandamiento de los frutos, que se almacenaron en cuarto climatizado a una temperatura de $25 \pm 3^\circ \text{C}$ y humedad constante.

Cada planta constituyó una repetición en el análisis de los caracteres morfovegetativos (promedio de 6 plantas por genotipo). Para los caracteres de calidad comercial las repeticiones fueron los frutos individuales (promedio de 60 frutos por genotipo). La normalidad de las distintas variables fue evaluada a través del test de Shapiro-Wilk (1965). En aquellos casos en que la distribución de la variable fue normal, o bien la normalidad se obtuvo a través de transformaciones de la variable,

los genotipos se compararon con un ANOVA a un criterio de clasificación y se ordenaron los valores promedios con el test de Duncan (Snedecor, 1964). La comparación de los genotipos para las variables cuya distribución no pudo ajustarse a la distribución normal se llevó a cabo con el test de Kruskal-Wallis (Sokal and Rohlf, 1967). La prueba *t* de Student (Snedecor,

1964) se utilizó para comparar el valor medio de la vida en estantería de los híbridos del progenitor Nor combinado con los taxones silvestres y del progenitor Rin combinado con los mismos taxones respecto de la media general de todos los híbridos y también de la F_1 (Rin x Nor) y la F_1 (LA1385 x LA722).

Resultados y discusión

Entre todos los caracteres morfovegetativos, sólo FR tuvo una distribución normal por lo que se utilizó la transformación logarítmica para los restantes. Con excepción de VE, ninguno de los caracteres de calidad comercial ni sus transformaciones por la función logarítmica dieron una distribución normal.

En la Tabla 1 se pueden observar los valores medios de los caracteres morfovegetativos y los desvíos estándares para los híbridos intra e interespecíficos. Se encontraron diferencias significativas entre las F_1 para LE, siendo el mayor valor el de la F_1 (Rin x LA1385) y el menor el de F_1 (Rin x Caimanta). La longitud de entrenudos estaría relacionada a la presencia del gen *sp*, que determina el hábito de crecimiento determinado de la planta (Vallejo Cabrera *et al.*, 1994). En esta experiencia pudo observarse que el híbrido con menor LE fue el obtenido por el cruzamiento entre progenitores con hábito de crecimiento determinado (cv. Rin y cv. Caimanta, homocigotas recesivos para *sp*) mientras que los híbridos con mayores valores tenían al menos uno de los progenitores con hábito de crecimiento indeterminado. También se encontraron diferencias significativas entre los genotipos en el perímetro del tallo. La F_1 (Nor x LA1385) tuvo el mayor valor para

los tres niveles de este carácter y el menor la F_1 (Caimanta x LA722). Las F_1 (Rin x Caimanta) y F_1 (Rin x Nor) no discreparon entre sí para estos atributos. Según Vallejo Cabrera *et al.* (1994), PB sería un indicador de la capacidad de anclaje de la planta mientras que PM y PA facilitarían, respectivamente, el sostenimiento de ramas y racimos. Por lo tanto la presencia de estas características indicaría genotipos adaptados a los sistemas de producción a campo. Para FR se encontraron diferencias altamente significativas entre los genotipos. Esta variable separó el comportamiento de los híbridos en dos grupos, uno formado por los intravarietales (entre cultivares de *L. esculentum* var. *esculentum*, que presentaron el menor número de flores por racimo) y el otro compuesto por los cruzamientos intervarietales e interespecíficos. La F_1 (Rin x LA1385) constituye una excepción, dado que para este carácter tuvo un comportamiento similar al de los híbridos intravarietales. En general todos los híbridos con la línea LA722 de *L. pimpinellifolium* presentaron un mayor número de flores por racimo. Similares resultados fueron descritos en el género *Lycopersicon* por Rick (1973), Lindhout *et al.* (1991), Vallejo Cabrera *et al.* (1994) y Pratta *et al.* (1996).

En la Tabla 1 también se pueden observar los valores medios y los desvíos estándares de los híbridos para las variables que determinan calidad comercial en el fruto. Las comparaciones entre los genotipos para los caracteres P, D, A y A/D dieron diferencias altamente significativas. Los valores máximos en peso le correspondieron a los híbridos intravarietales: F_1 (Rin x Caimanta), seguido por la F_1 (Rin x Nor), y el valor mínimo al híbrido entre los dos taxones silvestres, F_1 (LA1385 x LA722). Las F_1 entre los genotipos de tomate cultivado y la línea LA722 no discreparon entre sí para esta variable. Los dos híbridos intervarietales fueron significativamente diferentes entre sí y también discreparon de las otras F_1 . Sin embargo la F_1 (Rin x LA1385) presentó un peso promedio más cercano a los híbridos intravarietales. Resultados similares fueron encontrados en las experiencias de Zorzoli *et al.* (1998), ya que los cruzamientos de los cultivares de *L. esculentum var. esculentum* con algunas líneas de *L. pimpinellifolium* produjeron una disminución notable en el peso y el tamaño del fruto. Por otro lado, Weller *et al.* (1988) mencionaron que la existencia de poligenes con efectos dominantes en los taxones silvestres serían los responsables de la reducción que se observa en el peso de los frutos cuando se utiliza como progenitor a cualquiera de las especies silvestres del género.

Las variables D, A y A/D son indicadores del tamaño y de la forma de los frutos. Se observó que los híbridos con la línea LA722, y en especial la F_1 (LA1385 x LA722), presentaron los valores más bajos de D y A y el valor de la variable A/D más cercano a 1, lo que indicaría tamaño pequeño y forma esférica para sus frutos. Por otra parte, los híbridos intravarietales tuvieron los mayores valores de D y A y los

menores valores de A/D, lo que correspondería al mayor tamaño y la forma típica de los frutos tipo platense. Los dos híbridos de *L. esculentum var. esculentum* con la línea LA1385 presentaron valores intermedios.

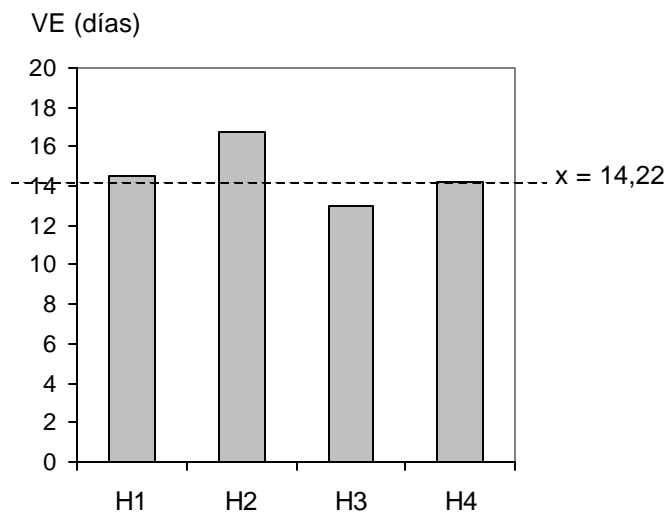
Con respecto a VE se encontraron diferencias altamente significativas entre los híbridos. El mayor valor le correspondió a la F_1 (Nor x LA722) y los menores a los híbridos F_1 (Rin x LA1385) y F_1 (Rin x Caimanta) (Tabla 1). El híbrido entre los mutantes de larga vida F_1 (Rin x Nor) fue superado en su VE por la F_1 (Nor x LA722) y no discrepó de las restantes F_1 . En la Figura 1 se muestran los valores medios de VE de los dos híbridos en donde el progenitor Nor se combina con las accesiones silvestres (efecto Nor) y la media de los dos híbridos en que el otro mutante, Rin, se combina con los silvestres (efecto Rin). La comparación de estos promedios con la media general de todos los híbridos (14,22 días) y también con la VE de la F_1 (Rin x Nor) y la F_1 (LA1385 x LA722) permitió verificar que cuando el gen mutante *nor* se combina con los genes del germoplasma silvestre se obtienen frutos con mayor VE, superando significativamente la media general de todos los híbridos ($p < 0,05$). La VE media del híbrido de las accesiones silvestres se ubicó en posición intermedia y no discrepó de la media general de todos los híbridos. Incluso, no discrepó del híbrido entre los dos genotipos mutantes, F_1 (Rin x Nor). Pratta *et al.* (1996) postularon, basados en sus experiencias con germoplasma silvestre, que también en estos acervos genéticos habría genes que prolongan la maduración de los frutos (que no serían alelos de *rin* ni de *nor*) y que potenciarían los efectos en combinación con estos mutantes, prolongando aún más la vida en estantería de los frutos. Sin embargo, en el presente experimento se encontró que

los efectos del mutante *rin* en combinación con los genotipos del taxón cultivado (normal y mutante), o aún de los taxones silvestres, fueron en general menores a los que produce el gen *nor* (Tabla 1 y Figura 1). Otras experiencias, realizadas por Grierson y Schuch (1993) demostraron que el efecto del mutante *nor* es mayor que el de *rin* sobre el aumento de VE.

El análisis realizado permite concluir que en que todos los genotipos híbridos con al menos un progenitor silvestre (*L. esculentum* var. *cerasiforme* y *L. pimpinellifolium*) tuvieron un desarrollo vegetativo adecuado a las necesidades de los sistemas de producción. En cuanto a su rendimiento potencial, dado por el nú-

mero de flores por racimo, los híbridos con al menos un progenitor silvestre difirieron significativamente en la mayoría de los casos de los híbridos intravarietales. Si bien se observó una reducción notable en el peso y el tamaño de fruto de aquellos híbridos con al menos un progenitor silvestre, hubo una tendencia hacia la forma esférica que, según Tigchelaar (1986), estaría asociada a mayor contenido en sólidos solubles. Además, una vida en estantería más prolongada que la de los genotipos normales del tomate cultivado haría que la incorporación del germoplasma silvestre sea una alternativa interesante para el mejoramiento de la calidad comercial del tomate.

Figura 1. Comparación para el carácter Vida en estantería (VE) de los valores promedios de los híbridos con genes mutantes y silvestres



H1: F₁ (Rin x Nor)

H2: efecto Nor (promedio de los híbridos del progenitor Nor combinado con los taxones silvestres)

H3: efecto Rin (promedio de los híbridos del progenitor Rin combinado con los taxones silvestres)

H4: F₁ (LA1385 x LA722)

x: promedio de la vida en estantería de todos los híbridos analizados

Tabla 1. Caracteres morfovegetativos y de calidad comercial de los híbridos analizados.

** $p < 0,01$; * $p < 0,05$. Letras distintas indican diferencias significativas al 5 % por el test de Duncan o por el test no paramétrico de Kruskal-Wallis

Híbridos: (R x C): F_1 , (Rin x Calimanta), (R x N): F_1 (Nor x LA1385), (N x Ce): F_1 (Rin x LA1385), (C x P): F_1 (Calimanta x LA722), (N x P): F_1 (Nor x LA722), (R x P): F_1 (Rin x LA722), (Ce x P): F_1 (LA1385 x LA722)

Caracteros: **LE**: longitud de entrenudos (en cm) entre el tercer y cuarto nudo; **PM, PB y PA**: perímetros del tallo (en cm) en la parte basal, media y apical, respectivamente; **FR**: número de flores por racimo, promediando los valores de los primer, segundo y tercer racimos; **P**: peso (en g); **D**: diámetro (en cm); **A**: altura (en cm); **A/D**: forma (cociente altura sobre diámetro); **VE**: vida en estantería, evaluada como el número de días transcurridos desde la cosecha hasta el inicio del ablandamiento del fruto, permaneciendo éstos almacenados en cuarto climatizado a una temperatura de $25 \pm 3^\circ \text{C}$ y humedad constante.

Bibliografía

GRIERSON, D. y SCHUCH, W. 1993. Control of ripening. Phil. Transr. Soc. London. B. 342: 241-250.

LINDHOUT, P.; PET, G.; JANSEN, R. y JANSEN, H. 1991. Genetic differences in growth within and between *Lycopersicon* species. Euphytica 57: 259-265.

NUEZ, F. 1991. La mejora genética de hortalizas. En: La horticultura española en la comunidad europea (L. Rallo y F. Nuez eds). Sociedad española de ciencias hortícolas. P. 483-505.

PRATTA, G.; ZORZOLI, R. y PICARDI, L. A. 1996. Evaluación de caracteres de interés agronómico en especies del género *Lycopersicon*. Horticultura Argentina 15: 25-32.

RICK, C. M. 1973. Potential genetic resources in tomato species: clues from observations in native habitats. En: Genes, Enzymes and Populations (A. Srb ed.). Plenum, New York. P. 255-269.

RICK, C. M. 1976. Tomato. En: Evolution of crop plants (N.W. Simmonds ed.). Logman, London and New York. P. 262-273.

SOKAL, R. R. y ROHLF, F. S. 1967. Biometry. Freeman Ed. San Francisco.

SHAPIRO, S. S. y WILK, M. B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika 52: 591-611.

SNEDECOR, G. 1964. Métodos estadísticos 5ª edición. Compañía Editorial México. México DF

STEVENS, M. A. 1986. Inheritance of tomato fruit quality components. Plant Breeding Review 4: 273-311.

TAYLOR, I. B. 1986. Biosystematics of the tomato. En: The tomato Crop. A scientific basis for improvement (J.G. Atherton, J.G. y J. Rudich, eds.). Chapman and Hall, London and New York. P. 1-34.

TIGCHELAAR, E. C. 1986. Tomato Breeding. En: Breeding Vegetable Crops (M.J. Basset ed.). AVI Publishing Company. Inc., Westport, CT. P. 135-170.

VALLEJO CABRERA, F. A.; PAVA, J. H.; VARGAS, J. A. y ARAUJO A. 1994. Caracterización morfo-agronómica de especies y variedades botánicas del género *Lycopersicon*. Acta Agronómica 44 (1/4): 37-50.

WELLER, J. I.; SOLLER, M. y BRODY, T. 1988. Linkage analysis of quantitative traits in an interspecific cross of tomato (*Lycopersicon esculentum* x *L. pimpinellifolium*) by means of genetics markers. Genetics 118: 329-339.

ZORZOLI, R.; PRATTA, G. y PICARDI, L. A. 1998. Efecto de los mutantes *nory riny* y de los genes de origen silvestre sobre la calidad poscosecha de los frutos de tomate. Mendeliana 13: 12-19.