

HIBRIDOS DE TOMATE RESISTENTE A NEMATODOS

Por: A. Palacios Alvarez
E. Villanueva

RESUMEN

El Estado de Morelos ocupa un lugar importante en la producción de jitomate en el país, pero también se encuentra infestado su suelo con nemátodos noduladores de la raíz, (*Meloidogyne incognita*), causando bajas en el rendimiento de 50-70% en lotes infestados. Del material probado a resistencia de nemátodos la variedad "Piernita" ha resultado resistente a estos nemátodos, pero su rendimiento es inferior a las variedades comerciales bajo condiciones de suelo no infestado; el carácter resistencia es monogénico y dominante. El trabajo consistió en formar híbridos cruzando las variedades Manapal, Homestead Elite, Homestead 61, Floradel, Culiacán e Indian River, con Piernita. Los híbridos resultantes se sembraron en un lote de observación con 5 repeticiones, colocando en surcos contiguos al híbrido y a su progenitor femenino para comparación. El resultado fue precocidad de 3-8 días al inicio de la producción, mayor vigor de la planta y aumento en el tamaño del fruto bajo condiciones de no infestación de nemátodos. Conclusión: Este trabajo muestra posibilidad de obtener un híbrido F_1 para producción comercial con resistencia a nemátodos.

SUMMARY

The state of Morelos is important in the production of tomato in Mexico, but its soil is infested with root nodular nematodes (*Meloidogyne incognita*), causing reductions in the yield from 50 to 70 per cent in infested areas. Of the material tested for resistance to nematodes the "Piernita" variety has been found to be resistant, but its yield is less than that of the commercial varieties under conditions of non-infested soil; the resistant character is monogenic and dominant. The project consisted in developing hybrids, crossing the Manapal, Homestead Elite, Homestead 61, Floradel, Culiacán 1 and Indian River varieties with the Piernita variety. The resulting hybrids were planted in an observation plot with five replications, placing in adjacent rows the hybrid and its female parent for comparison. Results showed hybrids to be earlier from three to eight days at the beginning of production, greater vigor in the plant and an increase in the size of the fruit, under conditions of non-infestation. This work demonstrates the possibility of obtaining an F_1 hybrid for commercial production with resistance to nematodes.

INTRODUCCION

El estado de Morelos es una de las regiones productoras de tomate para el consumo nacional con dos épocas bien definidas de producción: una de temporal con siembras en el mes de junio y cosecha de octubre-diciembre, y la otra de riego con siembras de octubre-diciembre y cosecha enero-abril. La superficie es aproximadamente de 3500 hectáreas en cada época.

Durante el año de 1966 Palacios (1970) realizó una exploración nematológica en el estado de Morelos en la que encontró que el nemátodo nodulador de la raíz *Meloidogyne* spp. se encuentra ampliamente distribuido en el Estado, y en una prueba de control Químico encontró que la reducción en el rendimiento es de un 42% aproximadamente.

Como el problema de los nemátodos existe en Morelos se pensó en obtener una variedad que tuviera resistencia a éstos; para lo cual en 1969 se hizo un ensayo de rendimiento con seis variedades de las cuales una era resistente. Los resultados indicaron que el rendimiento y calidad de la variedad resistente fue menor que en las demás variedades comerciales.

Con estos antecedentes se proyectó emplear la variedad resistente como fuente de resistencia en la formación de híbridos que además de poseer la resistencia fueran también rendidores y de buena calidad.

La importancia de este trabajo se manifiesta por la superficie cultivada en el estado de Morelos, así como en otras regiones del país, en donde los nemátodos se han ido incrementando causando así una disminución en el rendimiento.

REVISION DE LITERATURA

Meyer y Peacock (1941) indican que ciertos híbridos de algunas variedades comunes de tomate han resultado superiores a sus progenitores dando rendi-

mientos altos tanto de fruto precoz como total. En este trabajo ellos hacen notar que la F_4 puede ser de gran valor y plantean la posibilidad del empleo de estos híbridos para cultivo intensivo.

Allan (1954) al estudiar la heterosis para precocidad en el tomate determinó que su principal causa es la dominancia.

Haskell y Brown (1955) estudiaron muchos híbridos de los cuales algunos fueron entre *Lycopersicon esculentum* y *L. pimpinellifolium*, así como entre variedades comerciales. Sus resultados mostraron mayor heterosis en precocidad en cruza interespecíficas pero el tamaño del fruto resultó los tamaños mínimos comerciales. De los híbridos de variedades comerciales algunos resultaron altamente rendidores. También hacen notar que otra de las ventajas de los híbridos es que logran precocidad y que son más estables en sus rendimientos que las variedades comunes bajo condiciones variables del medio ambiente.

Andeweg y Ryten (1957), después de 7 años de trabajo con híbridos, seleccionaron once, los cuales tenían frutos con características comerciales. Estos once híbridos comparados con variedades comerciales mostraron ventaja en vigor vegetativo, alta capacidad de rendimiento y precocidad en la cosecha. Estos mismos investigadores indican que para obtener híbridos precoces sobresalientes es necesario elegir los mejores progenitores en precocidad, rendimiento y buena aptitud combinatoria.

Quiñones (1957) indica que en la formación de híbridos para cultivo industrial la diversidad genética de los progenitores es de gran importancia; aclarando que diversidad genética significa que los progenitores no estén relacionados, es decir, que sean portadores de genes que provengan de fuentes diferentes.

En cuanto al efecto de las cruza directas y recíprocas Meyer (1941) no encontró diferencia significativa; igual informa Haskell y Brown (1955), por lo que en el híbrido en teoría, no debe importar cuál sea el sentido de la cruz; en este caso debe elegirse como progenitor femenino el que produzca más semilla.

La fuente original para resistencia a nemátodos la encontró Romshe (1942) en *Lycopersicon peruvianum*. Posteriormente se han realizado distintos trabajos para incorporar la resistencia a las variedades comerciales, así como para determinar el mecanismo de la herencia que controla la resistencia a los nemátodos *Meloidogyne incognita*. Uno de los primeros trabajos sobre la herencia de la resistencia fue el de Mac Farlane (1942), del cual concluyó que la herencia era determinada por un número reducido de genes. Posteriormente Watts (1947) informó que la herencia está determinada por dos pares de genes y finalmente Gilbert y Mc Guire (1956) defi-

nieron que la herencia de la resistencia está controlada por un solo par de genes y la resistencia es dominante. El locus está localizado en el grupo de ligamiento IV y sugiere para este gene el símbolo Mi.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo tiene dos partes: una, la formación de híbridos la cual se llevó a cabo en condiciones de invernadero en Chapingo, Méx., y la otra, la evaluación de los mismos que se realizó en el Campo Agrícola Experimental de Zacatepec, Mor.

Los híbridos se formaron tomando como progenitor femenino a las variedades Manapal, Homestead Elite, Homestead 61, Floradel, Culiacán le Indian River, todas susceptibles a los nemátodos. Como progenitor masculino se vió la variedad Piernita con resistencia a nemátodos.

Se preparó un almácigo con cada variedad y de él se tomaron únicamente 6 plantas las cuales se plantaron individualmente en maceta e identificaron con una letra que correspondía a la variedad y un número que correspondía a cada planta; así a la variedad Manapal, por ejemplo, se le asignó la letra A teniendo plantas A1, A2, A6; de igual manera se procedió con las variedades restantes. De la variedad que se vió como fuente de resistencia se plantaron 40 plantas en macetas para tener polen suficiente para hacer los cruzamientos en un momento dado. Estas plantas no se identificaron individualmente.

En cuanto se presentó el momento oportuno se hizo el cruzamiento con la primera flor que se presentó en cada planta, y se siguieron realizando más cruza en cuanto las flores se presentaban oportunas para ello.

Casi en todos los casos se trabajó con la semilla del primer fruto de cada planta. Al cosechar la semilla producto de la cruz se identificó de la misma manera que las plantas, es decir, con la misma clave, teniendo especial cuidado de que no se mezclara semilla de una planta con otra. En los casos de que la semilla del primer fruto fue muy poca se le juntó la semilla del segundo fruto pero precisamente de la misma planta. Cuando se tuvo la semilla de todas las plantas se procedió a sembrarlas en vasos de plástico de 1/4 de litro, para después trasplantarlas al lugar definitivo para la evaluación de campo. Este trabajo también se hizo en invernadero y se tuvo cuidado de identificar todas las plántulas provenientes de una misma planta madre; al mismo tiempo se sembraron en igual forma las variedades comerciales que sirvieron como progenitores femeninos.

Las plántulas obtenidas en la forma descrita

anteriormente, una vez que alcanzaron un desarrollo de las 2 a 3 hojas verdaderas, se trasladaron para trasplantarse y evaluarse en el Campo Agrícola Experimental de Zacatepec, Mor.

La distribución de los híbridos para su evaluación en el Campo se hizo en bloques al azar con 6 repeticiones, integrado el Bloque I con los híbridos provenientes de la planta número uno de cada variedad, el Bloque II con los híbridos provenientes de la planta número 2 de cada variedad; y así sucesivamente hasta el Bloque VI.

A un lado de cada híbrido se colocó la variedad progenitora femenina.

La parcela estuvo formada por un solo surco de 6 m de longitud la cual contenía 20 plantas separadas 30 cm unas de otras.

El trasplante se realizó en la temporada de lluvias, por lo cual el riego fue necesario hacia el final del ciclo cuando se retiraron las lluvias y escaseó la humedad; se dieron riegos cuando fue necesario.

La fertilización se hizo con la fórmula 150-90-60, aplicando al momento del trasplante 30-90-60 y posteriormente dos aplicaciones más de 60-00-00 cada una.

Durante el desarrollo de estas plantas se hicieron varias aplicaciones de fungicida para control de tizón temprano causado por *Alternaria solani* y tizón tardío (*Phytophthora infestans*), así como el combate de plagas más comunes en esta región y en esta temporada.

La cosecha se realizó dos veces por semana, en cada cosecha el fruto se clasificó en Rezaga, Exportación y Nacional.

El grupo de exportación a su vez se clasificó en los tamaños estándar empleados para la exportación conocidos comúnmente como tamaño 7 x 7, 7 x 6, 6 x 6, 6 x 5, 5 x 5, 5 x 4, y 4 x 4. Lo mismo se hizo para el grupo de calidad Nacional.

Al final de la cosecha se totalizó y se obtuvo el rendimiento en cajas por hectárea, que son los valores con los que se hizo el análisis estadístico.

RESULTADOS

La cosecha se inició el 7 de octubre de 1970 y se terminó el 18 de enero de 1971. Una vez concluida la cosecha se procedió a concentrar los resultados, y la información que se presenta a continuación es el

total de los frutos de calidad Exportación y Nacional transformado en cajas por hectárea.

DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo al análisis de varianza se puede observar que la comparación de variedades Vs híbridos es altamente significativa y como únicamente se están comparando dos medias, los híbridos son superiores a las variedades.

Este resultado está de acuerdo con el encontrado por otros investigadores como Meyer y Peacock (1941), Haskell y Brown (1955) y Andeweg y Ruyten (1957), quienes también encontraron que los híbridos tenían un rendimiento mayor a las variedades comunes.

Al realizar la Prueba de Duncan se ve claramente que no existe diferencia significativa entre los cinco primeros híbridos y que son superiores al sexto y al resto de las variedades comunes.

En este caso se ve que de los seis híbridos solamente cinco son mejores y el híbrido Floradel x Piernita resultó con rendimiento menor que los demás, este resultado tampoco es extraño ya que los investigadores citados anteriormente también mencionan las cualidades de ciertos híbridos.

El hecho de que el híbrido Floradel x Piernita tenga producción menor podría explicarse en función de su baja aptitud combinatoria y que los demás híbridos tienen buena aptitud combinatoria.

Si consideramos que se probaron seis híbridos de los cuales cinco fueron sobresalientes, el porcentaje es bastante bueno lo cual confirma los resultados de Quiñones (1957) quien hace notar la importancia que tiene en la formación de híbridos la diversidad genética. En nuestro caso las variedades progenitor femenino son variedades comerciales de origen americano, en cambio la variedad progenitor masculino, Piernita, es de origen francés por lo que es evidente la diversidad genética.

En este trabajo se empleó como progenitor femenino a una variedad comercial para conservar la mayor parte de las características en cuanto a fruto comercial, y por otro lado no se hicieron las cruza recíprocas para reducir el material por manejar; sin embargo, el resultado de los híbridos hubiera sido el mismo según los trabajos de Meyer (1941) y Haskell (1955) quienes no encontraron diferencia significativa entre la crusa directa y la recíproca.

En cuanto al carácter resistencia se tienen en proceso unas pruebas con inoculación especialmente para este fin; sin embargo, en el lote de evaluación de rendimiento de estos híbridos y de las variedades

progenitoras se efectuó una observación de todas las raíces, encontrándose en forma notable y en algunos casos diferencias espectaculares en las raíces ya que la de las variedades estaban atacadas por nemátodos con mayor o menor intensidad, y las de los híbridos resultaron completamente libres de daño o excepcionalmente se encontró una que otra planta dañada.

Este hecho nos demuestra que el carácter resistencia es dominante y que se trasmite fácilmente al híbrido F₁ obteniendo así plantas resistentes al daño de nemátodos. El hecho de que entre los híbridos aparecieran un número reducido de plantas atacadas y éste en menor intensidad se puede explicar, como menciona Gilbert y Mc Guirre (1956), en la concentración de larvas de nemátodos en las raíces, ya que en su trabajo también se presentó una situación similar, pero al hacer un estudio de progeñie las plantas que tenían daño

en grados muy bajos realmente eran plantas resistentes.

CONCLUSIONES

Este trabajo muestra la posibilidad de obtener híbridos comerciales de tomate con buen rendimiento y con resistencia a nemátodos.

El material empleado como progenitor masculino fuente de resistencia es de gran utilidad para futuros trabajos en formación de híbridos o para incorporar la resistencia a nemátodos a variedades comunes.

De los híbridos obtenidos es conveniente probar los 5 que resultaron superiores en otras regiones productoras de tomate para continuar su evaluación.

Rendimiento en cajas por hectárea de híbrido o variedad de Jitomate. Campo Agrícola Experimental Zacatepec, Mor.

| VARIEDAD O HIBRIDO | R E P E T I C I O N E S | | | | | | Total | Promedio |
|----------------------------|-------------------------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|----------|
| | I | II | III | IV | V | VI | | |
| Manapal | 8,390 | 5,684 | 7,178 | 6,788 | 7,341 | 8,450 | 43,831 | 7,305 |
| Manapal x Piernita | 10,613 | 7,527 | 10,918 | 8,172 | 11,777 | 10,145 | 59,152 | 9,858 |
| Homestead Elite | 7,923 | 6,992 | 7,931 | 6,604 | 7,187 | 6,701 | 43,338 | 7,223 |
| Homestead Elite x Piernita | 9,707 | 10,855 | 9,329 | 8,601 | 9,314 | 8,880 | 56,686 | 9,447 |
| Homestead 61 | 6,040 | 8,817 | 7,610 | 5,531 | 8,884 | 10,216 | 47,098 | 7,849 |
| Homestead 61 x Piernita | 10,733 | 6,906 | 11,836 | 6,118 | 6,074 | 10,596 | 52,263 | 8,710 |
| Floradel | 6,808 | 8,092 | 7,506 | 6,146 | 6,554 | 5,982 | 41,088 | 6,848 |
| Floradel x Piernita | 8,637 | 6,744 | 7,932 | 7,122 | 10,026 | 5,823 | 46,284 | 7,715 |
| Culiacán 1 | 7,231 | 8,464 | 7,811 | 6,018 | 9,514 | 8,231 | 47,269 | 7,878 |
| Culiacán x Piernita | 8,517 | 8,575 | 10,027 | 6,275 | 9,037 | 12,150 | 54,581 | 9,096 |
| Indian River | 6,852 | 8,626 | 7,821 | 6,727 | 7,471 | 6,476 | 43,973 | 7,328 |
| Indian River x Piernita | 11,638 | 10,476 | 15,648 | 7,093 | 9,410 | 7,502 | 61,767 | 10,294 |
| | 103,089 | 97,758 | 111,547 | 81,195 | 102,589 | 101,152 | 597,330 | 8,296 |

En este caso se hizo la comparación Variedades. Vs. híbridos en forma global, así como para cada una de las variedades e híbridos.

A continuación se presentan el análisis de varianza y la prueba de Duncan.

ANALISIS DE VARIANZA

| Fuente de Variación | G.L. | S. C. | C. M. | F | F 0.05 | F 0.01 |
|-----------------------|------|-----------|----------|--------|--------|--------|
| Bloques | 5 | 4 236.43 | 847.28 | 2.92 | 2.60 | 3.85 |
| Parcela Grande | 5 | 12 154.58 | 2 430.91 | 8.39 | 2.60 | 3.85 |
| Error A | 25 | 7 236.43 | 289.45 | | | |
| Tipo (Var o híbrido) | 1 | 5 713.00 | 5 713.00 | 31.79* | 4.17 | 7.56 |
| Tipo x parcela Grande | 5 | 8 671.80 | 1 734.36 | 9.71 | 2,53 | 3.70 |
| Error B | 30 | 5 387.09 | 178.56 | | | |
| Total | 71 | 31 926.32 | | | | |

Nota: Parcela Grande, está formada por la variedad y el híbrido correspondiente.

C. V. = 16%

El Cuadro siguiente muestra el número de plantas atacadas por nemátodos en condiciones naturales en la prueba de híbridos y variedades.

| VARIEDAD O HIBRIDO | B L O Q U E S | | | | | | |
|----------------------------|---------------|----|-----|----|---|----|----|
| | I | II | III | IV | V | VI | |
| Manapal | 16 | 14 | 14 | 10 | 0 | 12 | 66 |
| Manapal x Piernita | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Homestead Elite | 15 | 17 | 20 | 5 | 0 | 10 | 67 |
| Homestead Elite x Piernita | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 3 | 8 |
| Homestead 61 | 19 | 18 | 10 | 2 | 0 | 0 | 49 |
| Homestead 51 x Piernita | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Floradel | 14 | 17 | 2 | 8 | 0 | 12 | 53 |
| Floradel x Piernita | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Culiacán 1 | 18 | 12 | 13 | 2 | 0 | 0 | 45 |
| Culiacán 1 x Piernita | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Indian River | 11 | 9 | 8 | 0 | 0 | 19 | 47 |
| Indian River x Piernita | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

| Variedad o híbrido | PRUEBA DE DUNCAN | | | |
|----------------------------|------------------|-------------|----------|-------------|
| | Promedio | R. M. S. 5% | Promedio | R. M. S. 1% |
| Indian River x Piernita | 102.94 | — — — | 102.74 | — — — |
| Manapal x Piernita | 98.58 | 15.75 | 98.58 | 21.20 |
| Homestead Elite x Piernita | 94.47 | 16.56 | 94.47 | 22.12 |
| Culiacán 1 x Piernita | 90.96 | 17.00 | 90.96 | 22.67 |
| Homestead 61 x Piernita | 87.10 | 17.44 | 87.10 | 22.99 |
| Culiacán 1 | 78.78 | 17.71 | 78.78 | 23.54 |
| Homestead 61 | 78.49 | 17.93 | 78.49 | 23.76 |
| Floradel x Piernita | 77.15 | 18.09 | 77.15 | 24.03 |
| Indian River | 73.28 | 18.25 | 73.28 | 24.25 |
| Manapal | 73.05 | 18.36 | 73.05 | 24.41 |
| Homestead Elite | 72.23 | — — — | 72.23 | — — — |
| Floradel | 68.48 | 18.53 | 68.48 | 24.74 |

R. M. S. \approx Rango mínimo significativo.

El promedio está dado en centenas de cajas por hectárea, así, para el híbrido Indian River x Piernita 102.94 es igual a 10,294 cajas por hectáreas.

BIBLIOGRAFIA

1. ALLAN, B. B. 1954. *Genetics of Heterosis for Earliness in the Tomato*. Genetics 39: 488-505.
2. ANDEWEG, J.M. AND RUYTEN, J.H. 1957. *Seven Years Experience with hybrid Tomatoes*. Mededeling 106 Wageningen Holand.
3. GILBERT, J.C. AND Mc GUIRRE, D.C. 1956. *Inheritance of Resistance to Severe Root Knot from Meloidogyne incognita in Comercial Type Tomatoes*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci 68: 437-442.
4. HASKELL, G. AND BROWN, A.G. 1955. *Hybrid vigor in Cultivated Tomatoes*. Euphytica 4: 147-162.
5. Mc FARLANE, J.S., HARTZLER, E. AND FRAZIER W.A. 1946. *Breeding Tomatoes for Nematode Resistance and for high Vitamin C content* in Hawaii 47: 262-270.
6. MEYER, A. AND PEACOCK, N.D. 1941. *Heterosis in the Tomato as Determined by Yield*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci 38: 576-579.
8. QUIÑONES, F.A. 1957. *Heterosis in tomaoes as affected by Diverse Origen of Parents*. Proc. Amer. Soc. Hort Sc. 70: 366-372.
9. ROMSHE, F.A. 1942. *Nematode Resistance test of Tomatoes*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci 40: 423.
10. WATTS, V.M. 1950. *The Use of Lycopersicon Peruvianum as a Sourse of Nematode Resistance in Tomatoes*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci 49: 233.
7. PALACIOS, A. S. 1970. *Distribución, Identificación y control Químico del Nemátodo Nodulador de Raíces (Meloidogyne spp) causante de la "Licomilla" del Jitomate en el Estado de Morelos*. TESIS, Chapingo, Méx.