

EL MAÍZ COMO CULTIVO PROTECTOR DEL TOMATE EN CONDICIONES DE ESTRES AMBIENTAL

María de los A. Pino, María E. Domini, Elein Terry, M. Bertolí y R. Espinosa

ABSTRACT. This research work was aimed at finding new agrotechnical methods for enhancing fresh tomato production at the nonoptimal season. It consisted of different combinations of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill) and corn (*Zea mays* L.) grown within August-November, 1991 and January-April, 1992. Results showed that either inner or outer fruit quality was improved by the influence of intercropping. A lesser occurrence of pests and diseases was recorded in protected tomatoes compared to nonprotected check. It was proved that every three tomato rows and one of corn, 24 and 21.2 tons of fresh tomatoes per hectare are harvested, apart from 4.47 tons of corn cobs and 53.80 kg fodder (corn stalks) per hectare.

Key words: tomato, *Lycopersicon esculentum*, corn, *Zea mays*, companion crops, environmental stress

RESUMEN. Con el objetivo de encontrar nuevos métodos fitotécnicos que permitan mejorar la producción de tomate fresco en el período no óptimo, se desarrolló en áreas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas el presente trabajo. El mismo consistió en diferentes combinaciones de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y maíz (*Zea mays* L.) desarrolladas en los períodos de agosto-noviembre de 1991 y enero-abril de 1992. Los resultados mostraron que la calidad interna y externa de los frutos de tomate se vio favorecida por la influencia del cultivo asociado; se observó menor incidencia de plagas y enfermedades en el tomate protegido que en el testigo sin protección. Se demostró que cada tres hileras de tomate y una de maíz pueden alcanzarse 24 y 21.2 toneladas de tomate fresco por hectárea, además de 4.47 toneladas de maíz tierno y 53.80 kilogramos de forraje (maloja) por hectárea.

Palabras clave: tomate, *Lycopersicon esculentum*, maíz, *Zea mays*, cultivos asociados, estrés ambiental

INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), considerado en Cuba un fruto de "estación", enmarca su siembra desde finales de agosto hasta el mes de abril. Dentro de este intervalo de tiempo, se considera el período óptimo para el establecimiento de las plantaciones el comprendido desde el 21 de octubre hasta el 20 de diciembre (Casanova, 1991).

Hasta el momento, los intentos por alargar el período de plantación hasta el llamado "primavera-verano" no han sido satisfactorios, decidiéndose por el Ministerio de la Agricultura limitar el cultivo del tomate al ya citado "período óptimo".

No obstante, es necesario continuar las investigaciones con variedades que se adapten a las condiciones fitoclimáticas existentes en el período no óptimo y a la utilización de una tecnología adecuada para producir esta hortaliza durante un período más largo y poder suplir, entre otros, los requerimientos del turismo nacional e internacional.

María de los A. Pino, Investigador Agregado, María E. Domini, Investigador Auxiliar, Elein Terry, Investigador, Dr. M. Bertolí y Dr. R. Espinosa, Investigadores Titulares, del departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal No. 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

Con el objetivo de lograr el establecimiento y la producción de tomate en condiciones de estrés ambiental, se desarrolló el presente trabajo, en el que se analiza la asociación del tomate con el maíz (*Zea mays* L.) utilizado como cultivo protector.

MATERIALES Y METODOS

Se llevó a cabo un experimento en áreas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado, en dos épocas de siembra del cultivo del tomate: agosto-noviembre de 1991 (período temprano) y marzo-junio de 1992 (primavera); la variedad empleada fue INCA-17 protegida con el cultivo del maíz (*Zea mays* L.), variedad Francisco.

La distancia de plantación empleada para el cultivo del tomate fue 0.90 x 0.30 m; el resto de las atenciones culturales se realizaron teniendo en cuenta el Instructivo Técnico del Cultivo (Cuba. MINAGRI, 1984). El cultivo asociado como protector en el período temprano fue sembrado al momento del trasplante del tomate y en primavera 15 días antes de efectuarse el mismo, con una distancia de 0.90 x 0.30 m, según el Instructivo Técnico del Cultivo (Cuba. MINAGRI, 1992).

El diseño empleado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones, así como cinco y seis tratamientos respectivamente para ambas campañas, las cuales se describen a continuación:

- T₁ - hileras alternas de tomate y maíz
 T₂ - dos hileras de tomate y una hilera de maíz a ambos lados
 T₃ - tres hileras de tomate y una hilera de maíz a ambos lados
 T₄ - combinación de plantas de tomate con maíz en cada hilera (2,1 y 1,2)
 T₅ - plantas alternas de tomate y maíz en cada hilera (solo en la campaña marzo-junio de 1992)
 Test. - Testigo de tomate solo.

La superficie del cálculo varió en función del tratamiento (Tabla I).

Tabla I. Superficie de cálculo de la parcela

| | Tomate | Maíz | Porcentaje de la superficie referida a hectárea ocupada por | |
|----------------|----------------------|----------------------|---|------|
| | | | Tomate | Maíz |
| T ₁ | 12.26 m ² | 12.26 m ² | 49.5 | 50.5 |
| T ₂ | 12.26 m ² | 12.26 m ² | 68.6 | 33.4 |
| T ₃ | 18.90 m ² | 12.26 m ² | 73.8 | 25.2 |
| T ₄ | 12.26 m ² | 12.26 m ² | 60.0 | 40.0 |
| T ₅ | 12.26 m ² | 12.26 m ² | 49.8 | 50.2 |
| T ₆ | 25.20 m ² | - | 100 | - |

Las evaluaciones realizadas al tomate fueron:

- masa promedio de los frutos (g)
- número de frutos/planta
- rendimiento en tonelada/hectárea
- brix, acidez y materia seca (%)
- radiación global Q(W/m²).

En el maíz se evaluaron:

- rendimiento en tonelada por hectárea
- masa verde para forraje (kg).

Los datos fueron procesados mediante un análisis de varianza de clasificación doble y se aplicó la dócima de rangos múltiples de Duncan al existir diferencias entre tratamientos.

Se realizó el análisis del valor de la producción en pesos.ha⁻¹ para los diferentes sistemas y el unicultivo:
 valor de la producción = rendimiento x precio
 (pesos.ha⁻¹) (t.ha⁻¹) (pesos.t⁻¹)

Se presentan los datos climáticos de las épocas de agosto-noviembre de 1991 y marzo-junio de 1992 (Tabla II).

Tabla II. Datos climáticos

| Meses | | Temperaturas (°C) | | | Precipitaciones (mm) |
|------------|----|-------------------|--------|--------|----------------------|
| | | Media | Maxima | Mínima | |
| Agosto | 91 | 25.9 | 32.0 | 21.7 | 265.8 |
| Septiembre | 91 | 25.4 | 31.0 | 21.5 | 329.0 |
| Octubre | 91 | 24.6 | 29.2 | 21.3 | 98.2 |
| Noviembre | 91 | 22.2 | 26.8 | 18.5 | 81.8 |
| Diciembre | 91 | 21.4 | 26.5 | 17.5 | 15.3 |
| Marzo | 92 | 21.7 | 27.9 | 16.5 | 21.5 |
| Abril | 92 | 22.6 | 28.2 | 18.3 | 332.7 |
| Mayo | 92 | 23.2 | 29.2 | 18.1 | 9.5 |
| Junio | 92 | 25.9 | 31.0 | 22.4 | 578.7 |

Según Estación Meteorológica de Tapaste

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla III se presentan los resultados del número de frutos por planta, la masa promedio de los frutos y el rendimiento equivalente en toneladas por hectárea para la campaña agosto-noviembre. Se observa que el tratamiento compuesto por tres hileras de tomate y una hilera de maíz a ambos lados (T₃), presentó los mejores valores para el número de frutos por planta, aunque sin diferencias significativas con el resto y la mayor masa promedio del fruto (76 g) significativamente superior del resto.

Tabla III. Número de frutos por planta, masa promedio de los frutos y rendimiento equivalente en t.ha⁻¹ para la campaña agosto-noviembre 1991 (período temprano)

| Tratamiento | Número frutos por planta | Masa promedio del fruto (g) | Rendimiento equivalente (t.ha ⁻¹) |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|---|
| T ₁ | 12 | 65.75 b | 16.30 |
| T ₂ | 12 | 65.00 b | 20.91 |
| T ₃ | 14 | 76.00 a | 24.88 |
| T ₄ | 13 | 66.75 b | 19.48 |
| T ₅ (Test) | 11 | 64.00 b | 17.30 |
| ES \bar{x} | 0.71 NS | 1.60** | 2.21 NS |

El rendimiento en tonelada por hectárea no difirió significativamente del resto de los tratamientos. Debe destacarse que el testigo que tenía el 100 % de la superficie ocupada por tomate, no logró rebasar las 17.30 t.ha⁻¹, mientras que el tratamiento T₃ con solo 73.8 % de la superficie alcanzó 24.88 t.ha⁻¹.

La tabla IV ofrece los datos de la campaña marzo-junio de 1992. En el análisis de la misma se observa que nuevamente en el tratamiento T₃ se presentaron los mayores valores del número de frutos por planta, aunque sin diferencias significativas con el resto de los tratamientos; la masa promedio del fruto presentó su mayor valor en el mismo tratamiento, sin diferencias significativas con los tratamientos T₄ y T₅ conformados por diferentes combinaciones de plantas de tomate y maíz en las mismas hileras, las que a su vez no difirieron del resto.

Tabla IV. Resultados del número de frutos por planta, masa promedio de los frutos (g) y rendimiento equivalente (t.ha⁻¹) para la campaña marzo-junio 1992 (período primavera)

| Tratamientos | Número frutos por planta | Masa promedio del fruto (g) | Rendimiento equivalente (t.ha ⁻¹) |
|----------------|--------------------------|-----------------------------|---|
| T ₁ | 8 | 53.00 b | 15.72 b |
| T ₂ | 10 | 57.25 b | 19.06 ab |
| T ₃ | 11 | 68.25 a | 21.20 a |
| T ₄ | 9 | 61.00 ab | 17.22 ab |
| T ₅ | 9 | 62.50 ab | 15.32 b |
| Test | 9 | 58.00 b | 19.70 a |
| ES \bar{x} | 0.44 NS | 3.21** | 1.70** |

El rendimiento de toneladas por hectárea presentó su mayor valor en el tratamiento T₃ (21.20 toneladas), aunque sin diferencias significativas de los tratamientos protegidos T₂ y T₄ ni del testigo sin protección. Es de destacar que el tratamiento T₃ ocupa el 73.8 % de la superficie, mientras que el T₂ un 66.6 %, el T₄ un 60 % y el testigo el 100 %.

La calidad interna de los frutos (Tabla V) muestra los mayores valores de brix en los tratamientos protegidos con relación al testigo, así como inferiores en la acidez, lo cual aparentemente está influido por el microambiente (creado por la protección del maíz) en el que se desarrollaron las plantas. La materia seca, por su parte, presentó valores superiores al testigo, lo que también pudo estar influido por las condiciones ambientales modificadas por la protección; resultados similares encontró Midmore (1989) trabajando con otra Solanácea (papa), utilizando también el maíz como cultivo protector.

Tabla V. Valores de brix (%), acidez (%) y materia seca (%) de los frutos de tomate en condiciones de estrés ambiental

| Tratamientos | Brix (%) | Acidez (%) | Materia seca (%) |
|--------------|----------|------------|------------------|
| T1 | 4.51 | 0.34 | 4.90 |
| T2 | 4.63 | 0.34 | 5.46 |
| T3 | 4.88 | 0.31 | 5.65 |
| T4 | 4.63 | 0.34 | 5.34 |
| T5 | 3.71 | 0.41 | 4.92 |
| ES x | 4.47 | 0.34 | 5.25 |

Estos resultados demuestran que la utilización del maíz, como planta protectora del tomate en condiciones de estrés por altas temperaturas y radiación solar benefició el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento del tomate, lo que pudiera deberse a la creación de un ecosistema provocado por la proyección de sombra de las plantas de maíz, a consecuencia de su mayor altura y de la orientación norte-sur de las hileras de plantas.

Marrero, María de los A. Pino y Elein Terry (1993), trabajando en la misma localidad, encontraron que tres hileras de tomate entre dos hileras de maíz orientadas norte-sur, reciben en horas de la mañana 22.4 w/m², 59.1 w/m² en la mediodía y 30.4 w/m² en horas de la tarde en comparación con el testigo, el cual tuvo radiaciones superiores de 31 w/m² en la mañana, 59.1 w/m² al mediodía y 49.5 w/m² en la tarde, lo que demuestra que la utilización del maíz atenúa considerablemente la radiación solar en este sistema de asociación.

La disminución de la radiación solar aparentemente provocó valores menores de la temperatura del aire y el suelo, lo cual de conjunto creó condiciones muy próximas a las de la época óptima de desarrollo del cultivo, estimulando una mayor formación de botones y un menor porcentaje de abortos de flores y frutos, aspectos estos que tipificaron las condiciones de estrés ambiental.

Toda esta mejora provocada en la radiación y las temperaturas por el cultivo protector, se expresa claramente en el análisis de los rendimientos discutidos anteriormente.

Los resultados del valor energético en kcal.ha⁻¹ se muestran en la tabla VI para cada sistema, observándose la gran contribución del maíz por sus rendimientos y composición superior.

Tabla VI. Asociación tomate con maíz (t.ha⁻¹) y aporte energético de la asociación en kcal.ha⁻¹

| | Tomate (t.ha ⁻¹) | | Maíz (t.ha ⁻¹) | | Aporte energético (kcal.ha ⁻¹) | |
|----------------|------------------------------|-------------|----------------------------|-------------|--|-------------|
| | agosto-nov. | marzo-junio | agosto-nov. | marzo-junio | agosto-nov. | marzo-junio |
| T ₁ | 16.30 | 15.72 | 5.96 | 6.21 | 61 398 | 63 695 |
| T ₂ | 20.91 | 19.06 | 4.51 | 5.38 | 48 347 | 56 379 |
| T ₃ | 24.88 | 21.20 | 3.19 | 5.91 | 36 416 | 61 991 |
| T ₄ | 19.48 | 17.22 | 2.74 | 4.36 | 30 863 | 46 080 |
| T ₅ | - | 15.32 | - | 6.13 | - | 62 831 |
| Test. | 17.30 | 19.70 | - | - | 3 806 | 4 334 |

Un producto adicional que brinda el maíz es el forraje o maloja (Tabla VII), ya que el fruto de la planta fue cosechado tierno; esta maloja es importantísima si se tiene en cuenta que 1 kg de materia seca de maíz contiene 78 g de proteína digerible para los animales, pero además si el forraje se ensila, 1 kg del mismo contiene de 15 a 18 g de proteína digerible y de 0.20 a 0.25 unidades forrajeras.

Tabla VII. Masa verde para forraje en kg

| Tratamiento | Campañas | |
|----------------|------------------|-------------|
| | Agosto-noviembre | Marzo-junio |
| T ₁ | 56.12 | 58.11 |
| T ₂ | 53.53 | 56.32 |
| T ₃ | 51.80 | 49.61 |
| T ₄ | 59.42 | 68.12 |
| T ₅ | - | 79.56 |

Se observó además una menor incidencia de plagas y enfermedades, lo que es atribuible al efecto beneficioso de las barreras de maíz. Resultados similares han sido informados por Arola, Godínez y Doñan (1991), al utilizar un asocio de tomate-maíz, encontrándose disminución en la incidencia de *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans*.

La tabla VIII presenta los resultados del valor de la producción en pesos por hectárea para ambas campañas.

En la campaña de agosto-noviembre, de manera general para todos los sistemas, se produjo un incremento en el valor de la producción con relación al testigo de tomate solo, siendo el tratamiento T₃ el de mejor comportamiento con 149,99 pesos por hectárea, lo cual representa el 54 % de incremento en el valor de la producción.

Para la campaña de marzo-junio el comportamiento fue diferente, presentándose los mejores resultados para los tratamientos T₂ y T₃, con 38.18 y 77.19 pesos.ha⁻¹ e incrementos de 12.1 y 24.5 %.

Tabla VIII. Valor de la producción en pesos por hectárea

| Campaña agosto-noviembre | | | | | |
|--------------------------|--------|-------|------------|---|---|
| | Tomate | Maiz | Asociación | Incremento del valor producción con relación al testigo | % de eficiencia de la asociación con relación al unicultivo |
| T ₁ | 280.80 | 53.64 | 314.44 | 37.64 | 13.8 |
| T ₂ | 334.58 | 40.59 | 375.15 | 98.35 | 35.5 |
| T ₃ | 398.08 | 28.71 | 426.79 | 149.99 | 54.2 |
| T ₄ | 311.68 | 24.66 | 336.34 | 59.54 | 21.5 |
| Test. | 276.80 | - | - | - | - |
| Campaña marzo-junio | | | | | |
| T ₁ | 251.52 | 55.89 | 307.41 | (7.79) | (2.5) |
| T ₂ | 304.96 | 48.42 | 353.38 | 38.18 | 12.10 |
| T ₃ | 339.20 | 53.19 | 392.39 | 77.19 | 24.50 |
| T ₄ | 275.52 | 39.24 | 314.76 | (0.44) | (0.14) |
| T ₅ | 245.12 | 55.17 | 300.29 | (14.91) | (4.70) |
| Test. | 315.20 | - | - | - | - |

Debe destacarse que mientras en la primera campaña es válido poder utilizar cualquier sistema, desde el punto de vista económico, ya que en mayor o menor medida presentan incrementos en el valor de la producción, no sucede lo mismo en marzo-junio, donde tres de ellos no resultan eficientes en términos económicos.

Esto evidencia la importancia que reviste estudiar los sistemas de cultivos en las diferentes estaciones del año.

BIBLIOGRAFIA

Arola, J. E. Efecto del asocio tomate-maíz para el control de *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans* en el Valle de Zapaititan. / J. E. Arola, R. Godínez, M. Doñan. Resúmenes C Panamá: Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá, 1991.

Casanova, A. El manejo del cultivo del tomate. / A. Casanova. Documento Técnico Informativo, La Habana, 1991.

Cuba. MINAGRI. Instructivo Técnico del cultivo del tomate. - La Habana, 1984.

Cuba. MINAGRI. Instructivo Técnico del cultivo del maíz. - La Habana, 1992.

Marrero, P., María de los A. Pino y Elein Terry. Estudio preliminar del comportamiento de algunas variables fitoclimáticas en el tomate fuera de época, usando como protector el maíz. / P. Marrero, María de los A. Pino, Elein Terry. - En: Forum de Ciencia y Técnica (8 : 1993 : ISCAH), 1993.

Midmore, D. J. Agronomía para la producción de papa en climas cálidos. / D. J. Midmore. - Lima : CIP, 1989. - Guía de investigación; 9.

Recibido: 27 de abril de 1994

Aceptado: 10 de mayo de 1994

