

RESPUESTA DE LAS PLANTAS DE TOMATE A LA MODIFICACIÓN DE ALGUNAS VARIABLES DEL MICROCLIMA EN UN SISTEMA PROTEGIDO CON SOMBRA NATURAL

María de los A. Pino, Elein Terry, A. León, P. Marrero y F. Soto

ABSTRACT. With the objective of finding better tomato productions in the so-called early and late seasons, a tomato-maize multicropping system was used, where maize was employed as tomato-shading plant to modify some microclimatic variables -light intensity, air temperature and relative humidity- so to create an ecosystem for reducing the typical blossom and fruit drops in both seasons. This work was developed at the National Institute of Agricultural Sciences using *INCA 9-1* tomato and improved *Francisco* maize varieties, in a 3:2 row combination, evaluating every yield component. Results showed a similar behavior of variables, the N-S oriented tomato-maize polyculture system being remarkable. The polyculture modified the microclimate by reducing light intensity and air temperature between 26.7 and 25 % and from 2 to 4°C, respectively.

RESUMEN. Con el objetivo de encontrar mejores producciones de tomate en las llamadas épocas temprana y tardía, se empleó un sistema de policultivo tomate-maíz, donde el maíz era la planta proveedora de sombra al tomate, con vistas a lograr modificaciones en algunas variables del microclima -intensidad luminosa, temperatura del aire y humedad relativa- y, de esta forma, crear un ecosistema que propiciara la menor cantidad de abortos de flores y frutos, aspecto que caracteriza ambas épocas. El trabajo se desarrolló en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas y para ello se utilizaron la variedad de tomate INCA 9-1 y la de maíz Francisco mejorada en una combinación 3:2, evaluándose todas las variables componentes del rendimiento. Los resultados mostraron un comportamiento similar de las variables, destacándose el sistema de policultivos tomate-maíz orientado N-S. El policultivo modificó el microclima, reduciendo la intensidad luminosa y la temperatura entre 26.7 y 25 % y de 2 a 4°C respectivamente.

Key words: tomato, maize, associated crops, natural shade, microclimate management

Palabras clave: tomate, maíz, cultivos asociados, umbría, manejo del microclima

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de vías para aumentar la producción de alimentos, surge una nueva forma de desarrollo de la agricultura basada en toda una serie de principios ecológicos, que interpreta al sistema agrícola de manera holística y en el cual se conciben técnicas para el manejo del microclima (1). Los sistemas de policultivos con plantas de porte alto permiten reducir la radiación solar mediante sombra y de hecho la temperatura (2).

Estos principios fueron utilizados para tratar de resolver el problema que presenta el tomate cuando es sembrado fuera del período óptimo, con el aborto de flores y frutos que deprimen grandemente sus producciones, debido fundamentalmente a la alta radiación solar y altas temperaturas asociadas a su vez con precipitaciones abundantes.

María de los A. Pino, Investigador Auxiliar; Elein Terry y A. León, Investigadores y Dr.C. F. Soto, Investigador Titular del Departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas; Dr.C. P. Marrero, Profesor Auxiliar del Departamento de Fitotecnia-Biología, Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de La Habana, Apartado Postal 18-19, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

Las casas de cultivo protegido y otras técnicas de protección artificial son utilizadas para producir el tomate fuera del período óptimo, logrando modificar el microclima, pero son técnicas costosas que no están al alcance de los pequeños productores. Es por ello que se utilizó la protección con sombra natural a través del policultivo tomate-maíz buscando reducir la radiación solar, la temperatura del aire y la humedad relativa y observar qué respuesta provocaban ellas en las plantas de tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se llevaron a cabo en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado (3).

Se realizaron dos campañas: una de septiembre a noviembre en la llamada época temprana de 1997 y otra de febrero a mayo en la llamada época tardía de 1998 con orientación de los surcos N-S y E-O.

Se estableció un sistema de policultivos de dos hileras de maíz y tres hileras de tomate y un sistema de monocultivo, empleándose la variedad de tomate INCA 9-1 y la de maíz Francisco mejorada.

El maíz se sembró 30 días antes del trasplante del tomate, utilizándose una distancia de siembra y plantación para ambos cultivos de 0.90 x 0.30 m.

Los tratamientos fueron combinados de la siguiente forma:

T1: Policultivo tomate-maíz orientado N-S

T2: Policultivo tomate-maíz orientado E-O

T3: Monocultivo tomate.

La fertilización del tomate se realizó con la combinación de *Azospirillum* sp-*Glomus manihotis* + 90 kg de N.ha⁻¹; la semilla fue recubierta con el biofertilizante a una dosis de 100 g por kg de semilla y la fertilización química se aplicó 30 kg.N⁻¹ en el semillero, 30 kg.N⁻¹ en el trasplante y 30 kg.N⁻¹ 30 días posteriores al trasplante (4). El riego aplicado fue el recomendado para el cultivo del tomate (5). No se realizaron aplicaciones fitosanitarias, ya que se monitoreó la plantación y no hubo plagas que llegaran al umbral de aplicaciones de productos. El monitoreo se estableció a través de muestreos a partir de la segunda semana posterior al trasplante hasta la senescencia, observándose en horas de la mañana los adultos de mosca blanca (*Bemisia* spp) que estaban presentes en los tres estratos de la planta (superior, medio e inferior) (6); además, se contabilizaron las plantas con síntomas de virosis y extraídas del campo. El resto de las atenciones culturales se realizaron de acuerdo con lo establecido en el Instructivo técnico para el cultivo del tomate (7).

Se empleó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y cuatro réplicas en parcelas de 13.5 m².

Las evaluaciones del microclima se realizaron a las 9.00 a.m., 12.00 m. y 3.00 p.m. en ambos sistemas encima del tomate, en la fase del 75 % de floración- fructificación del cultivo, midiéndose la iluminación (kw/m²), temperatura del aire (°C) y humedad relativa (%).

En el tomate se evaluaron: número de racimos por planta, número de flores por racimo, número de flores por planta, número de frutos por racimo, número de frutos por planta al momento de la cosecha, masa promedio de los frutos y rendimiento equivalente (t.ha⁻¹).

Los datos se procesaron estadísticamente mediante un análisis de varianza de clasificación doble y cuando existieron diferencias significativas se aplicó la dócima de rangos múltiples de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se presentan los componentes del rendimiento de tomate para ambas épocas de siembra. Se observa que, de manera general, el comportamiento fue el mismo con excepción del número de flores por planta en la época temprana, que no presentó diferencias significativas entre los tratamientos.

Un análisis detallado de la tabla permite observar que en las variables número de flores por racimo y número de frutos por racimo, existió la presencia de aborto de flores en los tratamientos policultivo E-O y monocultivo, lo que evidencia al ser comparados con el policultivo N-S lo necesario de la protección del tomate en la fase de floración-fructificación cuando se planta fuera del período óptimo (8).

A su vez, aunque el comportamiento fue similar en ambas épocas, había la tendencia a tener valores inferiores en la época tardía. Una posible explicación pudiera estar dada porque las plantaciones de época temprana (21 de agosto-21 de octubre) se inician en condiciones climáticas adversas para el desarrollo del cultivo, pero ya en la fase de floración-fructificación las condiciones comienzan a comportarse más favorablemente cerca del inicio de la época óptima para el cultivo. Lo contrario ocurre con la época tardía (21 de enero-21 de marzo), donde las plantaciones se inician con condiciones muy parecidas a las presentes en la época óptima y van hacia el período de primavera-verano caracterizado por altas temperaturas, mayor radiación solar y altas precipitaciones, por lo que el cultivo va a requerir de manejos agrotécnicos diferenciados.

Al momento de la cosecha, las variables número de frutos por planta y rendimiento (t.ha⁻¹) en ambas épocas presentaron diferencias significativas del tratamiento policultivo N-S con el resto, lo que confirma la importancia que tiene tanto la protección de un cultivo de porte alto con su efecto de sombra, como la orientación de los surcos para lograr ese efecto. En el tratamiento de policultivo E-O se observó un comportamiento de las plantas de tomate similar al monocultivo, que se explica porque los surcos se encuentran orientados con respecto a la salida y puesta del sol y, por lo tanto, no existe efecto de sombra del maíz sobre las plantas de tomate. Resultados similares se encontraron al trabajar asociaciones de cultivos de papa-maíz con diferentes arreglos espaciales y orientación de los surcos (9).

Tabla I. Resultados de los componentes del rendimiento en las épocas temprana de 1997 y tardía de 1998

Tratamientos	Flores por planta	Flores por racimo	Frutos por racimo	Frutos por planta	Masa x frutos (g)	Rendimiento t.ha ⁻¹
Temprana						
Policultivo N-S	19.18	12.51 a	2.61 a	18.45 a	54.59	24.23 a
Policultivo E-O	16.95	2.39 b	1.85 b	12.99 b	55.02	10.51 b
Monocultivo	17.31	2.37 b	1.69 b	12.34 b	53.46	19.17 b
ES x	0.78 ns	0.09**	0.14*	0.94*	1.68 ns	0.78**
Tardía						
Policultivo N-S	18.30 a	2.52 a	2.31 a	16.79 a	53.87	22.39 a
Policultivo E-O	14.02 b	2.10 b	1.76 b	11.74 b	53.70	16.69 b
Monocultivo	14.74 b	2.14 b	1.73 b	11.93 b	53.35	16.54 b
ES x	0.37**	0.10**	0.06**	0.56**	0.97 ns	0.72**

Estos resultados pueden ser explicados a través de las mediciones de las variables del clima (Tablas II y III), donde se manifestó un menor porcentaje de iluminación en el tratamiento de policultivo con orientación N-S, dado fundamentalmente porque la luz es interceptada por el follaje de maíz, provocando una reducción del 25 % en la época temprana y del 26.7 % en la época tardía de la iluminación total incidente en el campo. Así mismo, aparecen reflejados los valores del por ciento de reducción en las diferentes horas del día a que se efectuaron las mediciones; se observa que a las 9.00 a.m. es que la interceptación de la luz es mayor en ambas épocas y para la orientación N-S, coincidiendo con los valores mas bajos de la temperatura del aire y superiores de la humedad relativa.

En el caso del otro tratamiento de policultivo orientado E-O, aunque se observa una pequeña reducción de 4.53 % en la época temprana y 6.3 % en la época tardía, esta no fue suficiente para lograr un efecto que difiriera de los resultados obtenidos cuando el cultivo se encuentra totalmente desprotegido de los rayos del sol (monocultivo). Resultados similares se obtuvieron al estudiar diferentes orientaciones de los surcos en asociaciones de maíz-papa (10).

También pudo observarse que los valores de iluminación en la época tardía fueron superiores, lo que se explica porque en los meses de mayo y abril la intensidad luminosa es superior y existe poca nubosidad. Resultados similares se encontraron al trabajar asociaciones de yuca-maíz y yuca-frijol (11).

Debido a esta reducción de la intensidad luminosa, la temperatura del aire también se vio disminuida en las diferentes horas del día por el efecto de los tratamientos, encontrándose diferencias de 2.6 a 3.6°C del policultivo con orientación N-S respecto al monocultivo.

El policultivo E-O con respecto al monocultivo en ambas épocas solo redujo la temperatura del aire de 0.4 a 0.3°C respectivamente, lo cual es consecuencia de la poca reducción de la intensidad luminosa que permite una mayor acumulación de calor.

También pudo observarse que las mayores diferencias fueron en la época tardía, donde la reducción de la luz fue mayor debido al dosel formado por las plantas de maíz y la sombra que proyectan, con la consiguiente reducción de la temperatura; con ese mismo criterio se utilizan los árboles sombreadores en el cultivo del cafeto, ya que en ese sistema de producción se mantienen regímenes favorables de temperatura para el desarrollo adecuado del cultivo (12). Así mismo, se informan resultados similares al trabajar en asociaciones de cultivo con vistas a proveer de sombra natural al tomate (13).

Aún cuando la humedad relativa aumentó por efecto del policultivo, se mantuvo dentro del rango óptimo para el mismo, lo que coincide con lo planteado de que el tomate necesita valores inferiores al 90 %, siendo el óptimo entre 70 y 80 %.

En general, se evidenció que el tratamiento de policultivo tomate-maíz con orientación de los surcos N-S, es capaz de crear condiciones favorables para el desarrollo de la fase de floración-fructificación, que conllevaron a la obtención de rendimientos superiores a los encontrados en el monocultivo para las épocas temprana y tardía.

Tabla II. Valores de las variables del clima analizadas para la época temprana de 1997

Horas del día	Iluminación (Kw/m ²)		% de reducción de la iluminación del día	Temperatura del aire (°C)		Reducción de la temperatura del día	Humedad relativa (%)	
	Policultivo	Monocultivo		Policultivo	Monocultivo		Policultivo	Monocultivo
Orientación N-S								
9:00	0.125	0.232	46.13	24.4	26.9	-	83	80
12:00	0.240	0.250	04.00	26.0	28.8	2.6	76	75
3:00	0.175	0.235	25.54	25.5	28.0	-	73	70
Orientación E-O								
9:00	0.212	0.232	8.63	26.0	26.9	-	81	80
12:00	0.240	0.250	04.00	28.4	28.8	0.4	76	75
3:00	0.232	0.235	1.28	28.0	28.0	-	71	70

Tabla III. Valores de las variables del clima analizadas para la época tardía de 1998

Horas del día	Iluminación (Kw/m ²)		% de reducción de la iluminación del día	Temperatura del aire (°C)		Reducción de la temperatura del día	Humedad relativa (%)	
	Policultivo	Monocultivo		Policultivo	Monocultivo		Policultivo	Monocultivo
Orientación N-S								
9:00	0.137	0.247	44.54	21.2	25.2	-	85	79
12:00	0.245	0.260	5.77	23.7	26.6	3.6	78	77
3:00	0.185	0.257	28.02	22.0	26.0	-	76	70
Orientación E-O								
9:00	0.200	0.247	19.03	25.0	25.2	-	80	79
12:00	0.232	0.260	5.77	26.2	26.6	0.3	77	77
3:00	0.200	0.257	22.18	25.5	26.0	-	76	70

REFERENCIAS

1. Altieri, M. A. Agroecología. Universidad de California : División de Control Biológico. *Berkeley*, 1996, 231 p.
2. Stigter, C. J. Traditional use of shade; a method of microclimate manipulation. *Archives for meteorology. Geophysics and Bioclimatology*, 1992, vol. 34, p. 203-210.
3. Hernández, A., *et al.* Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Ministerio de la Agricultura : Instituto de Suelos, 1995.
4. Terry, E. Efectividad agronómica de biofertilizantes en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). [Tesis de Maestro en Ciencias Agrícolas]. La Habana, 1998.
5. Dell'Amico, J., Jerez, E. y Morales, D. Efecto de diferentes normas de riego sobre el cultivo del tomate. I. Dinámica de la humedad del suelo, el rendimiento y la calidad interna de los frutos. *Cultivos Tropicales*, 1991, vol. 12, no. 2, p. 33-38.
6. MINAGRI. Instructivo técnico para el cultivo del tomate. La Habana. 1991.
7. Gómez, O. y Casanova, A. Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el Caribe. IIH "Liliana Dimitrova", 1996.
8. Midmore, D. J. Scientific basis and scope for further improvement of intercropping with potato in the tropics. *Field Crop Research*, 1990, vol. 25, p. 3-24.
9. Mohamed, A. K. The effect of ridge direction and plant orientation on potato growth and yield. Workshop on the production, post-harvest technology and utilization of potato in the warm tropics. Mauritius 1990.
10. Mojena, M. Arreglos espaciales y cultivos asociados en yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Modificaciones en algunas variables del ecosistema y su influencia en los rendimientos totales. [Tesis de Doctor en Ciencias Agrícolas]. La Habana, 1999.
11. Pino, M. de los A., *et al.* Los policultivos como modificadores del microclima. *Revista ACAA*, 1998.
12. Hurd, R. G. y Shcard, G. F. Light saving in greenhouse, the biological aspect. London : Growers Books, 1981.
13. Rice, R. y Ward, J. El café, la conservación ambiental y el comercio en el hemisferio occidental. Washington D. C. Consejo para la Defensa de los Recursos Naturales : Centro de Aves Migratorias Smithsonian Institution (NRDC), 1997. 51 p.

Recibido: 30 de abril de 1999

Aceptado: 26 de noviembre de 1999

INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRÍCOLAS CURSOS DE POSGRADO DE MATEMÁTICA APLICADA 2000

“Estadística y diseño experimental”

Noviembre

Duración: 40 horas

Precio: 320.00 USD

Para más información diríjase a:

Dr.C. Walfredo Torres de la Noval
Dirección de Educación y Relaciones Públicas
Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)
Gaveta Postal 1, San José de las Lajas,
La Habana, Cuba CP 32700
Telf: (53)(64) 6-3867, 6-3773
Fax: (53)(64)6-3867
e-mail: posgrado@inca.edu.cu

