NOTA CIENTÍFICA

EFECTO DE LA DEFOLIACIÓN EN TRES MOMENTOS FENOLÓGICOS SOBRE EL RENDIMIENTO EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN INVERNADERO[1]

Defoliation effect on three phenological stages upon tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) yield under greenhouse

Susana Martínez[2], María Cecilia Grimaldi[3], Mariana Garbi[3] y Miguel Artur[2]

ABSTRACT

A tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) crop was grown under greenhouse in La Plata, Argentina (34°58´S lat, 57°54´W long) with the aim of studying the effect on the yield of the elimination of the third leaf between trusses in three phenological stages: T1) Check (control without defoliation); T2) pruning at flowering (all flowers open); T3) pruning at petal fall; T4) pruning with 10 mm diameter fruits. Hybrids FA 144 and Fortaleza were defoliated up to the fifth truss. Final yield and the commercial classes were registered up to the 7th truss. All defoliating treatments yielded better than the control. Among commercial classes, only third quality fruits (between 120 and 100 g) showed significant differences between treatments, founding an interaction between defoliating treatments and hybrids. FA 144 yielded better in this class for pruning at flowering.

Key words: leaf pruning, phenology.

RESUMEN

En La Plata, Argentina (34°58' lat. Sur, 57°54' long. Oeste) se condujo un cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo cobertura plástica con el objetivo de evaluar el efecto sobre el rendimiento de la eliminación de la tercera hoja entre racimos en tres estados fenológicos del racimo: T1) testigo sin defoliar; T2) poda en floración (todas las flores abiertas); T3) poda en caída de pétalos; T4) poda con fruto de 10 mm de diámetro ecuatorial. Los híbridos FA 144 y Fortaleza fueron sometidos a los tratamientos de defoliación hasta el quinto racimo. El rendimiento final y el de las categorías comerciales que lo conforman fueron registrados hasta la cosecha del 7° racimo. Todos los tratamientos de defoliación condujeron a una elevación del rendimiento final en relación al testigo. Entre las categorías comerciales, sólo los frutos de tercera calidad (frutos entre 120 y 100 g) presentaron diferencias significativas entre tratamientos, encontrando interacción entre tratamientos de poda e híbridos. FA 144 presentó mayor rendimiento dentro de esta categoría para el tratamiento de poda en floración.

Palabras clave: poda de hoja, fenología.

[1]Recepción de originales: 12 de diciembre de 2000 (reenviado).
[2]Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, CC 31 (1900) La Plata, Argentina. E-mail: clima@ceres.agro.unlp.edu.ar
[3]Becarias de Investigación. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Climatología y Fenología Agrícolas.

INTRODUCCIÓN

La partición de asimilados en la planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) está relacionada con la distancia existente entre fuentes y destinos (Marcelis, 1996). Tanaka y Fujita (1974) consideraron que existe una unidad fuente-destino formada por tres hojas y un racimo dentro de la cual el flujo de asimilados es preferencial. Experiencias con ^{14}C demostraron que los asimilados son transportados de acuerdo a un patrón de distribución en el que interviene la filotaxis 2/5 de la planta (Hocking y Steer, 1994). Sin embargo, cuando el balance fuente-destino se modifica, como en el caso de una defoliación, la filotaxis deja de ser un factor importante en la regulación de la partición de materia seca (MS) (Marcelis, 1996). Los frutos reciben asimilados de todas las hojas independientemente de su localización o distancia (Khan y Sagar, 1966; Heuvelink, 1995; Marcelis, 1996).

Las hojas tienen un efecto indirecto en la partición de MS a través de la formación de órganos de destino (Marcelis, 1996). Entre los destinos existe cierta jerarquía, dentro de la cual algunos órganos sufren menos la reducción en la disponibilidad de asimilados, siendo los frutos menos sensibles que las flores (Wardlaw, 1990). Los frutos son los responsables de dirigir el flujo de asimilados (Ho, 1979; Gifford y Evans, 1981) y la fuerza de los mismos como destinos está dada por su tamaño, potencialmente determinado por la cantidad de células fijadas en la antesis y por su actividad (Ho, 1996; Marcelis, 1996).

El objetivo de este trabajo consistió en evaluar el efecto de la poda de hojas en tres estados fenológicos diferentes sobre el rendimiento en un cultivo de tomate larga vida conducido bajo invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se condujo en La Plata (34°58' lat. Sur; 57°54' long. Oeste), Argentina, durante los meses de agosto de 1997 a febrero de 1998. Los híbridos de tomate larga vida utilizados fueron: FA 144 (Hazera) y Fortaleza (Rogers Seed Co.), ambos de hábito de crecimiento indeterminado y con tres hojas entre racimos. Las semillas se sembraron el 13/8/97 en bandejas de poliestireno expandido de 135 alvéolos. Se utilizó un sustrato formado por turba, perlita y lombricompuesto en relación volumétrica de 50:25:25, previamente desinfectado con bromuro de metilo.

El 9/10/97, al estado de dos hojas verdaderas, las plántulas se trasplantaron a un invernadero tipo parabólico de polietileno LTD de 150 μ con orientación este-oeste. El suelo de cultivo, tipo argiudol vértico, fue esterilizado con bromuro de metilo y cubierto con mulch negro de 50 μ. La plantación se realizó a 0,40 x 0,70 m en una hilera. El cultivo fue fertirrigado por goteo y conducido a un eje.

Semanalmente se realizó el desbrote y el raleo de frutos dejando 5 por racimo. Todas las hojas basales (hasta el primer racimo) fueron eliminadas después de la cosecha de los frutos del primer racimo. Se realizaron 4 tratamientos: T1) testigo sin defoliar; T2) poda en floración (todas las flores abiertas); T3) poda en caída de pétalos; T4) poda con fruto de 10 mm de diámetro ecuatorial. La poda consistió en cortar desde la base la tercera hoja de cada estrato conformado por las tres hojas presentes entre dos racimos contiguos. Los tratamientos se realizaron en todas las plantas en los cuatro estratos que se detallan: 1er estrato: hojas ubicadas entre el 1er y 2° racimo; 2° estrato: hojas ubicadas entre el 2° y 3er racimo; 3er estrato: hojas ubicadas entre el 3er y 4° racimo; y 4° estrato: hojas ubicadas entre el 4° y 5° racimo. De esta manera, cada planta fue sometida a cuatro defoliaciones (una hoja por estrato, entre el 1er y 5° racimo). El momento para la ejecución de la poda se decidió en función del estado fenológico del racimo inferior del estrato considerado. En el Cuadro 1 se exponen las fechas de ocurrencia de los estados fenológicos considerados.

El diseño experimental fue de parcelas divididas con tres repeticiones. Las parcelas principales

Cuadro 1. Fechas de ocurrencia de los estados fenológicos en tomate, La Plata, 1997
Table 1. Dates of tomato phenological stages, La Plata, 1997

Estado fenológico	FA 144	Fortaleza
Floración del 1er racimo	25/10	28/10
Caída de pétalos	28/10	30/10
Fruto de 10 mm	6/11	6/11
Floración del 2° racimo	6/11	8/11
Caída de pétalos	9/11	11/11
Fruto de 10 mm	14/11	16/11
Floración del 3er racimo	10/11	10/1
Caída de pétalos	14/11	14/11
Fruto de 10 mm	20/11	20/11
Floración del 4° racimo	18/11	20/11
Caída de pétalos	21/11	23/11
Fruto de 10 mm	27/11	27/11
Floración del 5° racimo	25/11	1/12
Caída de pétalos	28/11	3/12
Fruto de 10 mm	5/12	8/12

fueron destinadas a los híbridos y estuvieron constituidas por 32 plantas. Cada subparcela (4 por parcela) contó con 8 plantas y correspondió a los tratamientos de defoliación.

La cosecha comenzó el 16/12/97 y culminó el 5/2/98, realizada con una frecuencia de tres veces semanales. Los frutos se cosecharon al estado pintón (Murray y Yommi, 1995) registrándose el rendimiento final en peso (kg/planta) hasta el séptimo racimo. Los frutos se clasificaron por categoría de calidad comercial de acuerdo a su peso en: C1) frutos de primera, frutos con peso superior a 150 g; C2) frutos de segunda, con peso entre 120 y 150 g; C3) frutos de tercera, con peso entre 100 y 120 g; D) frutos de descarte, subdivididos en frutos chicos (peso inferior a 100 g), frutos deformados y frutos afectados por el virus TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus). Los valores obtenidos fueron sometidos al análisis de la varianza y las medias se compararon por el test de Tukey ($P < 0,05$) cuando el ANDEVA dio significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan los valores de rendimientos medios totales y por categoría (kg/planta) para los tratamientos realizados. Todos los tratamientos de defoliación condujeron a un aumento del rendimiento final con relación al testigo sin defoliar. Del análisis de las distintas categorías surge que sólo C3 presentó diferencias significativas entre tratamientos, habiéndose encontrado interacción entre tratamientos de poda e híbridos. La poda en floración del híbrido FA 144 se diferenció de la poda en caída de pétalos (1,40 vs. 1,16 kg/planta). El resto de las interacciones poda x híbrido dentro de C3 presentaron valores menores de rendimiento, diferenciándose significativamente de la poda de FA 144 en caída de pétalos, pero sin resultar significativas entre ellas.

En la planta de tomate el rendimiento en frutos después de una defoliación es afectado tanto por la intensidad de la práctica como por el estado fenológico en el cual se produce (Slack, 1986). El nivel de defoliación alcanzado en este ensayo no superó el 20% del total de hojas presentes en la planta y en general, defoliaciones poco severas, menores al 60%, no afectan el rendimiento en frutos en este cultivo (Jones, 1979).

La poda de la tercera hoja, en cualquiera de los tres estados fenológicos evaluados en este trabajo, resultaría efectiva para incrementar el rendimiento en un cultivo de tomate larga vida, respecto al testigo sin podar. Resultados similares fueron encontrados por Bulnes Mendoza *et al.* (1995) y Martínez *et al.* (1996) al eliminar la primera o tercera hoja entre racimos, en un estado fenológico más avanzado del racimo. El incremento de rendimiento en C3 para la poda en floración y en caída de pétalos presentó una diferencia varietal que se relacionó con un aumento en peso de los frutos de esa categoría (datos no presentados), coincidiendo con lo observado por Martínez *et al.* (1998) quienes hallaron un efecto directo de la poda de hojas sobre el peso de los frutos.

Cuadro 2. Valores medios de rendimiento (kg/planta) total y por categoría comercial por tratamiento
Table 2. Total yield (kg/plant) and commercial classes mean values per treatment

Tratamiento[1]	Rendimiento total	C1[2]	C2	C3	Frutos chicos	Frutos deformados	Frutos con peste negra
T2	5,511 a	2,20	1,50	1,13	0,46	0,09	0,13
T3	5,00 a	2,23	1,25	0,86	0,44	0,08	0,19
T4	4,67 a	2,01	1,16	0,62	0,38	0,11	0,39
T1	4,00 b	1,78	1,07	0,56	0,30	0,09	0,20
		ns	ns	*	ns	ns	ns

Letras diferentes indican diferencias significativas entre medias ($P < 0,05$).
*Significativo $P = 0,05$; ns: no significativo.
[1]T2: poda en floración; T3: poda en caída de pétalos; T4: poda con fruto de 10 mm de diámetro ecuatorial; T1: testigo.
[2]C1: frutos de primera calidad; C2: frutos de segunda calidad; C3: frutos de tercera calidad.

El tamaño potencial del fruto está definido por el número de células del ovario fijado en pre-antesis, mientras que su tamaño real es consecuencia de la elongación celular durante el período de crecimiento rápido (Ho, 1996). Al momento de efectuar los distintos tratamientos de defoliación, el tamaño potencial de los frutos ya estaba definido. La elongación celular depende de la provisión de asimilados a los frutos y de las condiciones climáticas imperantes (Rylski, 1979; Marcelis, 1996). Bajo condiciones climáticas y nutricionales normales, la producción de frutos en tomate no está restringida por la falta de asimilados y hay experiencias que evidencian un incremento en las cantidades absolutas y relativas de asimilados que llegan al fruto al reducirse el número de fuentes fotosintéticas (Khan y Sagar, 1969). En un cultivo comercial, la eliminación de hojas de la canopia favorecería la producción de asimilados por una mejor distribución y captación de la luz al reducir el grado de superposición y sombreado entre hojas. Este efecto sería similar al provocado por la utilización de un mayor espaciamiento entre plantas que conduce a un aumento de rendimiento en el cultivo (Rodríguez y Lambeth, 1975).

CONCLUSIONES

Los tratamientos de defoliación incrementaron el rendimiento en frutos respecto al testigo.

Los tratamientos de poda en floración y en caída de pétalos incrementaron el rendimiento en la categoría C3 en el híbrido FA 144.

LITERATURA CITADA

Bulnes Mendoza, I., M. Asborno, S. Martínez, y S. Seren. 1995. Respuesta del cultivo de tomate bajo cobertura a diferentes modalidades de poda y su interacción con parámetros bioclimáticos. p. 140 (Resumen). *In* XVIII Congreso Argentino de Horticultura, Termas de Río Hondo, Argentina. 11-14 de septiembre. Asociación Argentina de Horticultura, Santiago del Estero, Argentina.

Gifford, R.M., and L.T. Evans. 1981. Photosynthesis, carbon partitioning and yield. Annu. Rev. Plant Physiol. 32:485-509.

Heuvelink, E. 1995. Dry matter partitioning in a tomato plant: one common assimilate pool? J. Exp. Bot. 46:1025-1033.

Ho, L.C. 1979. Regulation of assimilate translocation between leaves and fruits in tomato. Ann. Bot. 43:437-448.

Ho, L.C. 1996. The mechanism of assimilate partitioning and carbohydrate compartmentation in fruit in relation to the quality and yield of tomato. J. Exp. Bot. 47:1239-1243.

Hocking, P.J., and B.T. Steer. 1994. The distribution and identity of assimilates in tomato with special reference to stem reserves. Ann. Bot. 73:315-325.

Jones, J.P. 1979. Tolerance of tomato to manual defoliation. Proc. Florida State Hortic. Soc. 92:99-100.

Khan, A., and G.R. Sagar. 1966. Distribution of ^{14}C-labelled products of photosynthesis during the commercial life of the tomato crop. Ann. Bot. 30:727-743.

Khan, A., and G.R. Sagar. 1969. Alteration of the pattern of distribution of photosynthetic products in the tomato by the manipulation of the plant. Ann. Bot. 33:753-762.

Marcelis, L.F.M. 1996. Sink strength as a determinant of dry matter partitioning in the whole plant. J. Exp. Bot. 47:1281-1291.

Martínez, S., M. Asborno, I. Bulnes Mendoza, M. Garbi, A. Molteni, L. Tellis, y M. Arturi. 1996. Efecto de la disponibilidad térmica y la poda de hojas sobre cultivares de tomate bajo cobertura. p. 110. (Resumen). *In* XIX Congreso Argentino de Horticultura. 15-19 de septiembre. Asociación Argentina de Horticultura, San Juan, Argentina.

Martínez, S., M. Garbi, M. Arturi, y M. Asborno. 1998. Relaciones del peso y número de frutos con el rendimiento y la calidad en tomate bajo tratamiento de deshoje. Agro-Ciencia (Chile) 14:201-206.

Murray, R., y A. Yommi. 1995. Aspectos a considerar para un correcto manejo de postcosecha de tomates. p. 20-24. *In* 5° Jornadas sobre cultivos protegidos. 23-24 de noviembre. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.

Rodríguez, B.P. and Lambeth, V.N. 1975. Artificial lighting and spacing as photosynthetic and yield factors in winter greenhouse tomato culture. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 100:694-697.

Rylski, I. 1979. Fruit set and development of seeded and seedless tomato fruits under diverse regimes of temperature and pollination. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 104:835-838.

Slack, G. 1986. The effect of leaf removal on the development and yield of glasshouse tomatoes. J. Hortic. Sci. 61:353-360.

Tanaka, A., and Fujita, K. 1974. Nutrio-physiological studies on the tomato plant. IV Source-sink relationship and structure of the source-sink unit. Soil Science and Plant Nutrition 20:305-315.

Wardlaw, I.F. 1990. The control of carbon partitioning in plants. New Phytol. 116:341-381.