

Influencia del número y disposición de plantas por hilera sobre el crecimiento y producción de tomate bajo siembra directa y por transplante

Effect of number and row plants arrangements on growth and production of tomato directly seeded and transplanted

B. Añez y C. Figueredo

Resumen

El trabajo se realizó durante tres años en un suelo Cambortid típico, franco-arcilloso, de la Estación Experimental del IIAP-ULA., en San Juan de Lagunillas, Mérida, Venezuela, con el objetivo de medir el efecto producido por el número y disposición de las plantas por hilera sobre el crecimiento, desarrollo y producción del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Río Grande), sembrado directamente y por transplante. Se probaron tres distancias dentro de las hileras "D" (0,2; 0,4 y 0,6 m), tres números de plantas por sitio de siembra "N" (1,0; 2,0 y 3,0) y dos sistemas de siembra "S" (directa y semillero – transplante) en dos ensayos en arreglo factorial completo en bloques al azar con tres y cuatro repeticiones, respectivamente. Además, en dos parcelas de 270 m² cada una, se evaluó la producción del cultivo bajo los dos sistemas de siembra usados. Al momento del transplante 30 días después de la siembra (DDS), la altura total (AT) fue superior en las plántulas establecidas en semillero (S₂) mientras que el diámetro del tallo (DT) y el número de hojas (NH), fueron mayores en las de siembra directa (S₁). La floración completa, el DT y el número total de ramas por planta (NR) fueron significativamente superiores en S₁. La AT no fue afectada por los tratamientos. La altura desde el suelo hasta la primera rama lateral (SPRL) fue mayor en S₂. La altura SPRL aumentó y el NR disminuyó con el incremento de N. Los rendimientos fueron siempre superiores en las plantas establecidas mediante el sistema S₂ y disminuyeron con los aumentos de D y de N. El ciclo vital del tomate disminuyó 13 días en el sistema de siembra directa.

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum*, sistemas de siembra, densidades de población, crecimiento, producción.

Recibido el 22-07-1998 ● Aceptado el 26-04-1999

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (I.I.A.P.) Universidad de Los Andes, Apdo 77 (La Hechicera). Mérida, Código Postal 5101, Venezuela. 1998.

Abstract

This study was carried out during three years on a Typical Cambortid clay-loam soil at San Juan de Lagunillas, Mérida, Venezuela, with the objective of measuring the effect of plant number and row arrangements on growth and production of direct seeded and transplanted tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Río Grande). We tested three intrarow plant spacings "D" (0.2, 0.4 and 0.6 m), three number of plant per site of sowing "N" (1.0, 2.0 and 3.0), and two sowing system "S" (direct seeded and transplanted) in two complete factorial arrangements of treatments in randomized blocks designs with three and four replications, respectively. Moreover, in two plots of 270 m² each, we evaluated the tomato production under the two sowing systems used. At transplant time, 30 days after sowing (DAS), total height (TH) was higher in the seedlings (S₂), mean-time stem diameter (SD) and the number of leaves (NL) were higher in plants directly seeded (S₁). At full blossom SD and the number of branches (NB) were significantly higher in S₁, TH was not affected by the treatments and the height from the soil to the first lateral branch (SFLB) was higher in S₂. The height SFLB increased and the NB decreased with the increment of N. Fruit yields always were higher in S₂ and decreased with the increments of D and N. The life cycle of tomato plants decreased 13 days under direct seeding system.

Key words: *Lycopersicon esculentum*, direct seeded, transplanted, population densities, growth, production.

Introducción

Universalmente, la forma tradicional de iniciar el cultivo de tomate ha sido por transplante al campo definitivo, de plántulas producidas en semillero, de uno a dos meses de edad. Este método está todavía generalizado y es fundamental donde, por condiciones estacionales, el tiempo de crecimiento es insuficiente para el cultivo. La tendencia más reciente es sembrar las semillas directamente en el campo. Tal práctica requiere de cuidados especiales en la preparación del suelo y el control de las malas hierbas después de la emergencia de las plántulas, pero es más económico y permite a la planta desarrollar un

sistema radical, sin los daños que eventualmente se producen durante el transplante (16).

Parece haber una relación estrecha entre el mejoramiento de la producción de tomate y la sincronización de las condiciones ambientales y de producción actuales, con las condiciones bajo las cuales evolucionó el cultivo. En California (EE.UU.), los rendimientos han aumentado sostenidamente en la medida en que las prácticas de manejo empleadas, se han hecho más semejantes a las condiciones a las cuales ha sido expuesto el tomate en su hábitat de origen (región occidental de Suramérica). El mejoramiento ha

sido posible gracias a las similitudes genéticas entre las especies domésticas y silvestres del cultivo.

Es interesante anotar que, en California a medida que los cambios en las prácticas agronómicas se han ido acercando al patrón de desarrollo de las plantas silvestres, los rendimientos han aumentado consistentemente. A inicios de los 50, los rendimientos eran de alrededor de 30 Mg.ha⁻¹, y actualmente promedian 55 Mg.ha⁻¹. Por muchos años se usó en California el sistema almácigo-transplante. Sin embargo, deseando mejores poblaciones y siembras más tempranas, a mediados de los 50 hubo un incremento en la siembra directa con espacios relativamente amplios entre las plantas dentro de las hileras. Con el advenimiento de máquinas cosechadoras, la presión por más altas poblaciones se acentuó y las siembras fueron hechas en espacios más estrechos, haciendo que las plantas crecieran realmente en grupos, muy similar a la situación que podría esperarse bajo su evolución normal, en su sitio de origen, donde el 'saco' entero de tomate (producto del ataque al fruto de la mosca peruana del tomate *Rhagoletis lycopersella*), caía al suelo sin dispersar completamente las semillas (18).

En términos generales, a la siembra directa de tomate, se le han señalado algunas ventajas y desventajas (12).

Ventajas:

Menor costo de establecimiento. Al evitarse la preparación de almácigos y el transplante, se hace menor uso de mano de obra. Sin incluir la cosecha, se ha determinado que los costos

operativos son 145,08 dólares americanos/ha menos que con el sistema almácigo-transplante.

Mayor sanidad y vigor de las plantas al disminuir los riesgos de las enfermedades propias de los almácigos (damping off) y de aquellas que se transmiten durante el transplante (cancrosis bacteriana, virosis, etc.).

Producciones más altas, sanas y precoces.

La obtención a bajo costo de altos niveles de poblaciones de plantas.

Mayor precisión en la realización de las prácticas agronómicas complementarias (fertilización, tratamientos fitosanitarios, etc.)

Facilidad para la moto-mecanización del cultivo.

Desventajas:

Exige buenas características texturales y estructurales de suelo y preparación adecuada del mismo para efectuar la siembra (nivelación), restringiendo las áreas aprovechables de la finca al desecharse aquellas muy infestadas de malezas, las de pendientes muy pronunciadas, pedregosas, etc.

Requiere provisión suficiente de agua para cumplir las exigencias de los riegos programados.

Los vientos fuertes, cálidos y secos ocasionan voladura del suelo, muerte por deshidratación de las semillas en germinación y de plántulas recién emergidas.

La ocurrencia de las lluvias durante la germinación y emergencia de las plántulas, provoca compactación y erosión de las camas de siembra (12).

El establecimiento es una etapa crítica en la producción de tomate de siembra directa porque tanto el

porcentaje total de emergencia como la uniformidad de las plántulas emergidas influyen en el manejo y el posterior rendimiento económico del cultivo.

El sostenido aumento en los costos de la semilla híbrida hace del establecimiento exitoso una tarea más crítica aún (3).

En Venezuela, casi todo el tomate que se produce se establece mediante el sistema almácigo-transplante; sin embargo, desde la década de los 80, se han realizado investigaciones y experimentos comerciales sembrando directamente tomate para la industria. Además de los ya anotados, vale la pena destacar como beneficio adicional, la orientación a los productores para que las variedades empleadas para uso industrial sean poco apetecibles para el mercado de consumo fresco y como inconvenientes, el uso tradicional de nuestros productores del sistema semillero-transplante unido al costo sumamente elevado de la maquinaria e implementos agrícolas en el país (2, 11, 15).

Bryan y Stofella, (4) indicaron que las plantas de tomate (*Lycopersicon-sculentum* Mill.) y pimentón (*Capsicum annuum* L.) establecidas por transplante maduraron más temprano y rindieron más que aquellas sembradas directamente, cuando fueron cultivadas bajo condiciones de estrés ambiental. Sin embargo, bajo mejores condiciones, los rendimientos fueron similares o superiores con la siembra directa.

Las plantas de tomate establecidas por transplante, tuvieron rendimiento mayor y más temprano

que las sembradas directamente. En ambos sistemas, las plantas distribuyeron cerca del 72% de la masa total de raíces en los primeros 10 cm del suelo (14).

La siembra directa del pimentón, puede dar origen a poblaciones de plantas de crecimiento lento, irregular y/o reducido, cuando existen temperaturas extremas (altas o bajas), deficiencia de agua, lluvias fuertes o la presencia de plagas y enfermedades del suelo, en el lapso desde la siembra hasta poco después de la emergencia.

Las plantas establecidas por transplante fueron más uniformes, pudieron tolerar o escapar a agotamientos ambientales o biológicos tempranos y alcanzar la madurez más rápido que las obtenidas por siembra directa.

Las plantas de siembra directa desarrollaron una fuerte raíz principal; mientras que, las de transplante pueden poseer un sistema radical distintivo, causado por modificaciones tempranas de la raíz pivotante y la subsecuente producción de raíces laterales y basales. La morfología y desarrollo temprano de la raíz pueden afectar en última instancia el desarrollo de tallos y frutos y consecuentemente la producción del cultivo.

En la siembra directa, las plantas mantuvieron un mejor balance en la distribución de la materia seca entre la raíz, tallo, hojas y frutos que en las de transplante. Estas últimas, distribuyeron mayor cantidad de materia seca hacia los tallos, hojas y frutos por unidad de crecimiento radical.

En todas las estaciones del año, las plantas transplantadas exhibieron

rendimientos tempranos y totales superiores a las plantas sembradas directamente (13).

Los estudios de población en tomate han demostrado que un aumento en la densidad de población a menudo resulta en un incremento de los rendimientos tempranos y totales de frutos comerciales. También que, con el aumento de la presión poblacional, el número de frutos por planta, el tamaño de los frutos comerciales y el número de racimos florales por planta disminuyen (10).

El tomate es conocido como una de las especies de hortalizas que en términos de producción, responde adecuadamente a la utilización intensiva de insumos y mano de obra. Los productores que usan alta tecnología obtienen hasta 10 kg de frutos por planta. Las altas densidades (41.667 plantas/ha), sin aplicación de poda, afectaron significativa, positiva e independientemente la producción comercial de frutos (9).

Davis y Estes (8) reportaron que los costos de producción, el tiempo de cosecha y el tamaño de los frutos de tomate pueden ser manipulados por prácticas como las podas y la variación de las distancias entre plantas dentro de las hileras. Si se desean altos rendimientos tempranos de calidad superior (extralargos), las plantas

deberían estar estrechamente espaciadas (≤ 46 cm) y podadas temprano. Si la suplencia de mano de obra es escasa y se opta por eliminar la poda, las plantas deben ser espaciadas alrededor de 76 cm dentro de las hileras y obtener así, altos rendimientos de frutos pequeños.

Para la producción de tomate de mesa, Csicsinsky *et al.*, (7) señalaron que, la escogencia del sistema de riego, la fuente de fertilizantes y las distancias dentro de las hileras dependerá de las condiciones económicas de cada productor.

Cokshull y Ho (6) consiguieron que los rendimientos temprano y total de las plantas de tomate cultivadas a altas densidades, fueron de 8 a 15% superiores a aquellos obtenidos con bajas densidades de plantas. El peso medio de los frutos Clase 1 (grado E) fue mayor a altas densidades, mientras que el de los frutos grandes (grado C) fue menor.

Los objetivos de este estudio fueron: medir el efecto que el número y disposición de las plantas en las hileras produce sobre el crecimiento, desarrollo y producción del tomate y determinar las ventajas y desventajas de la siembra directa vis a vis con el sistema semillero-transplante de uso común en la zona.

Materiales y métodos

Las labores de campo se realizaron durante tres años en la estación experimental del IIAP-ULA., en San Juan de Lagunillas, estado Mérida, Venezuela (08° 31' N, 71° 21'

W), altitud 1104 msnm, precipitación promedio de 500 mm anuales, temperatura media anual de 22°C. Enclavada en un área descrita como de clima BswH; zona de vida Bosque

seco premontano sub-tropical; vegetación hortícola bajo riego; suelo Cambortid típico, franco fino micáceo isohipertérmico.

A una muestra compuesta del mismo (0-0,20 m) se le hizo análisis de rutina en el laboratorio (cuadro 1).

El trabajo de campo se inició con un ensayo, en el cual se usó como diseño experimental un arreglo factorial completo $3 \times 3 \times 2$, tres factores (distancia entre plantas dentro de las hileras "D", número de plantas por sitio de siembra "N" y sistemas de siembra "S"), a tres (0,2; 0,4 y 0,6 m), a tres (1,0; 2,0; y 3,0) y a dos (directa y semillero-transplante) ocurrencias, respectivamente, en bloques al azar con tres repeticiones y los 18 tratamientos que conforman las combinaciones siguientes: $S_1D_1N_1$, $S_1D_1N_2$, $S_1D_1N_3$, $S_1D_2N_1$, $S_1D_2N_2$, $S_1D_2N_3$, $S_1D_3N_1$, $S_1D_3N_2$, $S_1D_3N_3$, $S_2D_1N_1$, $S_2D_1N_2$, $S_2D_1N_3$, $S_2D_2N_1$, $S_2D_2N_2$, $S_2D_2N_3$, $S_2D_3N_1$, $S_2D_3N_2$ y $S_2D_3N_3$.

El estudio se continuó con un segundo ensayo que es una variante del primero. Se usó una sola distancia entre plantas (0,4 m) de manera tal que el diseño se transformó en un arreglo factorial completo 2×3 , dos factores (sistemas de siembra y número de plantas por sitio de siembra) con dos y tres ocurrencias, respectivamente, en bloques al azar y se aumentó a cuatro el número de repeticiones. Los seis

tratamientos resultantes fueron: S_1N_1 , S_1N_2 , S_1N_3 , S_2N_1 , S_2N_2 y S_2N_3 .

En los dos primeros ensayos, las unidades experimentales estuvieron formadas por parcelas de cinco hileras de 3,6 m de largo cada una, espaciadas 1,0 m entre las hileras. Las mediciones de las plantas y de las cosechas se hicieron en seis plantas o sitios de producción de las hileras centrales de cada tratamiento.

El trabajo de campo se finalizó con el establecimiento de dos parcelas de 270 m² cada una (seis hileras de 30 m de largo, espaciadas 1,5 m \times 0,5 m, con dos plantas por sitio de siembra.), para evaluar a niveles semi-comerciales la producción de tomate en ambos sistemas de siembra. Los datos de las plantas y de las cosechas fueron tomados en las parcelas completas.

En todo el estudio se usó la variedad Río Grande. En el sistema semillero-transplante, las plántulas se llevaron al campo un mes después de la siembra. Tres días antes de la siembra o transplante se fertilizó con materia orgánica (estiércol de chivo) a razón de 10 Mg.ha⁻¹ más abono químico, en dosis de 670 kg.ha⁻¹ de la fórmula 15-15-15. La mezcla se aplicó en los surcos y se incorporó al suelo con rastrillo.

Tanto la siembra directa como el transplante se realizaron manualmente. De forma muy cuidadosa se suministró el agua de riego en las etapas de

Cuadro 1. Análisis de suelo del sitio del estudio.

Clase Textural	pH	C.O. %	N Total %	P Olsen (p.p.m.)	KAprov. (Meq/100g)	Mg Aprov. (Meq/100g)
FA	7,25	1,23	0,118	6	0,36	1,89

germinación, emergencia y establecimiento de las plantas en el campo, sobre todo en aquellas sembradas directamente a las cuales, al principio, se regó dos veces al día. Las desyerbas se hicieron con escardilla y éstas, junto con las aplicaciones de insecticidas y fungicidas, se realizaron cuando hubo necesidad de ello.

Las variables medidas en el primer ensayo fueron el rendimiento de frutos; y en el segundo, altura, diámetro a nivel del cuello de la raíz y número de hojas por plántula a la fecha de transplante, altura total (desde el nivel del suelo hasta la última yema terminal - SUYT-) y desde el nivel del suelo hasta la primera rama lateral

(SPRL), diámetro del tallo a nivel del suelo y número de ramas por planta a la floración completa, de las parcelas experimentales. Además de las señaladas para el segundo ensayo, se registró el número de frutos por planta y por cosecha.

El rendimiento en $Mg \cdot ha^{-1}$, las alturas y diámetros de las plantas a la floración en cm fueron analizadas estadísticamente en sus valores originales, en tanto que, el número de ramas por planta fue analizado usando la transformación $X+0,5$, para evitar que las medias y las variancias tendieran a ser iguales y siguieran la distribución de Poisson (17).

Resultados y discusión

Las cinco cosechas del primer ensayo se iniciaron 86 días después de la siembra y 56 días después del transplante. Las cosechas se realizaron semanalmente.

Los rendimientos totales de frutos fueron influidos significativamente por los tratamientos (cuadro 2).

La significancia de la interacción $S \times D$, implica que las diferencias entre las respuestas de los rendimientos totales de tomate en $Mg \cdot ha^{-1}$ a los dos sistemas de siembra empleados (S_1 y S_2), variaron con cada distancia entre plantas (D), cuando las respuestas fueron medidas considerando el número de plantas por sitio de siembra (N) como un promedio. En términos reales, se comprobó que bajo las condiciones del estudio, siempre rindieron más las parcelas sembradas mediante el sistema semillero-

transplante (S_2).

La ecuación de regresión, permitió determinar la variación provocada en los rendimientos de las plantaciones realizadas por medio del sistema semillero-transplante (S_2), por cada unidad de cambio ocurrida en las distancias entre plantas " D " (figura 1).

La evaluación de la interacción $D \times N$, indicó que las diferencias en las respuestas de los rendimientos totales de tomate obtenidas con cada uno de los números de plantas por sitio de producción (N_1 , N_2 y N_3) usados, bajo las condiciones ecológicas y de manejo concurrentes durante esta parte del estudio, variaron con las distancias entre plantas (D), cuando dichas respuestas fueron medidas como un promedio de los sistemas de siembra (S) usados. Se consiguió que

Cuadro 2. Análisis de variancia de los rendimientos totales de frutos en Mg.ha⁻¹ de las plantas de tomate bajo densidades de población y sistemas de siembra empleados.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	F. Calculada
Bloques	160,7578	1,2465
Tratamientos	6314,4827	5,76**
Sist. de Siembra (s)	868,9672	13,4753**
Dist. entre Plant. (D)	2735,5756	21,2106**
No. de Plant/H. (N)	519,4958	4,0280*
S × D	851,6063	6,5983**
S × DL	786,4285	12,1953**
S × DC	65,1778	1,0107 ^{ns}
S × N	68,4591	0,5308 ^{ns}
D × N	711,3317	2,7577*
DL × N	546,3193	4,2359*
DC × N	165,0124	1,2794 ^{ns}
S × D × N	559,0470	2,1673 ^{ns}
Error	2192,5278	—
Total	8667,7683	—

Y = 19,6963 Mg.ha⁻¹. *Significativa (P < 0,05). CV = 40,7707%. **Altamente significativa (<0,01). ns. No significativa.

los rendimientos totales de frutos en Mg.ha⁻¹, fueron superiores cuando se utilizó el menor número de plantas por sitio de siembra (N₁ y N₂), en ese orden. Por tal razón, se calcularon las ecuaciones DN₁ (cuadrática) y DN₂ (lineal) y se fijaron sus curvas (figura 2).

En el segundo ensayo se registraron a la fecha del transplante (30 DDS), los valores señalados en el cuadro 3.

El análisis de variancia de las variables medidas a la floración completa de las plantas de tomate 54 DDS para S₁ y 67 DDS para S₂ mostró diferencias significativas entre los tratamientos, al igual que para la

altura promedio desde el suelo hasta la primera rama lateral (SPRL), el diámetro promedio a nivel del suelo y el número promedio de ramas por planta. En tanto que la altura total promedio desde el suelo hasta la última yema terminal (SUYT), no fue afectada por los sistemas de siembra ni por el número de plantas por sitio de siembra usados.

Los sistemas de siembra y el número de plantas por punto de producción influyeron significativa e independientemente la altura SPRL de las plantas de tomate a la floración. Su evaluación se presenta a continuación.

La variación de las alturas

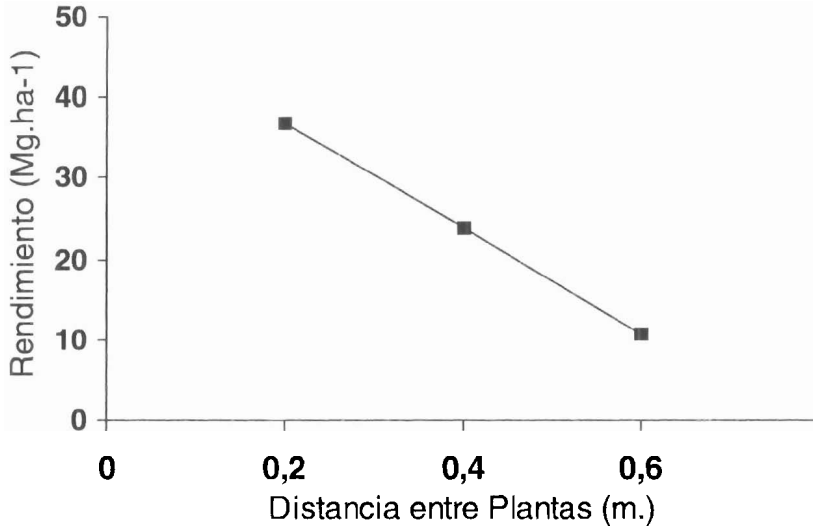


Figura 1. Rendimiento en Mg.ha⁻¹ de plantas de tomate establecidas mediante el sistema semillero-transplante bajo diferentes distancias entre plantas

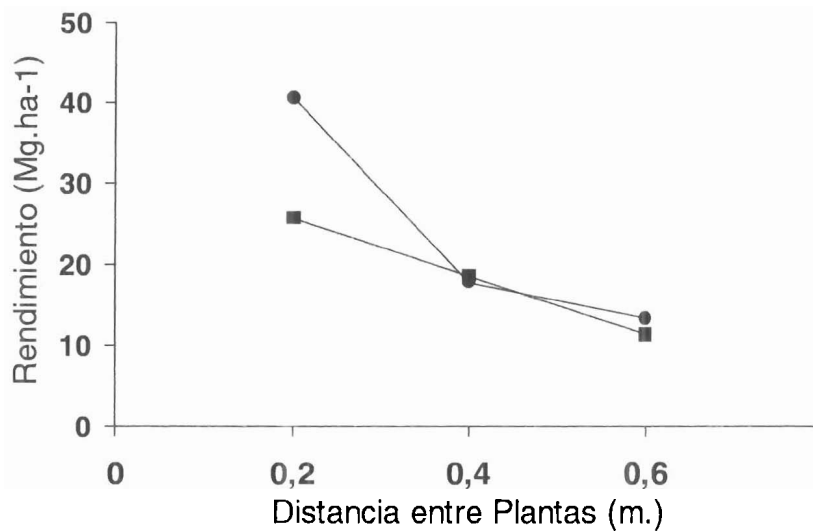


Figura 2. Rendimiento en Mg.ha⁻¹ de plantas de tomate bajo diferentes distancias entre plantas y distinto número de plantas por sitio de producción.

Cuadro 3. Altura, diámetro y número de hojas promedio de las plántulas de tomate bajo siembra directa utilizando diferente número de plantas por punto de siembra (S_1) y semillero-transplante (S_2), a la fecha del transplante.

Tratamientos	Altura en cm	Diámetro en cm	Número de hojas
S_1N_1	11,41	0,63	6,00
S_1N_2	11,91	0,57	5,96
S_1N_3	11,89	0,53	5,96
S_2 —	27,66	0,42	4,25

SPRL por efecto de los diferentes números de plantas por sitio de siembra se expresa mediante la figura 3.

De los tratamientos aplicados sólo los sistemas de siembra afectaron significativamente los diámetros de las plantas de tomate a la floración (cuadro 5).

Los sistemas de siembra y el

número de plantas por sitio de producción modificaron significativa e independientemente el número promedio de ramas por planta de tomate a la floración. Su evaluación es la siguiente:

La variación del número de ramas/planta, producida por los diferentes números de plantas por sitio de siembra se representa en la figura 4.

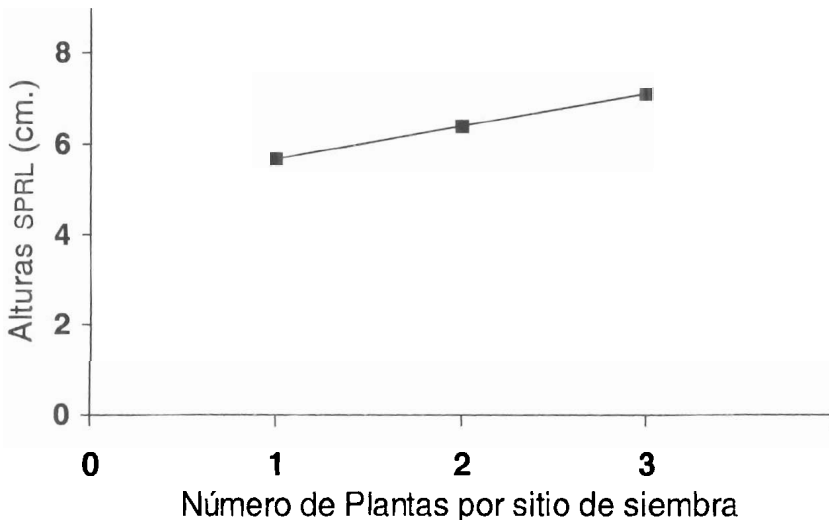


Figura 3. Altura desde el suelo hasta la primera rama lateral (SPRL) de plantas de tomate bajo diferentes número de plantas por sitio de producción.

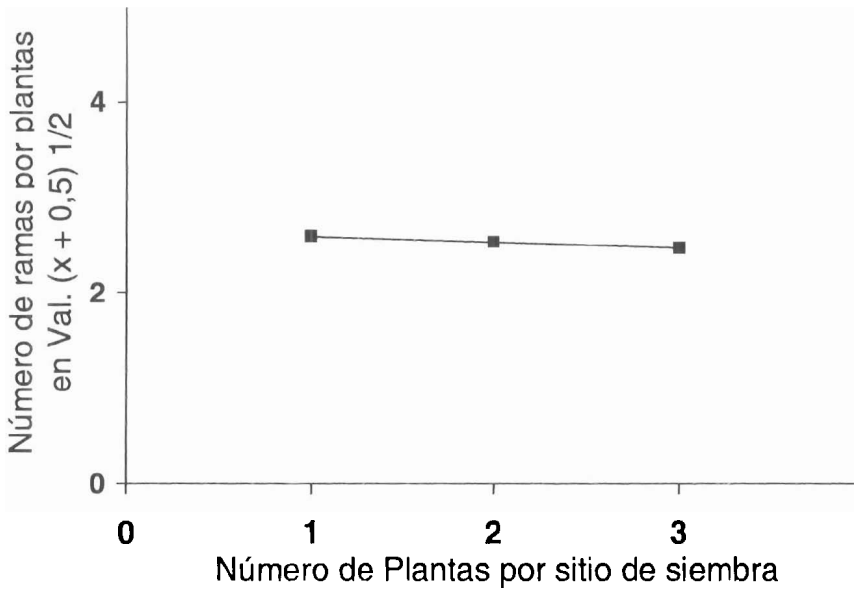


Figura 4. Número de ramas por planta transformado en valores $x + 0,5$ bajo diferentes número de plantas por sitio de producción.

En las parcelas semicomerciales, se registraron los datos que a continuación se detallan:

Las cosechas, en número de cinco, se iniciaron el 14-08-96; 85 DDS y continuaron semanalmente hasta el 12-09-96. Los pormenores se presentan en los cuadros 8 y 9.

El número de plantas que llegó a la cosecha fue el 74,44 y 87,64 % para las siembras directa y por transplante, respectivamente.

En ambos sistemas de siembra tanto la producción por planta (No. de frutos) como el patrón de distribución porcentual de la producción por cosecha fue casi similar. En efecto, el 73,2518% y 72,1203% de la producción de frutos para los sistemas de siembra directa y por transplante, respectivamente, fueron obtenidas de las cosechas 2; 3 y

4, efectuadas entre los 94 y los 108 DDS (cuadro 9).

Al momento del transplante, 30 días después de la siembra (DDS), la altura promedio de las plántulas provenientes del semillero S_2 (27,66 cm), fue superior al promedio de aquellas sembradas directamente en el campo S_1 (11,74 cm), mientras que el diámetro del tallo a nivel del cuello de la raíz y el número de hojas por plántula, cuyos valores promedio fueron 0,58 cm y 5,97 respectivamente para S_1 . Los cuales son considerados más altos que los obtenidos mediante el sistema S_2 , 0,42 cm y 4,25 hojas por plántula.

La floración completa fue alcanzada 13 días más temprano con el sistema de siembra directa (S_1) que con el de almácigo-transplante (S_2),

concordando con Burgmans y Bussell (5) en Nueva Zelanda, con FUSAGRI (11), Arenas *et al.* (2) y Moreno *et al.* (15) en Venezuela y con I.N.T.A. (12) en Argentina y contradiciendo los resultados de Leskovar y Cantliffe (13) y de Leskovar y Cantliffe (14) obtenidos en EE.UU con pimentón y tomate de mesa, respectivamente.

En ese estadio de desarrollo, cuadros 4, 5 y 6, se detectaron diferencias significativas a favor de S_1 en las variables: diámetro del tallo a nivel del suelo y número total de ramas por planta. La altura total (SUYT) no fue afectada por los tratamientos. En tanto que, la altura desde el suelo hasta la primera rama lateral (SPRL) fue significativamente superior con el

sistema semillero-transplante (S_2). Esa altura, según Añez y Figueredo (1) “puede ser muy importante en variedades susceptibles a enfermedades causadas por patógenos del suelo, los cuales, pueden diseminarse al salpicar el agua de lluvia hacia las ramas o por el contacto de éstas con el suelo húmedo. De modo que, mientras mayor sea la distancia entre el suelo y la primera rama lateral de la planta, menor será la probabilidad de contaminación”.

Las variables señaladas, tuvieron un comportamiento similar al ya descrito, en las parcelas semicomerciales del estudio (cuadro 7).

La altura SPRL y el número total de ramas por planta fueron también

Cuadro 4. Valores medios de las alturas SPRL en cm de plantas de tomate bajo dos sistemas de siembra; directa (S_1) y semillero-transplante (S_2).

	Tratamientos	
	S_1	S_2
Medias	4,4442 ^b	8,8525 ^a

Medias seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes al nivel del 1% de acuerdo con la nueva prueba de rangos múltiples de Duncan.

Cuadro 5. Valores medios en cm de los diámetros a nivel del suelo de las plantas de tomate bajo dos sistemas, directa (S_1) y semillero-transplante (S_2).

	Tratamientos	
	S_1	S_2
Medias	1,0625 ^a	0,3425 ^b

Medias seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes al nivel del 1% de acuerdo con la nueva prueba de rangos múltiples de Duncan.

Cuadro 6. Valores medios del número de ramas/planta de tomate transformados en valores $x + 0,5$, bajo dos sistemas de siembra, directa (S_1) y semillero-transplante (S_2).

Medias	Tratamientos	
	S_1	S_2
	2,6084 ^a	2,4285 ^b

a, b: Medias seguidas de la misma letra, no son significativamente diferentes al nivel del 1 % de acuerdo con la nueva prueba de rangos múltiples de Duncan.

afectadas significativamente por el número de plantas por sitio de siembra, produciéndose aumentos y disminuciones lineales de la altura SPRL y del número de ramas por planta, respectivamente, con el incremento del número de plantas por sitio de siembra (figuras. 3 y 4).

Rendimiento y producción: Bajo las condiciones del presente estudio siempre rindieron más las plantas de tomate establecidas mediante el sistema semillero-transplante (S_2) al obtenerse un promedio de 23,71 Mg.ha⁻¹ versus 15,68 Mg.ha⁻¹ logradas por el sistema de siembra directa (S_1), contradiciendo los resultados alcanzados por FUSAGRI (11), Arenas et al. (2), Moreno et al. (15) e I.N.T.A. (12) y en un todo de acuerdo con los de Leskovar y Cantliffe (14) en

tomate de mesa y Leskovar y Cantliffe (13) y Bryan y Stofella (4) en pimentón.

En las parcelas semicomerciales los rendimientos fueron también superiores con el sistema S_2 (10,87 Mg.ha⁻¹) al compararlo con el sistema S_1 (7,98 Mg.ha⁻¹). La diferencia de rendimientos se debió al mayor número de plantas cosechadas en el sistema almacigo-transplante (631), contra las 536 del sistema de siembra directa. Esto se infiere, porque la producción de frutos por planta fue similar en ambos sistemas de siembra (cuadros 8 y 9).

Los bajos rendimientos en esta etapa del estudio, se debieron a un ataque muy severo del gusano perforador del fruto de tomate *Neoleucinodes elegantalis*.

Cuadro 7. Valores medios de altura total (SUYT), SPRL, diámetro del tallo a nivel del suelo (D) y número total de ramas (NR) de las plantas de tomate a floración completa, bajo dos sistemas de siembra.

Siembra Directa				Semillero - Transplante			
Altura en cm		D	NR	Altura en cm		D	NR
SUYT	SPRL	cm	--	SUYT	SPRL	cm	--
60,25	2,89	1,206	19,50	62,80	6,05	1,031	17,30

Los rendimientos totales de frutos de tomate disminuyeron linealmente con los aumentos de las distancias entre plantas dentro de las hileras. (figura. 1). Concordando con Frost y Kretchman (10) y con Cockshull y Ho

(6). Por otra parte, los rendimientos totales de frutos fueron más altos con la disminución del número de plantas por sitio de siembra, obteniéndose 23,96; 18,46 y 16,67 Mg.ha⁻¹, para 1; 2 y 3 plantas por sitio de producción, respectivamente.

Cuadro 8. Plantas cosechadas (PC), número de frutos (NF) y peso de frutos (PF) por cosecha en dos sistemas de siembra en tomate.

Cosecha N°	Siembra Directa			Semillero – Transplante		
	P.C. N°	N.F.	P.F. (kg)	P.C. N°	N.F.	P.F. (kg)
1	536	617	28,091	631	717	33,650
2	536	1787	67,900	631	1871	85,530
3	536	1314	49,820	631	1816	81,105
4	536	1152	40,850	631	1184	49,500
5	536	936	28,750	631	1166	43,850
Total	536	5806	215,410	631	6754	293,605

Cuadro 9. Producción de número de frutos por cosecha (%) y número de frutos por planta (frutos/planta) en dos sistemas de siembra en tomate.

Cosecha No	Siembra Directa		Semillero – Transplante	
	Producción		Producción	
	%	F/p	%	F/p
1	10,6269	1,1511	10,6159	1,1363
2	30,7785	3,3340	27,7021	2,9651
3	22,6318	2,4515	26,8878	2,8780
4	19,8415	2,1493	17,5304	1,8764
5	16,1213	1,7463	17,2638	1,8479
Total	100,00	10,8322	100,00	10,7037

Conclusiones

A la fecha del transplante, 30 días después de la siembra, la altura total fue mayor en las plántulas establecidas en semillero, mientras que el diámetro del tallo y el número de hojas fueron superiores en las plántulas sembradas directamente en el campo.

A la floración completa, las variables diámetro del tallo y número total de ramas por planta fueron mayores en las plantas sembradas directamente. La altura total no fue afectada por los tratamientos, en tanto que la altura desde el suelo hasta la primera rama lateral (SPRL) fue superior en las plantas establecidas mediante el sistema semillero-transplante.

La altura SPRL aumentó y el número de ramas por planta disminuyó, con el incremento del número de plantas por sitio de siembra.

Los rendimientos fueron siempre superiores en las plantas establecidas por el sistema almácigo-transplante.

Los rendimientos totales de frutos disminuyeron con los aumentos de las distancias entre plantas y del número de plantas por sitio de siembra.

El ciclo vital del tomate disminuyó 13 días cuando las plantas fueron establecidas directamente en el campo al ser comparadas con las de transplante.

Literatura citada

1. Añez, B., y C. Figueredo. 1994. Crecimiento y producción de ají dulce en respuesta a diferentes distancias entre hileras y dosis de nitrógeno. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ), 11 (2): 113-125.
2. Arenas, M., A. Flores, R. Mejías y M. Díaz. 1985. Evaluación del sistema de siembra directa mediante el uso de la sembradora de precisión Stanhag 5870 utilizando semilla pelletizada de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). III Seminario Nacional de Hortalizas. Maracaibo. 5-7 de Junio. Mimeografiado. 11 p.
3. Argerich, C. A., K. J. Bradford and F. M. Ashton. 1990. Influence of seed vigor and preplant herbicides on emergence, growth and yield of tomato. HortScience, 25 (3): 288-291.
4. Bryan, H. H. and P. J. Stofella. 1988. Planting methods to improve stand establishment, uniformity, and earliness to flower in bell pepper. Journal of the American Society for Horticultural Science, 113 (3): 331-335.
5. Burgmans, J. L. and W. T. Bussell. 1983. Cultivar testing for direct seeded pulp and paste process tomatoes in Hawke's Bay. New Zealand Journal of Experimental Agriculture, 11: 257-263.
6. Cockshull, K. E., and L. C. Ho. 1995. Regulation of tomato fruit size by plant density and truss-thinning. Journal of Horticultural Science, 70 (3): 395-407.
7. Csinsky, A. A., C. D. Stanley and A. J. Overman. 1986. Response of two tomato cultivars to irrigation systems, fertilizer sources and plant spacings for three consecutive seasons. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings, 46: 1-4.
8. Davis, J. M. and E. A. Estes. 1993. Spacing and pruning effect growth, and yield economic returns of staked fresh-market tomatoes. Journal of the American Society for Horticultural Science, 118 (6): 719-725.

9. De A. Maschio, L. M., E. G. F. De Sousa. 1982. Adubacao basica, nitrogenio em cobertura, espacamento e desbrota, na producao do tomateiro. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, Brasilia, 17 (9): 1309-1315.
10. Frost, D. J. and D. W. Kretchman. 1988. Plant spatial arrangement and density effects on small-and medium-vined processing tomatoes. Journal of American Society for Horticultural Science, 113 (1): 51-55.
11. Fundación Servicio para el Agricultor (FUSAGRI). 1985. Siembra directa del tomate. Noticias Agrícolas Vol. X, No. 31.
12. I.N.T.A. 1990. El cultivo del tomate para industria. Manual No. 1. Centro Regional Cuyo. Edit. Agro de Cuyo. Rivadavia, Argentina. 120 p.
13. Leskovar, D. I. and D. J. Cantliffe. 1993. Comparison of plant establishment method, transplant, or direct seeding on growth and yield of bell pepper. Journal of the American Society for Horticultural Science, 118 (1): 17-22.
14. Leskovar, D. I. and D. J. Cantliffe. 1994. Transplant production systems influence growth and yield of fresh-market tomatoes. Journal of the American Society for Horticultural Science, 119 (4): 662-668.
15. Moreno, D., C. Peña, S. Méndez y J. Domínguez. 1989. Prueba de siembra directa mecanizada en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) con dos (2) cultivares en la localidad de Puerta Negra del Municipio Magdalena del estado Aragua, Venezuela. Mimeografiado. 13 p.
16. Rick, C. M. 1978. El Tomate. Scientific American (edición española) Investigación y Ciencia, 25: 44-55.
17. Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics. Mc Graw-Hill Book Company, INC, New York.
18. Warnock, S. J. 1990. Tomato evolution and its implications for tomato culture. Hort Science, 25 (2) 139-140.