

INFLUENCIA DEL INJERTO Y DE LA DESINFECCIÓN DEL SUELO CON VAPOR DE AGUA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y EL TAMAÑO DEL TOMATE

PEDRO HOYOS ECHEVARRÍA

Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Madrid.
E.U.I.T. Agrícola. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid

SOTERO MOLINA VIVARACHO
PATRICIA TENA PANIAGUA (*)

Centro de Experimentación y Capacitación Agraria.
Consejería de Agricultura de la Junta de Castilla-La Mancha.
Marchamalo (Guadalajara)
(*) TRAGSA. Guadalajara

RESUMEN

La desinfección del suelo con vapor de agua es una de las alternativas al empleo de bromuro de metilo, menos empleado en nuestro país, probablemente por el coste (fundamentalmente en combustible) y lo difícil de llevarla a cabo en zonas con una gran dispersión de parcelas de agricultores que no poseen mucha superficie. La dificultad se incrementa sobre todo si se quieren alcanzar profundidades importantes (35-45 cm) que permitan la realización de cultivos como tomate o pepino. En la zona Centro y en tomate y pepino, el injerto está dando buenos resultados como técnica alternativa, siempre y cuando se disponga de portainjertos que resistan, o al menos toleren, los problemas que se puedan presentar en el suelo. Dada la falta de información en nuestras zonas sobre la desinfección con vapor de agua y de las posibles ventajas de emplear ambas técnicas combinadas se planteó en el C.E.A. de Marchamalo, en Guadalajara, un ensayo factorial en el que los factores eran: empleo de vapor de agua como desinfectante y empleo de planta injertada, en este caso sobre dos portainjertos diferentes, contando también, por tanto, con plantas sin injertar y con parcelas que no fueron desinfectadas. El cultivar elegido para este ensayo ha sido Bond, y los portainjertos: Beaufort y He-man. El diseño adoptado es factorial en bloques al azar con tres repeticiones. El marco de plantación fue de 1 x 0,66 m, lo que supone una densidad de 1,5 pl/m², podándose las plantas a dos brazos, lo que supone 3 br/m². El transplante se hizo el 10 de abril de 2006, comenzando

la recolección el 3 de julio del 2006 (a los 85 días del trasplante), finalizándose el 30 de octubre del 2006, durando el periodo de recolección 119 días.

Globalmente, desinfectar permitió $13,10 \text{ kg/m}^2$ muy por encima de los $10,99 \text{ kg/m}^2$ obtenidos sin desinfectar. Globalmente también, injertar sobre ambos portainjertos resulto mejor que no hacerlo, siendo mayor la producción obtenida con He-man, $13,81 \text{ kg/m}^2$ que la conseguida con Beaufort, $12,20 \text{ kg/m}^2$ (se confirma la mejor adaptación del primero a cultivo de verano), mientras que las plantas sin injertar tan sólo han obtenido $10,11 \text{ kg/m}^2$. Las plantas sin injertar, cultivadas en parcelas no desinfectadas produjeron sólo $7,69 \text{ kg/m}^2$, muy lejos de la mejor combinación, que resultó ser aquella en que las plantas injertadas sobre He-man fueron cultivadas en suelo no desinfectado, con las que alcanzó una producción $14,08 \text{ kg/m}^2$, lo que podría indicar que injertar puede ser una solución suficiente, siempre y cuando el portainjerto tenga resistencia a los problemas del suelo que aconsejasen realizar la desinfección.

La desinfección no parece haber influido en el calibre de los tomates cosechados, los porcentajes obtenidos en los diferentes calibres son similares para los tomates provenientes de plantas cultivadas en suelos desinfectados o sin desinfectar. Injertar o no hacerlo, por el contrario, sí que influye en el tamaño del tomate, al injertar los tomates pertenecen mayoritariamente a los calibre G y GG y sin injertar son más importantes los porcentajes en los tamaños M y MM.

El grado de presencia de nódulos de nemátodos (según la escala de Bridge y Page) ha sido mayor en las raíces de plantas cultivadas en las parcelas sin desinfectar con respecto a las plantas de las parcelas desinfectadas. Globalmente también, las plantas no injertadas presentaron mayor presencia de nódulos en sus raíces que las plantas injertadas. Considerando las combinaciones entre factores, la menor presencia de nódulos se observó en las plantas no injertadas cultivadas en suelos que habían sido desinfectados.

1. INTRODUCCIÓN

En los cultivos hortícolas han sido un gran problema los patógenos del suelo, por eso se han ido desarrollando técnicas efectivas para la desinfección del suelo, sobre todo cuando las rotaciones y cultivos se intensifican. Uno de los mejores desinfectantes del suelo ha sido el bromuro de metilo, que ha sido utilizado como fumigante en la agricultura. El bromuro de metilo es muy penetrante y muy efectivo a bajas concentraciones, pero debido a lo perjudicial para la capa de ozono, su uso esta prohibido, por lo que han aparecido nuevas técnicas para la desinfección del suelo, como son: la solarización, acolchados plásticos, vapor de agua, etc. La desinfección con vapor de agua es eficaz pero tiene una serie de inconvenientes: coste energético, y además algunos tipos de suelos no permiten la penetración del vapor de agua a gran profundidad. La efectividad del sistema es mucho mayor sobre suelo seco que sobre suelo húmedo. Unido a estos sistemas de desinfección del suelo hay que señalar también el empleo de portainjertos, que hacen que el sistema radicular sea más fuerte frente a los patógenos, y también que tiene resistencias o tolerancias a determinadas enfermedades. Por lo cual si uniésemos los dos sistemas contra la lucha de los problemas del suelo, nuestra pregunta es si se incrementaría su respuesta beneficiosa o por el contrario no habría ningún efecto sumatorio a la desinfección del suelo.

2. MATERIAL VEGETAL

2.1. Material vegetal

Los portainjertos ensayados son:

- *HE-MAN*: (Syngenta Seeds) Híbrido interespecífico. Vigoroso, entrenudos cortos. Recomendado para injertos de cultivares sensibles a nemátodos. Resistente a Virus del Mosaico del tabaco, Verticilium, Fusarium 2, Cladosporium, Fusarium radicis, y Stemphyllium, tolerante a nemátodos.
- *BEAUFORT*: (De Riuter) Híbrido de tipo interespecífico. Induce mayor vigor y mejor comportamiento con frío, más producción y calibre. Compatible con todos los cultivares de tomate y berenjena. Resistente a virus del Mosaico del tabaco, Fusarium 2, F. radicis, Verticilium, Corky Root y Nemátodos.

El cultivar ensayado es:

- *BOND*: (Seminis Petosed) Variedad de planta abierta y vigor medio que se adapta bien a cultivos de invernadero y aire libre. Frutos gruesos G-GG, muy firmes, con atractivo color rojo y pintón, así como buen sabor. Muy productivo y precoz. Resistente al virus del Mosaico del Tabaco, Verticillium, Fusarium 1.2. Nemátodos y virus del Bronceado del Tomate.

2.2. Desinfección

La desinfección se realizó a primeros de diciembre, el sistema constaba de una caldera y dos difusores. Lo primero que se hacía era tapar la zona a desinfectar con una lona específica para tal uso, el suelo estaba seco para una mejor desinfección, ya que es lo aconsejable para una mayor efectividad. En la parcela a tratar se hacía una zanja en el perímetro y se sujetaba la lona enterrándola superficialmente. Los difusores se colocaban en el medio de la parcela. Para comprobar que se alcanzaba una temperatura óptima, se puso un termómetro a la mitad en el punto contrario a los difusores enterrándole unos 30 cm aproximadamente y cuando marcaba el termómetro 80 °C-90 °C consideramos que habíamos alcanzado la temperatura deseada.

2.3. Diseño estadístico. Planteamiento del ensayo. Marco de plantación

El diseño adoptado es factorial en bloques al azar con tres repeticiones. La parcela elemental era 6,6 m². El marco de plantación fue de 1 x 0,66 m, lo que supone una densidad de 1,51 pl/m², además están podadas a dos brazos, lo que supone 3,02 br/m².

Los controles realizados en cada recolección fueron: pesada de los tomates obtenidos en cada parcela elemental y clasificación por tamaños en una calibradora comercial de todos los tomates obtenidos. Con estos controles podemos disponer también del peso medio. La clasificación de calibres aplicada es la comunitaria para tomate redondo, con las siguientes denominaciones e intervalos según el diámetro ecuatorial del tomate: MM de 47-57 mm, M de 57-67 mm, G de 67-82 mm, GG de 82-102 mm, GGG más de 120 mm.

En algunas recolecciones también se controlaron diferentes parámetros de calidad, sobre una muestra representativa de tres tomates de cada cultivar, que fueron analizados en el laboratorio independientemente.

Al finalizar el cultivo se midió, con un calibre, el diámetro del cuello de todas las plantas como índice del vigor que tenían las mismas. También se analizó el contenido de materia seca de las plantas de cada combinación (portainjertos y tratamiento).

Una vez arrancadas las plantas se realizó un examen ocular del sistema radicular de las mismas para detectar la posible presencia de nódulos de nematodos.

2.4. Cultivo

2.4.1. Transplante

El transplante se hizo el 10 de abril de 2006, tras preparar el terreno con un pase de subsolador, cultivador y rotovalor, en un invernadero comercial con cubierta de policarbonato.

2.4.2. Poda y entutorado

Para la poda a dos brazos se eliminó la yema terminal por encima de la cuarta hoja, favoreciendo así la obtención de los brotes asilares, eligiendo posteriormente los dos mejores situados, que fueron los que posteriormente se entutoraron y sobre ellos se desarrolló la producción. El resto de las labores de poda se efectuó igual que si las plantas hubiesen estado podadas a un brazo. Finalmente se despuntaron los tallos principales cuando alcanzaron el 10°-12° racimo.

El entutorado es vertical mediante un hilo de rafia en cada tallo, sujeto con un clip al cuello de la planta en su parte inferior y por la superior a un alambre situado a dos metros de altura, cada 30 cm se sujeta la planta al hilo con clips, cuando la planta llega a la altura del alambre del entutorado se deja caer al otro lado.

2.4.3. Riego y abonado

Como abonado de fondo se incorporaron 80 g.m⁻² del complejo 9-18-27 que fueron enterrados con las labores de vertedera y rotovalor.

Los abonados de cobertera sobre el cultivo se aplicaron en fertirrigación, con la siguiente cadencia y composición: desde los 15 días tras el trasplante hasta el comienzo de la recolección se aporta 1 g de nitrato potásico y 1g de fosfato monoamónico por m² y semana; desde el inicio de la recolección y hasta 15 días antes de finalizar ésta se incorporan semanalmente y por m²: 2 g de nitrato potásico, 1 g de nitrato magnésico y 1 g de fosfato monoamónico.

El agua de riego fue aplicada por medio de un sistema localizado con goteros interlíneas de 12 mm de diámetro y con un caudal de 4 l/h⁻¹. La cantidad total de agua de riego aplicada durante el cultivo ha sido de 1.040,61 l/m², lo que supone una dosis diaria media de 5,31 l/m².

3. RESULTADOS

3.1. Producción

La recolección comenzó el 3 de julio del 2006 (a los 85 días del trasplante), finalizándose el 30 de octubre del 2006, durando el periodo de recolección 119 días. Se reali-

zaron 31 recolecciones con una cadencia de tres por semana (lunes, miércoles y viernes), menos en octubre que fueron más o menos semanales.

Sin desinfectar, al principio la producción de las plantas injertadas y sin injertar es similar no apreciándose diferencias hasta que transcurren cerca de 35 días desde que se inició la recolección (120 días tras el trasplante (d.t.t)) (figura 3). A partir de ese momento las plantas injertadas permiten recolecciones más importantes que las que no lo estaban (figura 1) siguiendo una pauta parecida sobre los dos portainjertos, aunque es ligeramente superior la producción de la planta injertada sobre He-man. Estas diferencias se agrandan entre los 143 d.t.t. y los 163 d.t.t, atenuándose a partir de este momento hasta el final de la recolección, llegando a ser la diferencia entre ellos de casi 3 kg/m^2 (figura 3). Las plantas sin injertar, como se dijo al principio aguantaron pero a partir de 120 d.t.t. su producción es muy baja (alrededor de $0,2 \text{ kg/m}^2$ (figura 1)) lo que lleva a que cada vez vaya teniendo una producción acumulada más baja que la del resto. A partir de 156 d.t.t. prácticamente no hay producción, la línea de producción acumulada es casi paralela al eje de las x y cada vez más lejos de las otras (figura 3).

En las parcelas desinfectadas, al principio las plantas injertadas y sin injertar han obtenido producciones parecidas, como se ha señalado anteriormente en las parcelas no desinfectadas, las recolecciones han sido importantes hasta los 99 d.t.t. (figura 4) en la que se produce una bajada en la producción en las plantas injertadas y no injertadas (figura 2). Esta bajada ha sido tanto en injertadas como sin injertar, las cuales no se recuperan hasta aproximadamente los 120 d.t.t., en las que se empiezan a diferenciar las plantas injertadas de las plantas no injertadas, debido quizás a que se empieza a mostrar ya el potencial radicular de las plantas injertadas en un principio, ya que en estas parcelas desinfectadas, en principio no se mostrarían tan evidentemente los problemas derivados del suelo (figura 3). A partir de los 156 d.t.t. la producción de las plantas injertadas y no injertadas es de aproximadamente $0,5 \text{ kg/m}^2$, la diferencia entre las plantas no injertadas y las injertadas se mantiene constante, pero a partir de los 185 d.t.t. se ha apreciado una ligera diferencia entre los dos portainjertos (figura 4).

En definitiva, hasta los 120 d.t.t. todas las plantas se comportan de manera similar, las producciones acumuladas hasta ese momento son parecidas para todas las combinaciones y cercanas a 6 kg/m^2 . A partir de ese momento la planta injertada sin injertar cultivada en suelo no desinfectado empieza a descolgarse consiguiendo sólo 2 kg/m^2 más desde entonces hasta el final del cultivo (figura 3), las plantas sin injertar cultivadas en suelo desinfectado aguantan como la injertada en ese mismo tipo de suelo y sólo sobre los 130-150 d.t.t es cuando sufren una ligera bajada que ya no recupera y que es la que motiva que la producción final sea alrededor de 1 kg.m^2 más baja (figura 4). Desinfectar el suelo con vapor de agua, por tanto, permite que las plantas sin injertar apenas presenten diferencias productivas con respecto a las injertadas, aunque esta apreciación se estudiará de forma detenida en el epígrafe siguiente, en el que los análisis estadísticos nos permitan afirmar o desmentirlo. He-man expresa mucho mejor su adaptación a épocas de cultivo de verano si no se desinfecta el suelo.

3.1.1. Producción mensual

En el mes de **julio** no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los factores en estudio ni interacción entre ellos. La producción obtenida en la parcela desinfectada ha sido ligeramente mayor a la obtenida de la parcela no des-

infectada, con 4,76 y 4,54 kg/m², respectivamente (tabla 1). Las plantas sin injertar han obtenido mayor producción que las injertadas, con indiferencia del portainjerto. Las plantas injertadas con Beaufort han obtenido 4,46 kg/m², con He-man 4,64 kg/m², y las plantas sin injertar 4,86 kg/m² (tabla 1). En este mes todas las combinaciones se comportan de forma parecida (figura 6), no hay d.e.s. entre ellas, algo que se había ya adelantado en el epígrafe 3.1. Las plantas sin injertar superan a las injertadas en los dos suelos: desinfectado y sin desinfectar, siendo mejor la respuesta en los primeros, puede que el hecho de haber desinfectado mejore algo la respuesta precoz del cultivo (figura 5). En este mes apenas se ve influencia del injerto ni mucho menos del portainjerto empleado, de momento toda la planta parece que ha superado la fase de expansión de su sistema radicular en el suelo de forma parecida sin acusar ningún problema (figura 6).

En el mes de **agosto** se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento y entre si las plantas están injertadas o no, no habiendo interacción entre ambos factores. La producción que han obtenido las plantas en la parcela desinfectada ha sido superior a la de la zona sin desinfectar, con 3,88 y 2,96 kg/m², respectivamente. Esta bajada de producción en las parcelas no desinfectadas puede ser motivada a que las plantas empiezan a reflejar los problemas del suelo que suelen aflorar al avanzar el periodo de cultivo. Ambos portainjertos han obtenido una producción superior, de aproximadamente 2 kg/m², que las plantas no injertadas (tabla 1); He-man supera a Beaufort, confirmando su mejor adaptación al cultivo de verano como se ha mencionado anteriormente. Las plantas de la parcela desinfectada con el portainjerto He-man han obtenido la mejor producción con 4,51 kg/m², mientras que las plantas sin injertar de la parcela no desinfectada han sido la peor con 1,43 kg/m² (tabla 1 y figura 5). Resumiendo, se han encontrado d.e.s. entre el tratamiento y el portainjerto, obteniéndose mayor producción en la parcela desinfectada, diferencia más apreciable en el caso de las plantas sin injertar (figura 7).

En el mes de **septiembre** se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre si las plantas están injertadas o no, y también ha habido interacción entre ambos factores en estudio. En este mes las plantas de la parcela desinfectada han obtenido una producción ligeramente mayor que las de la parcela no desinfectada, con 3,35 y 2,68 kg/m², respectivamente. Las plantas injertadas sobre el portainjerto He-man han obtenido una producción superior, con 3,62 kg/m², quedando el portainjerto Beaufort en un punto intermedio, con 3,62 kg/m², mientras que las plantas sin injertar han sido las que han obtenido la menor producción, con tan sólo 2,32 kg/m² (tabla 1). Las plantas sin injertar de la parcela sin desinfectar han sido las que han obtenido la peor producción con 1,09 kg/m², mientras que He-man en la parcela sin desinfectar ha sido el que ha obtenido la mejor producción con 4,00 kg/m² (tabla 1 y figura 5). Globalmente las plantas sin injertar y Beaufort han obtenido mayor producción en la parcela desinfectada, mientras que He-man ha obtenido mayor producción en la parcela no desinfectada. Las plantas sin injertar han sido las que han obtenido una diferencia mayor en ambas parcelas, al igual que ocurría en el mes anterior (figura 8).

En el mes de **octubre** no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los factores ni ha habido interacción entre ellos. Las producciones este mes han sido muy bajas, ya que se finalizó el cultivo el día 20. La producción obtenida en la parcela desinfectada ha sido ligeramente mayor a la de la parcela sin desinfectar, con 1,09 y 0,81 kg/m² (tabla 1). Las plantas injertadas sobre He-man han obtenido una producción ligeramente mayor con 1,28, mientras que Beaufort y las plantas sin injertar han obtenido ambas lo mismo con 0,78 kg/m² (tabla 1). Siguiendo la pauta de los

meses anteriores las plantas sin injertar de la parcela sin desinfectar han sido las que han obtenido la producción menor, con $0,46 \text{ kg/m}^2$, mientras que He-man en esta parcela ha obtenido la mayor producción con $1,35 \text{ kg/m}^2$ (tabla 1 y figura 5). Resumiendo, las plantas sin injertar y Beaufort han sido las que han obtenido mayor producción en la parcela desinfectada que en la no desinfectada, mientras que en el caso de He-man han obtenido producciones prácticamente parecidas en ambas parcelas (figura 9).

3.1.2. Producción total

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y entre los portainjertos, también ha habido interacción entre ambos factores. La producción obtenida en la parcela desinfectada ha sido superior a la obtenida en la no desinfectada, superándola en aproximadamente 2 kg/m^2 (tabla 1). Las plantas sin injertar han sido las que han obtenido la menor producción, con $10,11 \text{ kg/m}^2$, mientras que ambos portainjertos, He-man y Beaufort han sido superiores, encontrándose d.e.s, con $13,81$ y $12,20 \text{ kg/m}^2$ (tabla 1). Las plantas sin injertar en la parcela no desinfectada han obtenido la menor producción, la mejor producción la ha obtenido He-man en la parcela no desinfectada con $14,08$ (tabla 1 y figura 5).

Resumiendo, el tratamiento que ha tenido una mejor respuesta productiva ha sido la parcela desinfectada, mientras que en el caso de injertar o no las plantas, mejora la respuesta productiva en 3 kg.m^2 en el caso del portainjerto He-man y 2 kg.m^2 con Beaufort que las plantas no injertadas. Pero un hecho curioso es la respuesta productiva de las plantas injertadas con el portainjerto He-man en la parcela no desinfectada, que supera al resto.

3.2. Calibres

Globalmente, las plantas injertadas sobre ambos portainjertos han obtenido tomates con calibres más grandes, independientemente del tratamiento de la desinfección o no, que las plantas sin injertar, hecho que era de esperar debido a que los portainjertos tienen mayor capacidad para asimilar mejor los nutrientes y agua del suelo, es decir, tiene mayor potencial radicular. Los tomates que han sido recolectados en las plantas sin injertar de la zona no desinfectada han sido los que han tenido un calibre más pequeño, siendo la mayoría de los calibres MM+M, el 63% aproximadamente (tabla 2 y figura 11). Por el contrario, las plantas no injertadas de la zona desinfectada han obtenido tomates del calibre MM+M, el 46% aproximadamente (tabla 2 y figura 11). Los tomates que se han obtenido en ambos portainjertos, como hemos señalado anteriormente, no se han observado diferencias, debido a que se han obtenido porcentajes parecidos en los calibres G+GG (tabla 2 y figura 11).

La evolución de los calibres a lo largo del periodo de muestreo en las plantas no injertadas de la parcela no desinfectada se ha observado que, como habíamos señalado anteriormente, se han obtenido frutos más pequeños, sobre todo al final del periodo de muestreo, un alto porcentaje ha sido MM + M, sin embargo en las primeras fechas de muestreo se han obtenido frutos más grandes, llegando a conseguir frutos incluso de la GGG (figura 8). En las plantas injertadas se han observado pocas diferencias (figuras 7 y 9), sólo destacar que He-man al final del periodo de muestreo ha obtenido frutos más grandes que Beaufort. En la parcela desinfectada, la evolución de los calibres a lo largo del periodo de muestro se ha observado que existen mínimas diferencias entre las plantas

no injertadas y las injertadas sobre ambos portainjertos, como se puede observar desde la gráfica 15 hasta la gráfica 17, sólo destacar que se han recolectado tomates con un calibre ligeramente menor en las plantas sin injertar al final del periodo de muestreo. Resumiendo, la evolución de los calibres en la parcela desinfectada es prácticamente homogénea, mientras que en la parcela no desinfectada se acusan más las diferencias de las plantas injertadas y no injertadas.

No ha afectado ni la desinfección del suelo ni la utilización de portainjertos a los pesos medios de los frutos recolectados (tabla 3), sólo destacar un pequeño detalle, que en las plantas no injertadas de la parcela no desinfectada han obtenido frutos de menor peso en el calibre MM.

En una visión global, en la evolución de los pesos medios a lo largo del periodo de muestreo, se han obtenido mayores pesos medios al principio del cultivo, disminuyendo ligeramente según avanza el cultivo, debido además del envejecimiento de la planta también porque los problemas relacionados con el suelo que van apareciendo según avanza el periodo de cultivo, con lo cual los nutrientes y agua no llegan a los frutos para que se desarrollen plenamente, lo que hace que disminuya su peso medio (figura 18). Este efecto se acusa más en las plantas sin injertar que en las injertadas, como hemos señalado anteriormente en la parcela no desinfectada.

3.3. Frutos recolectados

Los tomates por unidad de superficie en el mes de **julio** se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, entre si las plantas están injertadas o no y también ha habido interacción entre ambos factores. En la parcela no desinfectada se ha obtenido una producción de frutos superior a la parcela desinfectada con 24,83 y 22,42 frutos/m² (tabla 4). En cuanto a los portainjertos, He-man ha sido superior al resto con 25,77 frutos/m², Beaufort ha sido el que menos frutos ha obtenido con 20,78 frutos/m², y las plantas sin injertar han quedado en un punto intermedio con 24,33 frutos/m² (tabla 4). En la parcela no desinfectada las plantas sin injertar y He-man han sido las que han obtenido un número de frutos superior al resto, con 27,50 y 26,99 frutos/m², mientras que en esta misma parcela Beaufort ha sido la que menor número de frutos ha obtenido con 20,00 frutos/m² (tabla 4 y figura 19).

En el mes de **agosto** se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y entre si las plantas están injertadas o no, pero no ha habido interacción entre ambos factores. Las plantas de la parcela desinfectada han sido las que han obtenido un número de frutos superior a las de la parcela no desinfectada, con 20,66 y 15,30 frutos/m² (tabla 4). Ambos portainjertos han obtenido un número de frutos superior que las plantas sin injertar, con 21,82 frutos/m² en el caso de He-man, 19,32 frutos/m² Beaufort y 12,80 frutos/m² en el caso de las plantas sin injertar (tabla 4). Las plantas sin injertar de la parcela desinfectada han sido las que han obtenido mayor número de frutos con 24,04 frutos/m², mientras que el portainjerto He-man en la parcela no desinfectada ha sido el menor con 9,34 frutos/m² (tabla 4 y figura 19).

En el mes de **septiembre** se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y entre si las plantas están injertadas o no, también ha habido interacción entre ambos factores en estudio. Las plantas de la parcela desinfectada han obtenido un número de frutos superior a las plantas de la parcela no desinfectada, con 21,50 y 16,55 frutos/m² (tabla 4). Ambos portainjertos, Beaufort y He-man, han obtenido

un número de frutos superior a las plantas sin injertar, con 22,50 y 19,07 frutos/m² respectivamente en el caso de los portainjertos y 15,50 frutos/m² en las plantas sin injertar (tabla 4). En la parcela no desinfectada con el portainjerto, He-man ha sido el que ha obtenido menor número de frutos que el resto, con 7,27 frutos/m², mientras que el resto ha sido superior y las plantas sin injertar de la parcela no desinfectada ha sido en la que se han obtenido el mayor número de frutos que el resto con 24,04 frutos/m² (tabla 4 y figura 19).

En el mes de **octubre** no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre si las plantas están injertadas o no y entre los tratamientos, pero sí ha habido interacción entre ambos factores en estudio. Los frutos obtenidos en la parcela no desinfectada han sido mayor que los de la parcela desinfectada con 6,72 y 5,72 frutos/m² (tabla 4). Las plantas injertadas sobre el portainjerto He-man han sido las que han obtenido mayor número de frutos con 7,54 frutos/m², por el contrario las plantas injertadas sobre Beaufort han sido las que menor número de frutos han obtenido con 5,56 frutos/m², mientras que las plantas sin injertar y Beaufort han obtenido resultados parecidos (tabla 4).

En la producción **total** se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre si las plantas están injertadas o no y entre los tratamientos, también ha habido interacción entre ambos factores en estudio. Las plantas de la parcela desinfectada han obtenido un número de frutos superior a las plantas de la parcela no desinfectada con 72,14 y 60,37 frutos/m² respectivamente (tabla 4). Las plantas sin injertar han sido las que han obtenido un número de frutos superior la resto con 76,09 frutos/m², mientras que He-man tan sólo ha obtenido 57,96 frutos/m² quedando Beaufort en un punto intermedio, 64,72 frutos/m² (tabla 4). El portainjerto Beaufort en la parcela no desinfectada ha sido el que ha obtenido menor número de frutos con 59,44 frutos/m², mientras que todas las plantas sin injertar de la parcela no desinfectada ha sido la que ha obtenido superior número de frutos con 77,27 frutos/m² (tabla 4).

Resumiendo, entre si la desinfección afecta o no al número de frutos se ha observado que se obtienen más frutos en la parcela desinfectada, y además mayor producción, que la parcela no desinfectada. Si injertamos o no las plantas se ha observado que en ambos portainjertos, He-man y Beaufort obtienen menor número de frutos, pero mayor producción, que las plantas sin injertar, así que injertando obtenemos menos tomates, pero de mayor calibre, como se ha dicho en el apartado anterior. En la parcela desinfectada en los dos portainjertos y en las plantas sin injertar ha sido donde se ha obtenido mayor número de frutos; sin embargo, en la parcela no desinfectada, Beaufort ha sido el que menor número de frutos ha obtenido.

3.4. Parámetros vegetativos

3.4.1. Diámetro del cuello de las plantas

Al término del cultivo se midió el diámetro del cuello de cada brazo para poder hacerse una idea del vigor alcanzado por la planta. Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre si las plantas están injertadas o no, pero no entre los tratamientos, ni tampoco ha habido interacción entre ambos factores en estudio. Las plantas injertadas sobre Beaufort han sido las que han obtenido un diámetro del cuello

superior al resto, con 20,03 mm, mientras que las plantas no injertadas han sido las que han obtenido el menor diámetro, con 15,15 mm (tabla 5). Las plantas de la parcela desinfectada han obtenido mayor diámetro que las de la parcela no desinfectada, con 18,28 y 17,51 mm, respectivamente. En la parcela desinfectada el portainjerto Beaufort ha sido el que ha obtenido mayor diámetro, con 20,35 mm, mientras que este mismo portainjerto en la parcela no desinfectada ha sido el que ha obtenido el menor diámetro del cuello con 14,81 mm (tabla 5). Resumiendo, los resultados obtenidos nos han demostrado que las plantas sin injertar tienen menor diámetro del cuello, lo que nos indicaría menor vigor, y por lo tanto una menor producción. Pero aunque no se han encontrado d.e.s. entre el tratamiento de las parcelas y si las plantas estaban injertadas o no, pero se ha observado que en las peores condiciones, es decir, en la parcela no desinfectada y las plantas sin injertar, la media de los diámetros del cuello es mayor que la zona no desinfectada, hecho muy curioso, porque no se ha obtenido mayor producción como lo comentado anteriormente. En cambio He-man obtiene resultados parecidos en ambos tratamientos, mientras que Beaufort sí muestra una clara diferencia en el desarrollo vegetativo entre la parcela desinfectada y no desinfectada.

3.4.2. *Materia seca de las plantas*

Tras finalizar el cultivo se cogieron dos muestras de hojas de cada repetición y se metieron en una estufa a una temperatura constante de 85 °C durante 48 horas, hasta alcanzar peso constante. Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y entre si las plantas estaban injertadas o no, no habiendo interacción entre ambos factores en estudio. Las plantas de las parcelas no desinfectadas han obtenido mayor contenido de materia seca que las plantas de las parcelas desinfectadas, con 14,49 y 12,60%, respectivamente (tabla 5). Las plantas injertadas sobre Beaufort y He-man han obtenido un porcentaje de materia seca superior a las plantas sin injertar, con 12,95, 12,83 y 15,54% respectivamente (tabla 5). El portainjerto Beaufort en ambos tratamientos han obtenido prácticamente lo mismo, mientras que He-man la diferencia entre las parcela desinfectada y no desinfectada es aproximadamente un 2%; por otro lado, las plantas sin injertar las diferencias entre ambos tratamientos supera el 3% (tabla 5).

3.5. Grado de presencia de nódulos de nemátodos

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, pero no entre si las plantas están injertadas o no, tampoco ha habido interacción entre ambos factores. Las plantas de la parcela no desinfectada han obtenido un grado de nódulos superior a las plantas de las parcelas desinfectadas, con 5,72 y 3,00 respectivamente. En las plantas injertadas sobre ambos portainjertos ha sido mayor el grado de nódulos de nemátodos mientras que la de las plantas sin injertar con 3,65 (tabla 5). Las plantas injertadas sobre ambos portainjertos, tanto Beaufort como He-man, han obtenido poca diferencia en las dos parcelas, pero, por el contrario, en las plantas sin injertar la diferencia es notable de aproximadamente cuatro grados (según la escala de J. Bridge).

4. DISCUSIÓN

La producción obtenida por la parcela desinfectada es superior a la obtenida por las plantas en la parcela no desinfectada, superándola en aproximadamente 3 kg/m^2 . Las plantas injertadas han obtenido una producción superior a las plantas sin injertar, siendo el portainjerto He-man el que ha demostrado una gran capacidad de producción respecto a Beaufort, debido a su gran adaptación al periodo de cultivo. Las diferencias en la parcela desinfectada son mínimas entre las plantas sin injertar y ambos portainjertos, lo que nos demostraría que la desinfección es capaz de desinfectar el suelo de una manera fiable, pero en el otro extremo se ha obtenido que el portainjerto He-man en la parcela no desinfectada supera al resto, mientras que las diferencias con Beaufort son de aproximadamente 6 kg/m^2 . En cuanto al porcentaje obtenido de cada calibre, es más homogéneo en el caso de la parcela desinfectada existiendo pocas diferencias, mientras que en la parcela no desinfectada sí se han recolectado tomates de calibre más pequeño. Entre los portainjertos y las plantas sin injertar, ambos portainjertos han obtenido calibres mucho mayores y a lo largo de todo el periodo de cultivo, mientras que las plantas sin injertar han obtenido tomates con menor calibre y además con menor peso medio. Los frutos recolectados en el caso de la parcela desinfectada han sido superiores a los obtenidos de la parcela no desinfectada, además han sido más grandes al obtenerse mayor producción. Las diferencias entre portainjertos son mínimas, pero en las plantas sin injertar se han obtenido mayor número de frutos pero menor producción.

En los parámetros vegetativos, en la parcela desinfectada se obtiene mayor diámetro de cuello de los brazos y menor porcentaje de materia seca que en la parcela no desinfectada, lo que nos indicaría un mayor vigor de la planta. En cuanto a si las plantas están injertadas o no, ambos portainjertos han obtenido mayor vigor que las plantas sin injertar y por el contrario ambos han obtenido menor porcentaje de materia seca de las plantas.

El grado de presencia de nódulos de nemátodos (según la escala de Bridge y Page) ha sido mayor en las raíces de plantas cultivadas en las parcelas sin desinfectar con respecto a las plantas de las parcelas desinfectadas. Globalmente también, las plantas no injertadas presentaron mayor presencia de nódulos en sus raíces que las plantas injertadas. Considerando las combinaciones entre factores, la menor presencia de nódulos se observó en las plantas no injertadas cultivadas en suelos que habían sido desinfectados.

Tabla 1. Producción mensual y total (kg.m⁻²) obtenida según el tratamiento y portainjerto

Factor	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Total
Tratamiento					
Desinfección	4.76	3.88 a	3.35	1.09	13.10 a
No desinfección	4.54	2.96 b	2.68	0.81	10.99 b
Portainjerto					
Beaufort	4.46	3.85 a	3.11 ab	0.78	12.20 a
He-man	4.64	4.27 a	3.62 a	1.28	13.81 a
No injertado	4.86	2.15 b	2.32 b	0.78	10.11 b
Interacción					
Tratamiento x Portainjerto					
Desinfección y Beaufort	4.68	4.28	3.28 a	0.96	13.21 a
Desinfección y He-man	4.58	4.51	3.24 a	1.22	13.55 a
Desinfección y sin injertar	5.03	2.87	3.54 a	1.09	12.54 a
No desinfección Beaufort	4.23	3.42	2.94 a	0.61	11.20 a
No desinfección y He-man	4.69	4.04	4.00 a	1.35	14.08 a
No desinfección y sin injertar	4.70	1.43	1.09 b	0.46	7.69 b

En columnas, letras diferentes tras los valores indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

Tabla 2. Porcentaje (en peso) obtenido de cada calibre según el tratamiento y portainjerto

Tratamiento	Portainjerto	MM	M	G	GG	GGG
Desinfección	Beaufort	9.47	27.78	30.94	25.64	6.17
	He-man	10.93	28.81	33.65	21.09	5.52
	No injertado	13.46	31.81	31.08	19.87	3.78
No desinfección	Beaufort	9.85	29.25	35.17	21.06	4.67
	He-man	8.28	24.21	33.55	28.96	5.00
	No injertado	25.33	37.53	24.50	11.08	1.56

Tabla 3. Pesos medios (g) obtenidos de cada calibre según el tratamiento y portainjerto

Tratamiento	Portainjerto	MM	M	G	GG	GGG
Desinfección	Beaufort	101.78	153.06	194.87	273.09	394.96
	He-man	105.13	151.72	198.51	265.16	357.92
	No injertado	102.62	146.32	204.78	275.37	345.15
No desinfección	Beaufort	101.57	154.50	208.01	280.64	399.17
	He-man	100.75	151.36	205.29	267.75	374.64
	No injertado	97.00	151.23	259.11	277.78	391.25

Tabla 4. Tomates por unidad de superficie mensual y total obtenida según el tratamiento y portainjerto

Factor	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Total
Tratamiento					
Desinfección	22.42 b	20.66 a	21.50 a	5.72	72.14 a
No desinfección	24.83 a	15.30 b	16.55 b	6.72	60.37 b
Portainjerto					
Beaufort	20.78 c	19.32 a	19.07 a	5.56	64.72 b
He-man	25.77 a	21.82 a	22.50 a	7.45	57.96 b
No injertado	24.33 b	12.80 b	15.50 b	5.66	76.09 a
Interacción					
Tratamiento x Portainjerto					
Desinfección y Beaufort	21.56 c	21.67	19.85 a	4.19 b	70.00 a
Desinfección y He-man	21.16 c	16.26	23.74 a	3.18 b	71.52 a
Desinfección y sin injertar	24.55 b	24.04	20.91 a	9.80 a	74.90 a
No desinfección y Beaufort	20.00 d	16.97	18.28 a	6.92 a	59.44 b
No desinfección y He-man	27.50 a	9.34	7.27 b	8.13 ab	44.39 ab
No desinfección y sin injertar	26.99 a	19.60	24.04 a	8.79 ab	77.27 a

En columnas, letras diferentes tras los valores indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

Tabla 5. Medias obtenidas en los parámetros vegetativos estudiados y grado de presencia de nódulos de nemátodos (según la escala de J. Bridge) para cada tratamiento y portainjerto

Factor	Diámetro de los brazos (mm)	Materia seca de las plantas (%)	Grado de presencia de nódulos
Tratamiento			
Desinfección	18.28	12.60 b	3.00 b
No desinfección	17.51	14.49 a	5.72 a
Portainjerto			
Beaufort	20.03 a	12.95 b	5.44
He-man	18.51 b	12.83 b	4.00
No injertado	15.15 c	15.54 a	3.65
Interacción Tratamiento x Portainjerto			
Desinfección y Beaufort	20.35	13.85	4.40
Desinfección y He-man	19.00	11.73	3.06
Desinfección y sin injertado	15.50	13.85	1.54
No desinfección y Beaufort	14.81	13.68	6.47
No desinfección y He-man	18.03	13.92	4.94
No desinfección y sin injertado	19.70	17.23	5.76

En columnas, letras diferentes tras los valores indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

Figura 1. Evolución de la producción obtenida no desinfectando con vapor de agua

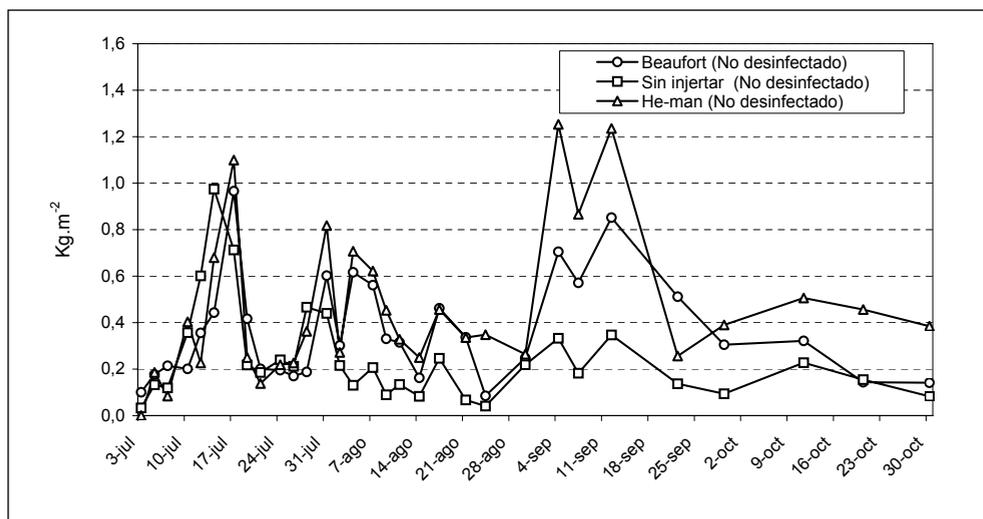


Figura 2. Evolución de la producción obtenida desinfectando con vapor de agua

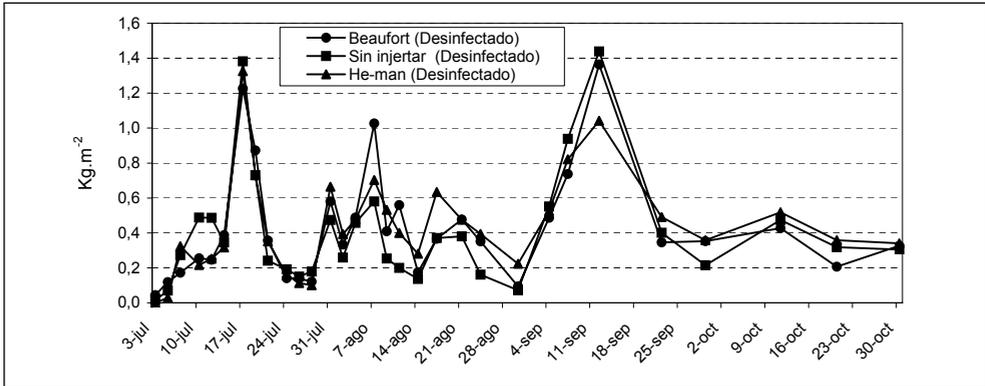


Figura 3. Producción acumulada obtenida sin desinfectar con vapor de agua

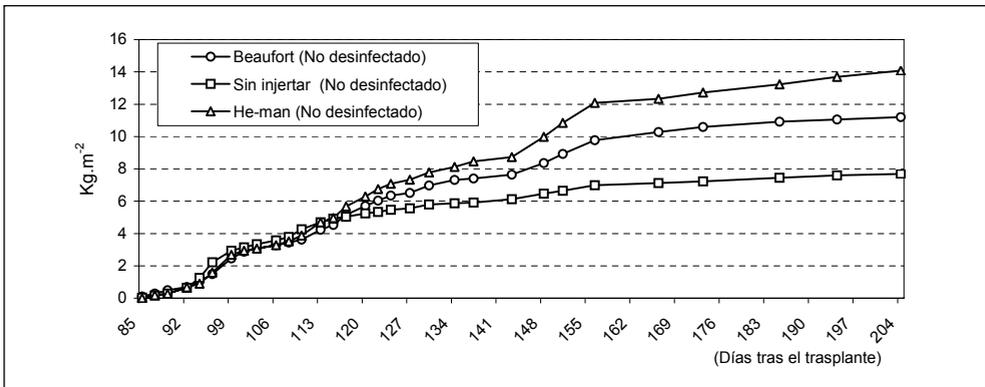


Figura 4. Producción acumulada obtenida desinfectando con vapor de agua

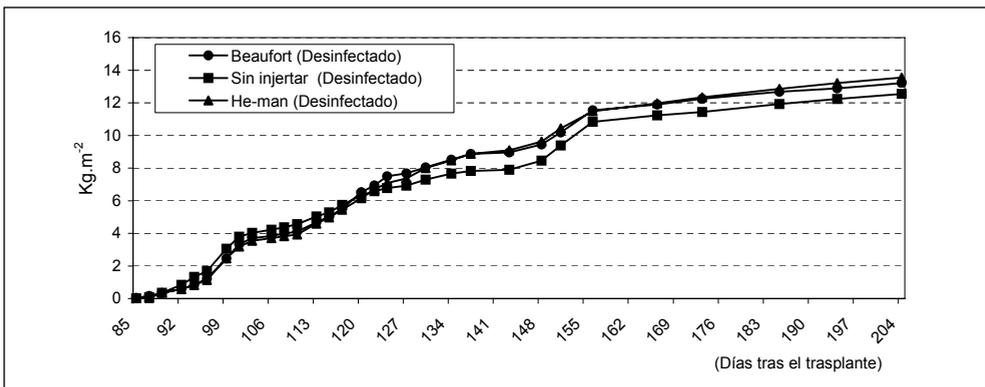


Figura 5. Producción mensual obtenida en las diferentes combinaciones

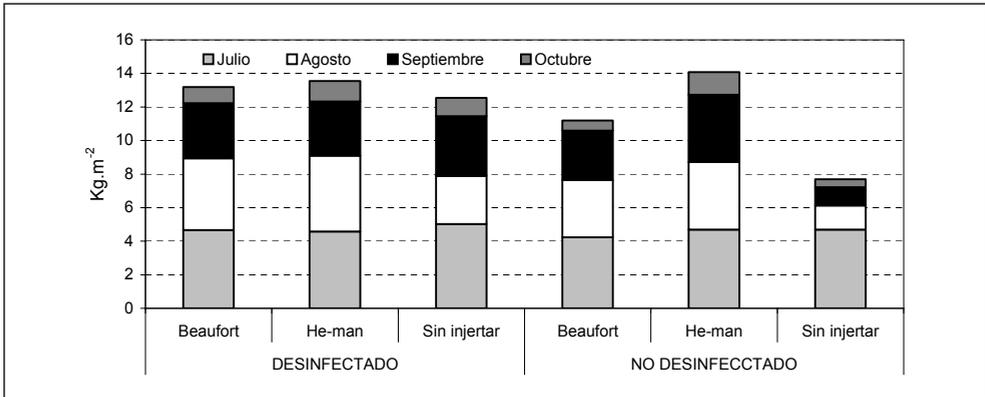


Figura 6. Producción media obtenida en el mes de julio según el tratamiento, en todas las combinaciones

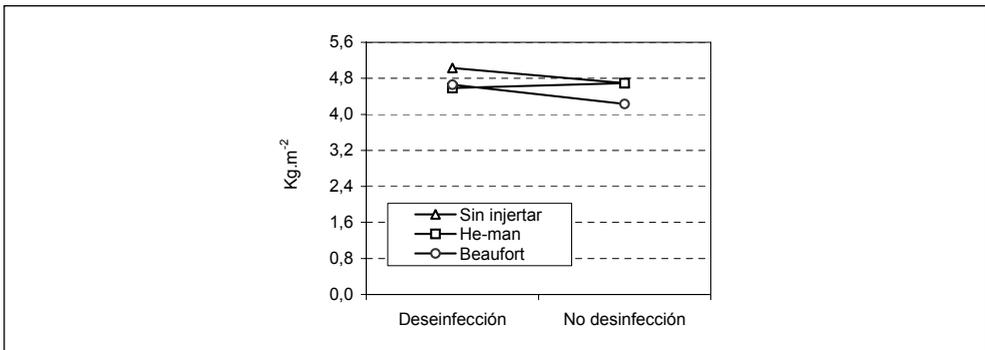


Figura 7. Producción media obtenida en el mes de agosto según el tratamiento, en todas las combinaciones

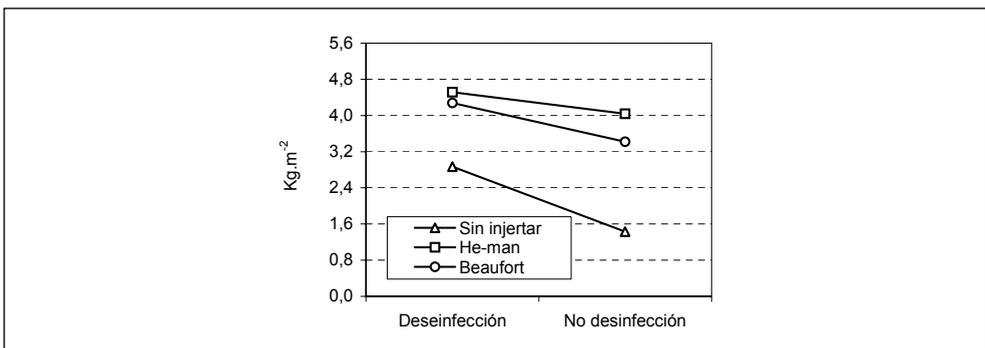


Figura 8. Producción media obtenida en el mes de septiembre según el tratamiento, en todas las combinaciones

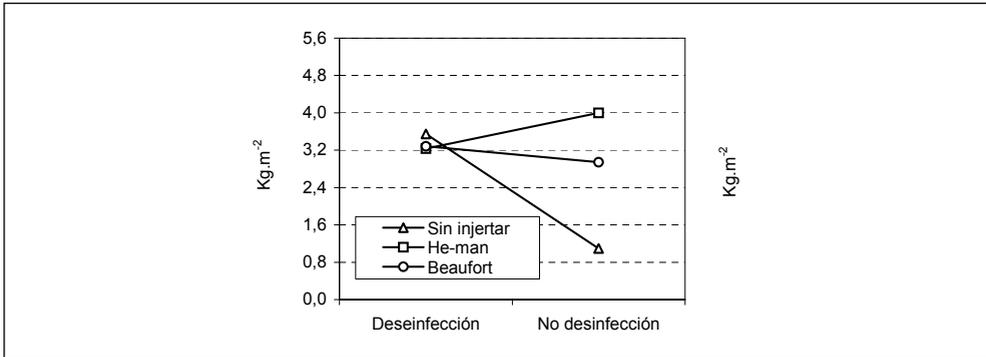


Figura 9. Producción media obtenida en el mes de octubre según el tratamiento, en todas las combinaciones

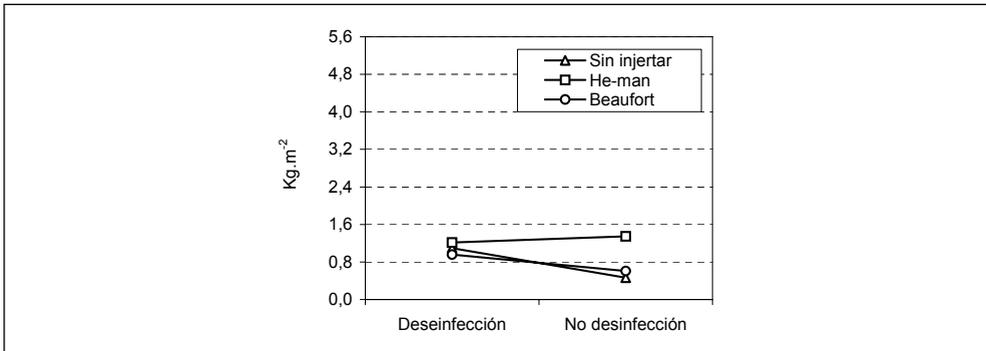


Figura 10. Producción total obtenida según el tratamiento, en todas las combinaciones

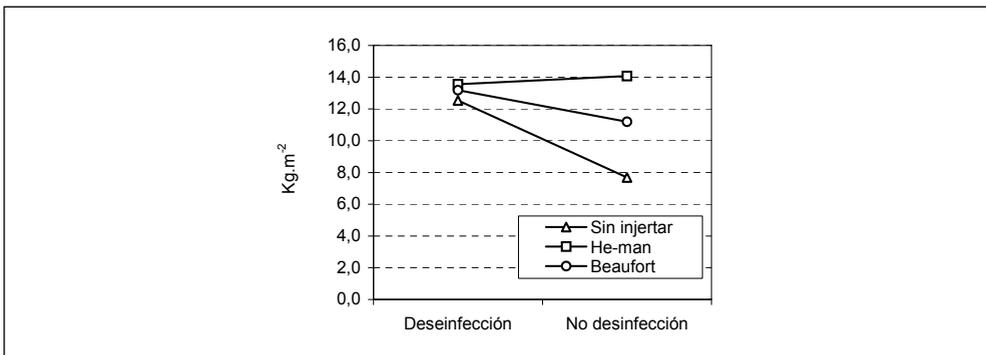


Figura 11. Porcentaje en peso obtenido de cada calibre en todas las combinaciones

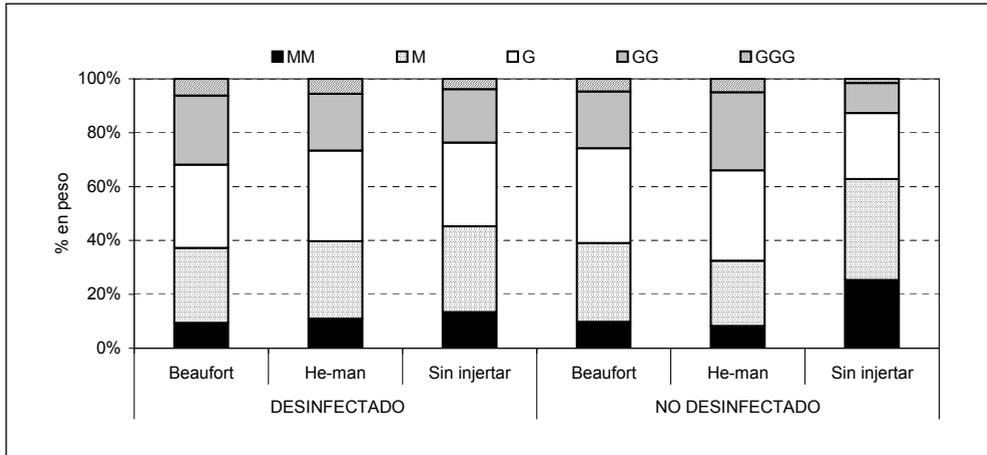


Figura 12. Evolución del porcentaje en peso obtenido de cada calibre en el portainjerto Beaufort no desinfectado

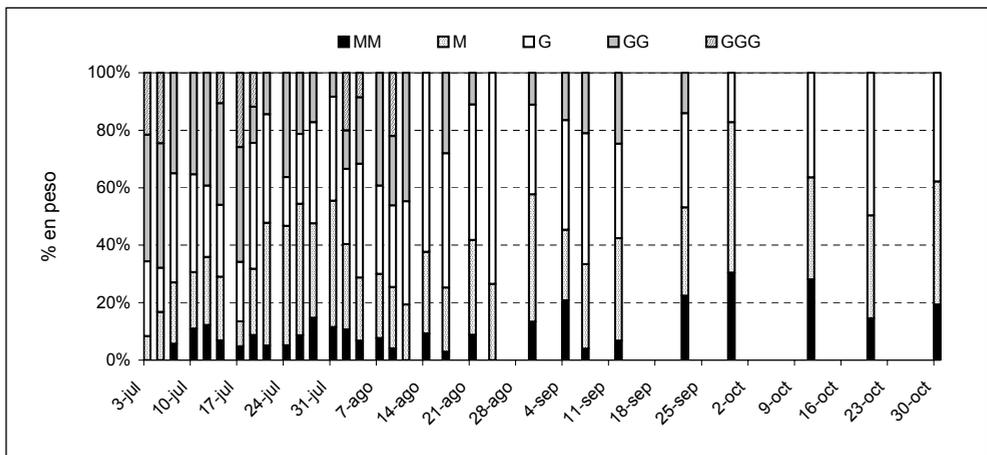


Figura 13. Evolución del porcentaje en peso obtenido de cada calibre en el testigo no desinfectado

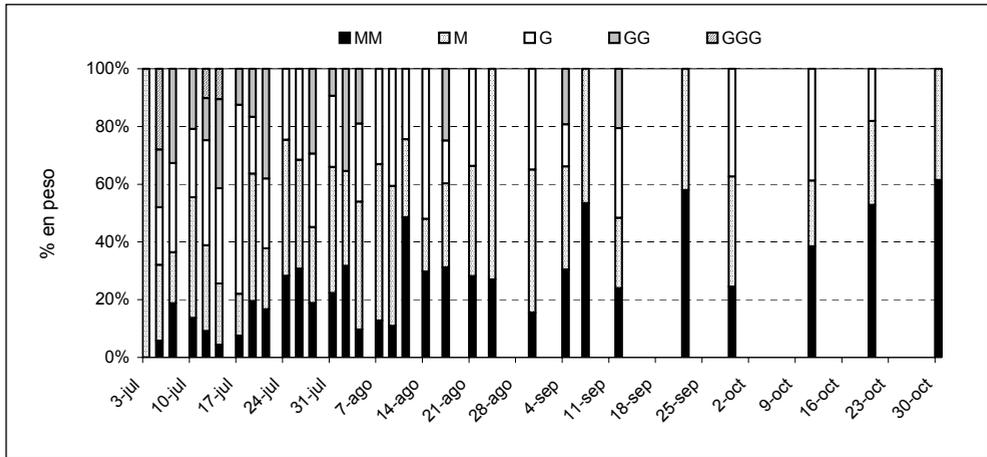


Figura 14. Evolución del porcentaje en peso obtenido de cada calibre en el portainjerto He-man no desinfectado

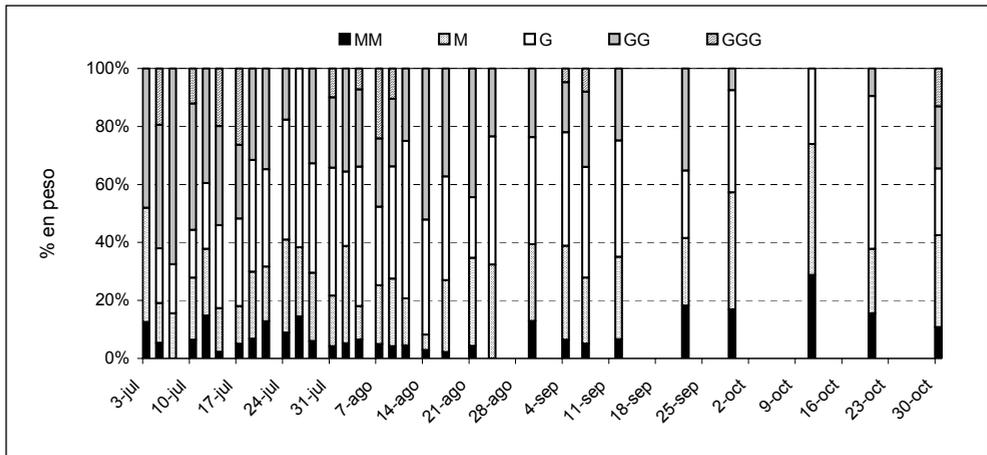


Figura 15. Evolución del porcentaje en peso obtenido de cada calibre en el portainjerto Beaufort desinfectado

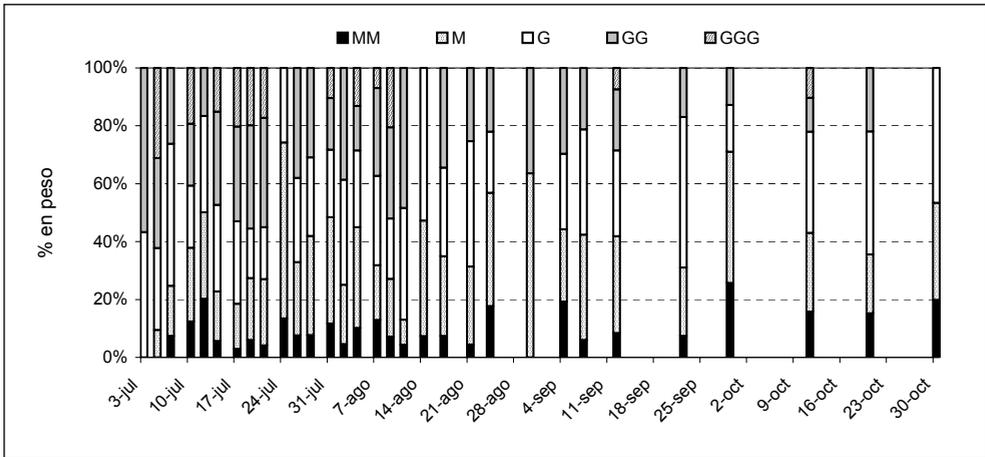


Figura 16. Evolución del porcentaje en peso obtenido de cada calibre en el testigo desinfectado

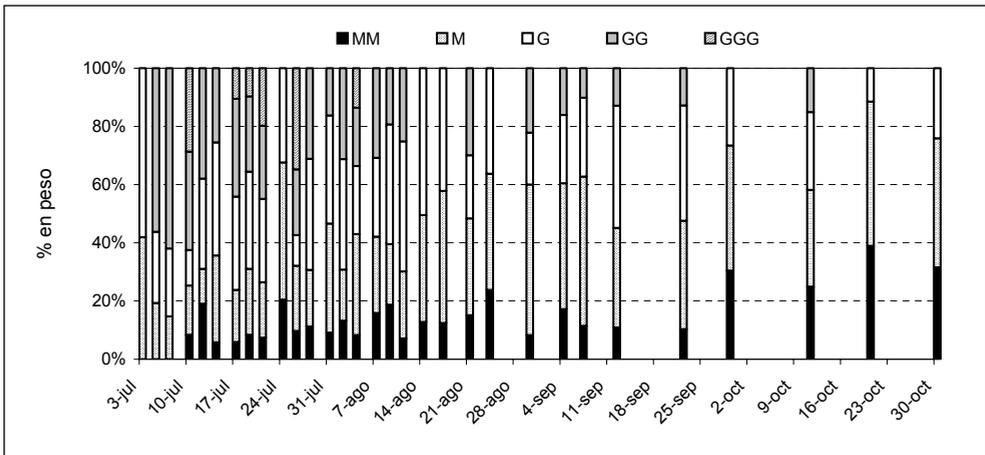


Figura 17. Evolución del porcentaje en peso obtenido de cada calibre en el portainjerto He-man desinfectado

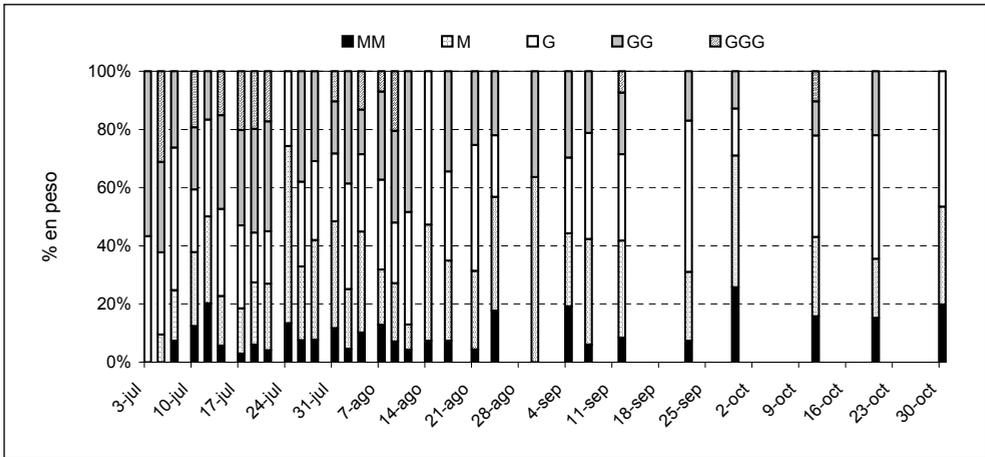


Figura 18. Evolución del peso medio de los frutos obtenidos según la combinación

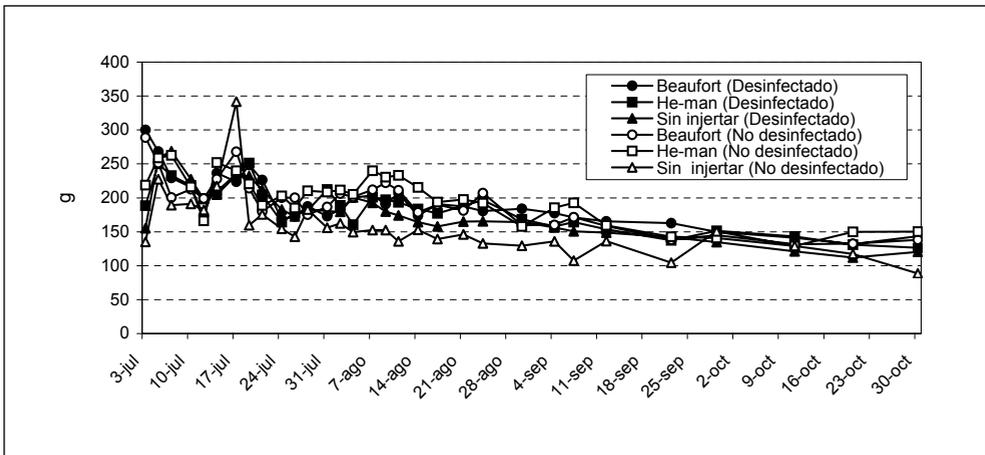
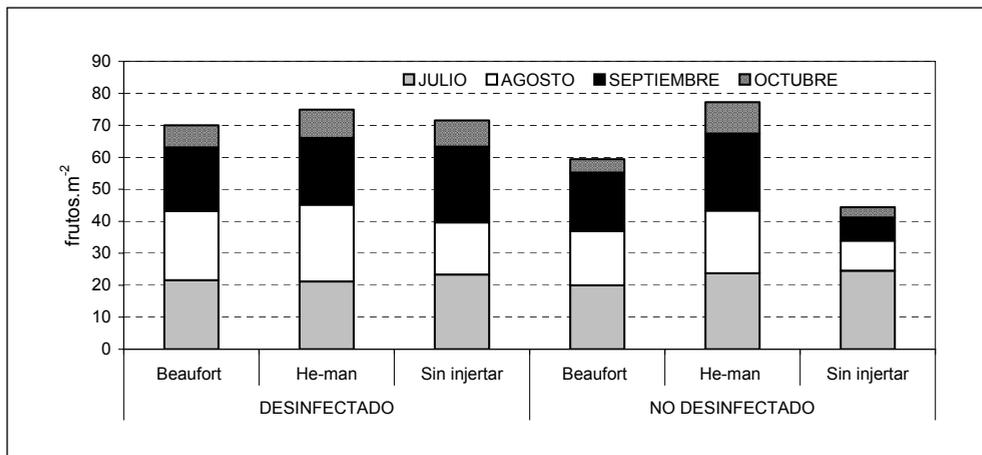


Figura 19. Frutos obtenidos en las diferentes combinaciones



BIBLIOGRAFÍA

- BRIDGE, J.; PAGE, S.L.J. 1980. Estimation of root-knot nematodes infestation levels on roots using a rating chart. *Tropical Pest Management*, 26. Pág. 296-298.
- MARÍN, J. 2003. *Vademécum de variedades hortícolas 2002-2003*. ED. JMR. Almería.