

Efecto de la introducción de plantas biocidas en un monocultivo de tomate valenciano y análisis de la técnica del injerto

Effect of the introduction of biocidal plants in a Valencian tomato monoculture and analysis of the grafting technique

Carlos Baixauli, Alfonso Giner, José Mariano Aguilar y Resurrección Burguet

Fundación Grupo Cajamar, 46200 Paiporta, Valencia, España, carlosbaixauli@fundacioncajamar.com

How to cite: Baixauli, C.; Giner, A.; Aguilar, J.M.; Burguet, R. 2024. Efecto de la introducción de plantas biocidas en un monocultivo de tomate valenciano y análisis de la técnica del injerto. En libro de actas: *II Congrés de la Tomata Valenciana. L'Autèntica*. València, 30 de maig de 2024.
<https://doi.org/10.4995/TOMAVAl2024.2024.18590>

Abstract

With the development of this experience during several consecutive campaigns, the aim was to evaluate, in the medium term, the effect of using biocidal plants in combination with a tomato monoculture, as well as the effect of using a tolerant tomato rootstock in a local selection of Valencian tomato. The experience was carried out at the Centro de Experiencias de Cajamar in Paiporta (Valencia).

The commercial production, the waste production and the average weight of commercial fruits were analyzed, as well as agronomic aspects of the plant during and at the end of the crop. Furthermore, in each campaign, soil analyzes were carried out prior to planting the tomato to see the evolution of some physical, chemical and biological parameters of interest.

The results of the trial showed that the use of biocidal plants in the crop rotation reduced the nodules index produced by nematodes on the roots of the plants and slightly increased the levels of organic matter, although it had no clear effects on the rest of the parameters studied; in addition, the use of grafted plants improved the average weight of the fruit and some vegetative development and agronomic aspects of the plants.

Keywords: *Valencian tomato, biocidal plants, grafting, nematodes, organic matter.*

Resumen

Con el desarrollo de esta experiencia durante varias campañas consecutivas se evaluó, a medio plazo, el efecto de la utilización de las plantas biocidas en combinación con un monocultivo de tomate, así como el efecto de la utilización de un portainjerto de tomate

tolerante en una selección local de tomate valenciano. La experiencia se desarrolló en el Centro de Experiencias de Cajamar en Paiporta (Valencia).

Se analizó la producción comercial, producción de destrío y el peso medio de los frutos comerciales, así como aspectos agronómicos de la planta durante y al final del cultivo. Además, en cada campaña se realizaron, previo a la plantación del tomate, unas analíticas de suelo para ver la evolución de algunos parámetros físicos, químicos y biológicos de interés.

Los resultados obtenidos han mostrado que la utilización de plantas biocidas en la rotación del cultivo redujo el índice de nodulación producidos por nemátodos en las raíces de las plantas y aumentó ligeramente los niveles de materia orgánica, aunque no tuvo efectos claros sobre el resto de los parámetros estudiados; además la utilización de planta injertada mejoró el peso medio de los frutos y algunos aspectos de desarrollo y agronómicos de las plantas.

Palabras clave: *Tomate valenciano, plantas biocidas, injerto, nematodos, materia orgánica.*

1. Introducción

La intensificación de los cultivos hortícolas y la especialización llevan al agricultor, en ocasiones, a repetir el cultivo sobre el mismo suelo. Esta práctica puede desarrollarse durante varios ciclos al año, e incluso, durante varias campañas. La razón que lo provoca es lo que conocemos como la “fatiga del suelo”, debido a diferentes causas como puede ser la perturbación de la fertilidad del suelo, que puede tener un efecto acumulativo, sucesivo y simultáneo. Como consecuencia, puede producirse una disminución progresiva de los rendimientos, la aparición de plagas y enfermedades de suelo asociados al cultivo. Durante años, la principal herramienta utilizada en horticultura para controlar los patógenos del suelo ha sido la desinfección química. La solarización está considerada como buena técnica de desinfección en nuestras condiciones climáticas, porque durante los meses de verano el nivel de radiación solar en nuestro país, en la mayor parte de las zonas de cultivo suele ser suficiente para conseguir una buena desinfección. Una de las prácticas más utilizadas cuando se ha de repetir el mismo cultivo con las mismas especies o especies próximas es “el barbecho”.

En estos momentos se están analizando estrategias alternativas mucho más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, entre las que se encuentran la utilización de plantas biocidas, que se incorporan a la rotación de cultivos, y la técnica del injerto sobre patrones tolerantes a los patógenos que afectan al tomate.

2. Objetivo

El objetivo principal de estas experiencias es conocer el efecto del uso de plantas biocidas, evitando el empleo de sustancias químicas. Para ello se analiza la respuesta agronómica, patológica, la fertilidad del suelo, determinando las características físico químicas del mismo.

Por otro lado, el injerto es una alternativa ecológica al uso de fumigantes de suelo para el control de plagas y enfermedades, siendo muy recomendable su uso para el desarrollo de variedades locales, al no incluir resistencias. Así pues, mediante el injerto de hortalizas se pretende cultivar especies sensibles a ciertos patógenos sobre suelos infectados, utilizando el sistema radicular de patrones tolerantes o resistentes, manteniendo la parte aérea de la variedad a cultivar en buenas condiciones.

Con el desarrollo de esta experiencia se pretende evaluar, durante varias campañas consecutivas, el efecto de la utilización de las plantas biocidas utilizando tomate valenciano, así como el efecto de la utilización de portainjertos resistentes a enfermedades.

3. Desarrollo de la innovación

La experiencia se desarrolló en el Centro de Experiencias de Cajamar en Paiporta (Valencia) durante 5 años consecutivos bajo una estructura de invernadero tipo parral, con cubierta de malla de 6 x 6 hilos/cm² en ciclo de primavera verano. La experiencia se inició en 2019, hasta 2023. Se utilizó la selección de tomate valenciano de Vicente Peris (La Pobla de Vallbona). Se comparó el cultivo de este tomate injertado y sin injertar bajo dos modalidades de cultivo, con manejo de una rotación de plantas biocidas entre ciclos productivos, frente a un testigo en el que se mantuvo el suelo desnudo. El portainjerto, utilizado en todas las experiencias fue la variedad *Armstrong*, de la firma comercial Syngenta.

Las especies de plantas biocidas utilizadas fueron *Brassica carinata* y *Raphanus sativus*, de manera alterna durante cada una de las campañas. En la primera anualidad, previo a la plantación del cultivo de tomate, se sembró *Brassica carinata* el 14 de enero de 2019, regándose tras la siembra. Tras su desarrollo y generación de suficiente biomasa, se trituró e incorporó previo a la emisión del talamo floral. La incorporación se realizó con rotovator el 23 de abril de 2019, 15 días antes de la plantación del tomate.

En la segunda anualidad se realizó una siembra de *Raphanus sativus* el día 4 de septiembre de 2019, emergiendo las plantas 6 días después, para proceder a su incorporación el 25 de octubre de 2019, una vez alcanzada suficiente biomasa y previo a la emisión del talamo floral.

El tercer año se sembró de nuevo *Brassica carinata* el 17 de septiembre de 2020. Esta germinó aproximadamente una semana después, siendo necesaria la aportación de agua a través de dos riegos consecutivos los días 21 y 30 de septiembre de 2020. En este caso, la incorporación de la

especie biocida al suelo tuvo lugar el día 5 de enero de 2021, aportando además una mezcla de estiércol de vaca y oveja, a razón de 2 kg/m², tanto en la modalidad donde se incluía la especie biocida, como en la modalidad de suelo desnudo.

El 30 de agosto de 2021 se realizó una nueva siembra de *Raphanus sativus*, emergiendo las plantas a la semana de la siembra. En este caso, la incorporación de las plantas biocidas se realizó el día 4 de noviembre de 2021.

El último año de experiencia, el 21 de septiembre de 2022 se procedió a la siembra de *Brassica carinata*, que germinó a los 7 días y se trituró e incorporó al suelo el 11 de enero de 2023.



Fig. 1 Parcela con plantas biocidas y suelo desnudo



Fig. 2 Triturado de plantas biocidas

El primer año, el semillero se realizó 20 de marzo de 2019, la siembra del tomate que no se iba a injertar se realizó el 28 de marzo de 2019, el injerto tuvo lugar el 16 de abril. La plantación tuvo lugar el día 7 de mayo de 2019.

El segundo año, la siembra del tomate que se iba a injertar, junto con el portainjerto, se realizó el 11 de febrero de 2020, injertando las plantas el 9 de marzo de 2020. Las plantas que no iban a ser injertadas se sembraron el 25 de febrero. La plantación tuvo lugar el 26 de marzo de 2020.



Fig. 3 Incorporación estiércol

En el tercer año, la siembra del tomate valenciano que iba a ser injertado, junto con el portainjerto tuvo lugar el día 13 de enero de 2021, realizándose el injerto el día 9 de febrero, que además coincidió con la fecha de siembra del tomate valenciano que no iba a ser injertado. El trasplante tuvo lugar el día 11 de marzo de 2021.

En el cuarto año, la siembra del tomate que se iba a injertar, junto con el portainjerto se realizó el 1 de diciembre de 2021, injertando las plantas el 28 del mismo mes. En esta misma fecha también se sembró el tomate valenciano que no se iba a injertar. La plantación tuvo lugar el día 17 de febrero de 2022.

En el quinto año, la siembra del tomate que se iba a injertar, junto con el portainjerto, se realizó el 28 de diciembre de 2022. El injerto de estas plantas se llevó a cabo el día 25 de enero de 2023, a la vez que se realizó la siembra de las plantas que no iban a ser injertadas. Ambas modalidades de cultivo se plantaron el día 9 de marzo de 2023.

En todas los casos las plantas injertadas se guiaron a 2 tallos, mientras que las plantas no injertadas se llevaron a un único tallo, variando el marco de plantación para que de esta forma resultara el mismo número de tallos por metro cuadrado. La densidad de plantación con la planta injertada fue de 2 metros entre hileras y 0,33 metros entre plantas dentro de la misma línea, mientras que en la planta sin injertar fue de 2 metros entre líneas y 0,33 metros entre plantas, dispuestas al tresbolillo, lo que resultó en ambos casos una densidad de 3 tallos por metro cuadrado.

En el momento del trasplante se instaló, en todas las campañas, un sistema de semiforzado a base de acolchado biodegradable negro de 60 galgas de espesor y 1 m de ancho y un micro túnel de polipropileno no tejido de 17 g/m², que se retiró con la aparición de los primeros ramilletes de flor, para posibilitar la polinización de las flores de tomate que se realizó mediante suelta *Bombus terrestris* y también para facilitar las tareas de poda y entutorado de las plantas.



Fig. 4 Colocación del sistema de semiforzado

El sistema de riego utilizado fue localizado, con goteros integrados a 0,33 m y un caudal de 2,2 litros/hora.

Se realizó un diseño estadístico de bloques al azar con tres repeticiones y 10 tallos por parcela elemental, analizándose la producción comercial, producción de destrío y el peso medio de los frutos comerciales.

También se evaluaron aspectos agronómicos como altura de la planta, longitud del foliolo, nº de entrenudos por planta, además de vigor, frondosidad y homogeneidad de las mismas, en la fase final del cultivo. Para la valoración de vigor, frondosidad y homogeneidad se asignó (de menor a mayor) una escala de valores de 0-10.

Al finalizar el cultivo se realizó una estimación del estado vegetativo, con una escala de 0 a 5, de peor a mejor, además se contabilizaron las plantas muertas y el índice de nodulación en cada caso (escala de valores de 0-10. 0 se correspondía con nula presencia de nematodos y 10 con presencia máxima).

Por último, se llevaron a cabo unas analíticas de suelo, en las que se determinó una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos, justo antes de la plantación del tomate, en cada una de las anualidades.

4. Resultados

El primer año se iniciaron las recolecciones el día 12 de julio de 2019, contabilizándose un total de 13 recolecciones y dando por concluida la experiencia el día 14 de agosto de 2019.

En el segundo año las recolecciones se iniciaron el 12 de junio de 2020 y finalizaron el 3 de agosto, con un total de 24 recolecciones.

El tercer año se realizaron un total de 20 recolecciones entre el 11 de junio de 2021 y el 26 de julio.

El cuarto año las recolecciones se llevaron a cabo entre el 13 de junio y el 5 de agosto de 2022, realizándose un total de 16 recolecciones.

El quinto año, las recolecciones se llevaron a cabo entre el 22 de mayo y el 31 de julio de 2023, realizándose un total de 30 recolecciones.

En la producción comercial, no se detectaron diferencias significativas a nivel estadístico (d.s.n.e.) entre las plantas injertadas y sin injertar, ni tampoco entre los distintos manejos del suelo, para ninguna de las campañas en estudio, a excepción del año 2022, en que se detectaron d.s.n.e. $P \leq 0.05$, siendo el tratamiento testigo el más productivo (Tablas 1-5).

Al analizar el peso medio de los frutos no se observaron d.s.n.e. entre los diferentes manejos del suelo para ninguna de las campañas analizadas, en cambio, sí se detectaron d.s.n.e. $P \leq 0.01$ entre las plantas injertadas y sin injertar en los años 2019 y 2023 y con d.s.n.e. $P \leq 0.05$ en el año 2020. En los tres años, el peso medio de los frutos fue mayor con la planta injertada (Tablas 1-5).

En las producciones de destrío no se detectaron d.s.n.e. ni entre los diferentes manejos del suelo, ni entre la modalidad de planta injertada frente a la no injertada (Tablas 1-5).

No se observaron interacciones significativas entre modalidad de injerto y uso de biocidas o no.

Tabla 1. Rendimientos productivos 2019

Injerto x Tratamiento	Rendimiento comercial (kg/m ²)	Peso medio de frutos (kg)	Destrío (kg/m ²)
<i>Injerto</i>			
Planta injertada	7,92	0,26 a	1,33
Sin injertar	7,47	0,22 b	1,38
<i>Tratamiento</i>			
Biocidas	7,88	0,24	1,44
Testigo	7,51	0,24	1,28
Análisis de la varianza		Probabilidad (F)	
Parámetros (grados de libertad)			
Injerto (1)	n.s.	**	n.s.
Biocidas (1)	n.s.	n.s.	n.s.
Injertox Tratamiento (1)	n.s.	n.s.	n.s.

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD.

Tabla 2. Rendimientos productivos 2020

Injerto x Tratamiento	Rendimiento comercial (kg/m ²)	Peso medio de frutos (kg)	Destrío (kg/m ²)
<i>Injerto</i>			
Planta injertada	6,50	0,23 a	1,27
Sin injertar	7,06	0,21 b	1,03
<i>Tratamiento</i>			
Biocidas	6,75	0,22	1,11
Testigo	6,81	0,22	1,19
Análisis de la varianza		Probabilidad (F)	
Parámetros (grados de libertad)			
Injerto (1)	n.s.	*	n.s.
Biocidas (1)	n.s.	n.s.	n.s.
Injertox Tratamiento (1)	n.s.	n.s.	n.s.

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD.

Tabla 3. Rendimientos productivos 2021

Injerto x Tratamiento	Rendimiento comercial (kg/m ²)	Peso medio de frutos (kg)	Destrío (kg/m ²)
<i>Injerto</i>			
Planta injertada	3,88	0,20	1,57
Sin injertar	4,70	0,20	2,01
<i>Tratamiento</i>			
Biocidas	4,29	0,20	1,78
Testigo	4,29	0,20	1,79
Análisis de la varianza		Probabilidad (F)	
Parámetros (grados de libertad)			
Injerto (1)	n.s.	n.s.	n.s.
Biocidas (1)	n.s.	n.s.	n.s.
Injertox Tratamiento (1)	n.s.	n.s.	n.s.

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD.

Tabla 4. Rendimientos productivos 2022

Injerto x Tratamiento	Rendimiento comercial (kg/m ²)	Peso medio de frutos (kg)	Destrío (kg/m ²)
<i>Injerto</i>			
Planta injertada	7,40	0,25	0,46
Sin injertar	7,63	0,25	0,71
<i>Tratamiento</i>			
Biocidas	6,74 b	0,25	0,56
Testigo	8,30 a	0,24	0,61
Análisis de la varianza		Probabilidad (F)	
Parámetros (grados de libertad)			
Injerto (1)	n.s.	n.s.	n.s.
Biocidas (1)	*	n.s.	n.s.
Injertox Tratamiento (1)	n.s.	n.s.	n.s.

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD.

Tabla 5. Rendimientos productivos 2023

Injerto x Tratamiento	Rendimiento comercial (kg/m ²)	Peso medio de frutos (kg)	Destrío (kg/m ²)
<i>Injerto</i>			
Planta injertada	12,58	0,25 a	0,97
Sin injertar	11,62	0,23 b	1,72
<i>Tratamiento</i>			
Biocidas	12,17	0,24	1,31
Testigo	12,03	0,24	1,37
Análisis de la varianza		Probabilidad (F)	
Parámetros (grados de libertad)			
Injerto (1)	n.s.	**	n.s.
Biocidas (1)	n.s.	n.s.	n.s.
Injertox Tratamiento (1)	n.s.	n.s.	n.s.

ns, *, **. No significativo, P≤0,05 y P≤0,01 respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas P≤0,05, según el test LSD.

En cuanto al desarrollo de la planta, se detectó en la campaña 2019 d.s.n.e. P<0.05 entre las plantas injertadas, y las no injertadas, observando una mayor altura de los tallo en las plantas sin injertar, frente a las injertadas. Entre los diferentes manejos del suelo no se detectaron d.s.n.e. en la altura de la planta No se apreciaron interacciones entre planta injertada y modalidad de cultivo. (Tabla 6).

Tabla 6. Desarrollo de la planta. 2019

Injerto x Tratamiento	Fecha:	26/07/2019
	Altura (cm)	
<i>Injerto</i>		
Planta injertada	167,40	b
Sin injertar	186,90	a
<i>Tratamiento</i>		
Biocidas	179,22	
Testigo	175,08	
Análisis de la varianza		Probabilidad (F)
Parámetros (grados de libertad)		
Injerto (1)		*
Biocidas (1)		n.s.
Injertox Tratamiento (1)		n.s.

ns, *, **. No significativo, P≤0,05 y P≤0,01 respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas P≤0,05, según el test LSD.



Fig. 5 Vista general planta injertada



Fig. 6 Vista general planta sin injertar

En el año 2020 se detectaron d.s.n.e. $P \leq 0.01$ entre las plantas injertadas y sin injertar en algunos parámetros como la longitud de los folíolos, el vigor de la planta y la frondosidad, que fueron mayores en la planta injertada frente a la no injertada. También pudieron detectarse d.s.n.e. $P \leq 0.05$ en la homogeneidad del cultivo, que fue mayor en el tratamiento testigo frente al tratamiento que incorporaba plantas biocidas. No se observaron interacciones entre planta injertada y modalidad de cultivo. (Tabla 7).

Tabla 7. Desarrollo de la planta. 2020

Injerto x Tratamiento	Fecha: 17/06/2020					
	Altura (cm)	Longitud foliolo (cm)	Nº entrenudos	Vigor (0-10)	Frondosidad (0-10)	Homogeneidad (0-10)
<i>Injerto</i>						
Planta injertada	152,78	38,70 A	15,55	8,83 A	7,83 A	8,00
Sin injertar	144,20	32,62 B	15,68	6,83 B	6,17 B	7,17
<i>Tratamiento</i>						
Biocidas	154,67	36,30	15,87	8,00	7,17	7,33 b
Testigo	142,32	35,02	15,37	7,67	6,83	7,83 a
Análisis de la varianza Probabilidad (F)						
Parámetros (grados de libertad)						
Injerto (1)	n.s.	**	n.s.	**	**	n.s.
Biocidas (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
Injerto x Tratamiento (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, *, **, No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD

En el año 2021, también se observaron d.s.n.e. $P \leq 0.01$ entre las plantas injertadas y las no injertadas en la longitud de los folíolos, vigor, frondosidad y homogeneidad de las plantas, que siempre fue mayor en aquellas que estaban injertadas. No se detectaron d.s.n.e. entre los diferentes manejos del suelo. Tampoco se apreciaron interacciones entre planta injertada o no y modalidad de cultivo, (Tabla 8).

Tabla 8. Desarrollo de la planta. 2021

Fecha: 01/07/2021						
Injerto x Tratamiento	Altura (cm)	Longitud foliolo (cm)	Nº entrenudos	Vigor (0-10)	Frondosidad (0-10)	Homogeneidad (0-10)
<i>Injerto</i>						
Planta injertada	192,80	41,90 A	31,68	8,33 A	7,67 A	8,00 A
Sin injertar	206,93	39,00 B	32,20	6,50 B	6,00 B	6,92 B
<i>Tratamiento</i>						
Biocidas	194,37	41,03	31,85	7,58	6,83	7,25
Testigo	205,37	40,87	32,03	7,25	6,83	7,67
Análisis de la varianza Probabilidad (F)						
Parámetros (grados de libertad)						
Injerto (1)	n.s.	**	n.s.	**	**	**
Biocidas (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Injertox Tratamiento (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD

En el año 2022 los resultados de desarrollo del cultivo fueron similares, las plantas injertadas se observó un mayor vigor y longitud de los folíolos detectando d.s.n.e. $P \leq 0,05$ frente a las plantas no injertadas y con d.s.n.e. $P \leq 0,01$ en la frondosidad, observando valores mas altos para la planta injertada. No se observaron interacciones estadísticamente significativas entre injerto y modalidad de cultivo (Tabla 9).

Tabla 9. Desarrollo de la planta. 2022

Fecha: 01/07/2022						
Injerto x Tratamiento	Altura (cm)	Longitud foliolo (cm)	Nº entrenudos	Vigor (0-10)	Frondosidad (0-10)	Homogeneidad (0-10)
<i>Injerto</i>						
Planta injertada	226,52	41,87 a	46,07	10,00 a	10,00 A	8,83
Sin injertar	231,83	39,38 b	44,90	8,83 b	8,00 B	9,33
<i>Tratamiento</i>						
Biocidas	228,50	40,07	45,03	9,67	9,17	9,33
Testigo	229,85	41,18	45,93	9,17	8,83	8,83
Análisis de la varianza Probabilidad (F)						
Parámetros (grados de libertad)						
Injerto (1)	n.s.	*	n.s.	*	**	n.s.
Biocidas (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Injertox Tratamiento (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD

En el año 2023 también se observó un mayor desarrollo de las plantas injertadas detectando d.s.n.e $P \leq 0,01$ en la altura de la planta, longitud de los folíolos, vigor, frondosidad y homogeneidad de las plantas y d.s.n.e. $P \leq 0,05$ en el caso del número de entrenudos por planta. La homogeneidad del cultivo también fue mejor en el tratamiento con plantas biocidas frente al testigo, detectabndo d.s.n.e $P \leq 0,05$ entre tratamientos. No se detectaron interacciones estadísticamente significativas entre planta injertada y modalidad de cultivo (Tabla 10).

Tabla 10. Desarrollo de la planta. 2023

Fecha: 21/06/2023						
Injerto x Tratamiento	Altura (cm)	Longitud foliolo (cm)	Nº entrenudos	Vigor (0-10)	Frondosidad (0-10)	Homogeneidad (0-10)
<i>Injerto</i>						
Planta injertada	243,95 A	43,82 A	41,97 a	10,00 A	8,50 A	9,17 A
Sin injertar	219,15 B	36,05 B	38,73 b	8,50 B	6,50 B	8,17 B
<i>Tratamiento</i>						
Biocidas	229,23	39,07	39,80	9,33	7,67	9,00 a
Testigo	233,87	40,80	40,90	9,17	7,33	8,33 b
Análisis de la varianza						
Parámetros (grados de libertad)						
Injerto (1)	**	**	*	**	**	**
Biocidas (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
Injerto x Tratamiento (1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD

Al analizar el aspecto final de la planta, una vez concluidas las recolecciones, se pudo observar en la campaña 2019 que las plantas injertadas llegaron en mejor estado que las plantas sin injertar y con un menor índice de nodulaciones en las raíces, observando en ambos casos d.s.n.e. $P \leq 0,01$ y $P \leq 0,05$, respectivamente. No se detectaron d.s.n.e. entre manejos de suelo, durante ese año. Para estos parámetros, no se detectaron interacciones estadísticamente significativas. (Tabla 11).

Tabla 11. Estado final de la planta. 2019

Fecha: 14/08/2019			
Injerto x Tratamiento	Estado vegetativo (0-5)	% Plantas muertas	Índice nodulación (0-10)
<i>Injerto</i>			
Planta injertada	4,50 A	0,00	4,67 b
Sin injertar	1,67 B	0,00	7,00 a
<i>Tratamiento</i>			
Biocidas	3,00	0,00	6,00
Testigo	3,17	0,00	5,67
Análisis de la varianza			
Parámetros (grados de libertad)			
Injerto (1)	**	n.s.	*
Biocidas (1)	n.s.	n.s.	n.s.
Injerto x Tratamiento (1)	n.s.	n.s.	n.s.

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD.



Fig. 7 Estado final de la planta injertada



Fig. 8 Estado final de la planta sin injertar

En el año 2020 en las plantas injertadas se observó un mejor aspecto al final del cultivo, con d.s.n.e. $P \leq 0.01$ entre éstas y las plantas no injertadas. En el caso del manejo del suelo, en el tratamiento con biocidas se detectó un menor índice de nodulación en las raíces de las plantas, detectando d.s.n.e. $P \leq 0.01$ con respecto al testigo. Para estos parámetros, nos se detectaron interacciones estadísticamente significativas. (Tabla 12).

Tabla 12. Estado final de la planta. 2020

Injerto x Tratamiento		Fecha: 03/08/2020		
		Estado vegetativo (0-5)	% Plantas muertas	Índice nodulación (0-10)
<i>Injerto</i>				
	Planta injertada	4,83 A	0,00	5,80
	Sin injertar	3,33 B	0,00	6,63
<i>Tratamiento</i>				
	Biocidas	4,17	0,00	5,33 B
	Testigo	4,00	0,00	7,10 A
Análisis de la varianza				
Parámetros (grados de libertad)				
Injerto (1)		**	n.s.	n.s.
Biocidas (1)		n.s.	n.s.	**
Injertox Tratamiento (1)		n.s.	n.s.	n.s.

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD.

En el año 2021 se detectaron d.s.n.e. $P \leq 0.01$ entre manejos de suelo, siendo el que incorporaba plantas biocidas en el que se observó un menor índice de nodulación en las raíces de las plantas. Para estos parámetros, no se detectaron interacciones estadísticamente significativas. (Tabla 13).

Tabla 13. Estado final de la planta. 2021

		Fecha: 26/07/2021		
Injerto x Tratamiento		Estado vegetativo (0-5)	% Plantas muertas	Índice nodulación (0-10)
<i>Injerto</i>				
	Planta injertada	-	-	2,43
	Sin injertar	-	-	3,03
<i>Tratamiento</i>				
	Biocidas	-	-	1,47 B
	Testigo	-	-	4,00 A
Análisis de la varianza				
Parámetros (grados de libertad)				
Injerto (1)		-	-	n.s.
Biocidas (1)		-	-	**
Injerto x Tratamiento (1)		-	-	n.s.

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD.



Fig. 9 Raíces de plantas injertadas



Fig. 10 Estado final de la planta sin injertar

En el año 2022 no se detectó presencia de nódulos en las raíces de las plantas en ningún tratamiento, pero sí se detectaron d.s.n.e. $P \leq 0.01$ entre las plantas injertadas y las no injertadas en el estado final de la planta y en el número de plantas muertas, que fue nulo en el caso de las plantas injertadas. En esta campaña, el tratamiento testigo llegó al final con un mejor aspecto de las plantas que el tratamiento con plantas biocidas, detectándose d.s.n.e. $P \leq 0.05$ entre ambos. Se aprecia una interacción estadísticamente significativa, para el estado vegetativo de la planta, que se explica, porque el peor aspecto final de las plantas en las parcelas con incorporación de biocidas, se debía a las plantas no injertadas que a aquellas que se habían injertado (Tabla 14).

Tabla 14. Estado final de la planta. 2022

		Fecha: 09/08/2022		
Injerto x Tratamiento		Estado vegetativo (0-5)	% Plantas muertas	Índice nodulación (0-10)
<i>Injerto</i>				
	Planta injertada	5,00 A	0,00 B	0,00
	Sin injertar	3,17 B	13,33 A	0,00
<i>Tratamiento</i>				
	Biocidas	3,67 b	8,33	0,00
	Testigo	4,50 a	5,00	0,00
Análisis de la varianza				
Parámetros (grados de libertad)				
Injerto (1)		**	**	n.s.
Biocidas (1)		*	n.s.	n.s.
Injertox Tratamiento (1)		*	n.s.	n.s.

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD.

En el año 2023 se observó un mejor aspecto de las plantas injertadas y ausencia de plantas muertas, detectándose d.s.n.e. $P \leq 0,01$ entre éstas y las plantas no injertadas. No se detectaron d.s.n.e. entre tratamientos del suelo para esta última campaña. Para estos parámetros, no se detectaron interacciones estadísticamente significativas. (Tabla 15).

Tabla 15. Estado final de la planta. 2023

		Fecha: 03/08/2023		
Injerto x Tratamiento		Estado vegetativo (0-5)	% Plantas muertas	Índice nodulación (0-10)
<i>Injerto</i>				
	Planta injertada	5,00 A	0,00 B	2,13
	Sin injertar	2,17 B	33,33 A	1,73
<i>Tratamiento</i>				
	Biocidas	3,33	25,00	1,70
	Testigo	3,83	8,33	2,17
Análisis de la varianza				
Parámetros (grados de libertad)				
Injerto (1)		**	**	n.s.
Biocidas (1)		n.s.	n.s.	n.s.
Injertox Tratamiento (1)		n.s.	n.s.	n.s.

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD.

Al analizar los parámetros más importantes en las analíticas de suelo, no se observaron diferencias entre modalidades de manejo. Únicamente se detectaron d.s.n.e. para algunos parámetros en la campaña 2020 y 2023. En 2020, se detectaron d.s.n.e. $P \leq 0,01$ en el % de ácidos húmicos (mayor en testigo) y ácidos fúlvicos (mayor en el manejo de biocidas) y d.s.n.e. $P \leq 0,05$ en el sodio de cambio, que fue mayor en el caso de la utilización de plantas biocidas. En la campaña 2023 el sodio de cambio fue mayor en el caso del testigo con d.s.n.e. $P \leq 0,05$ con respecto a las biocidas. Aunque, sin observar d.s.n.e. se aprecia en las analíticas un mayor porcentaje de materia orgánica en las parcelas en las que se incorporó las plantas biocidas, a

excepción del tercer año, en el que coincide con la aportación en todas las parcelas de una enmienda orgánica. (Tablas 16-20).

Tabla 16. Analíticas de suelo previo a la plantación del tomate, 2019

	Materia Orgánica (%)	Fósforo (OLSEN) (ppm)	Sodio de cambio meq/100gr	Suma de Cationes meq/100gr	Porosidad ε(%)	% Ácidos húmicos	% Ácidos fúlvicos
Biocidas	1,66	29,12	1,44	17,22	55,81	35,76	64,24
Testigo	1,50	29,73	1,37	17,72	57,62	30,46	69,54
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD.

Tabla 17. Analíticas de suelo previo a la plantación del tomate, 2020

	Materia Orgánica (%)	Fósforo (OLSEN) (ppm)	Sodio de cambio meq/100gr	Suma de Cationes meq/100gr	Porosidad ε(%)	% Ácidos húmicos	% Ácidos fúlvicos
Biocidas	1,76	94,62	1,83 a	17,70	47,67	23,42 B	76,58 A
Testigo	1,65	96,07	1,59 b	17,45	49,33	36,48 A	63,52 B
	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	**	**

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD.

Tabla 18. Analíticas de suelo previo a la plantación del tomate, 2021

	Materia Orgánica (%)	Fósforo (OLSEN) (ppm)	Sodio de cambio meq/100gr	Suma de Cationes meq/100gr	Porosidad ε(%)	% Ácidos húmicos	% Ácidos fúlvicos
Biocidas	1,97	38,42	1,96	16,83	57,23	23,11	76,89
Testigo	1,99	38,11	2,20	17,24	50,74	25,22	74,78
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD.

Tabla 19. Analíticas de suelo previo a la plantación del tomate, 2022

	Materia Orgánica (%)	Fósforo (OLSEN) (ppm)	Sodio de cambio meq/100gr	Suma de Cationes meq/100gr	Porosidad ε(%)	% Ácidos húmicos	% Ácidos fúlvicos
Biocidas	1,95	69,49	2,72	20,78	54,58	31,69	68,31
Testigo	1,82	61,03	2,18	20,18	54,50	20,15	79,85
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD.

Tabla 20. Analíticas de suelo previo a la plantación del tomate, 2023

	Materia Orgánica (%)	Fósforo (OLSEN) (ppm)	Sodio de cambio meq/100gr	Suma de Cationes meq/100gr	Porosidad ε(%)	% Ácidos húmicos	% Ácidos fúlvicos
Biocidas	1,81	90,51	1,29 b	17,60	54,57	30,34	69,66
Testigo	1,57	88,94	1,77 a	17,95	54,54	26,59	73,41
	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

ns, *, **. No significativo, $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente. Las letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas $P \leq 0,05$, según el test LSD.

5. Conclusiones

La utilización de plantas biocidas en la rotación del cultivo o el empleo de planta injertada no mejoraron los rendimientos comerciales. Tampoco afectaron de manera significativa a la producción de destrío, ligeramente inferiores en las plantas injertadas.

La utilización de planta injertada indujo un mayor peso medio de los frutos, mientras que la utilización de plantas biocidas no tuvo efecto alguno sobre este parámetro.

El empleo de las plantas biocidas en la rotación del cultivo no mejoró el vigor y el desarrollo de las plantas de tomate, mientras que sí que lo hizo el empleo de planta injertada, induciendo un mayor vigor y desarrollo de las plantas.

Las plantas injertadas, en la mayor parte de los años, llegaron al final del cultivo en mejores condiciones vegetativas, con un menor índice de plantas muertas, ese efecto nuso de plantas biocidas independientemente del tipo del suelo sobre el que se habían do se observó con el uso de plantas biocidas.

La utilización de plantas biocidas redujo el índice de nodulación o agallas causadas por nematodos en las raíces de las plantas, durante los primeros años, efecto que se diluyó en los 2 últimos años, debido posiblemente a una baja intensificación de las rotaciones.

La incorporación de las especies biocidas en la rotación del cultivo no afectó de manera clara a los parámetros físicos ni químicos del suelo, aunque aumentó ligeramente los niveles de materia orgánica de éste.

6. Referencias bibliográficas

- Bello, A.; López-Pérez, J.A.; García, A. 2003. “Biofumigación en Agricultura Extensiva de Regadío. Coed. Fundación Ruralcaja Alicante y Mundi Prensa.
- Cebolla, V: “Desinfección del suelo. Técnicas de aplicación”. IV Jornads de actualización en Cultivos Hortícolas. Centro de Transferencia de Tecnología Agraria-IVIA, Valencia, 2005.
- Maroto, José Vicente. Elementos de Horticultura General 3ª Edición. 2008. Ed. Mundi Prensa.
- Tello, J.C.: “algunas consideraciones sobre la desinfección de suelos hotícolas” Levante agrícola, 191 pg. 11-19, 1977.