



**UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA**

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA

**COMPARACIÓN DE LA PRODUCCIÓN
EN UN CULTIVO DE TOMATE
(*Solanum lycopersicum* Mill) BAJO
INVERNADERO, UTILIZANDO
DIFERENTES MATERIAS ORGÁNICAS
MEDIANTE BIODESINFECCIÓN
FRENTE A FERTIRRIGACIÓN.**

Alumno:

Agustín Peinado López

Directores:

Dr. Julio César Tello Marquina

D. Pablo García Raya.

Agradecimientos:

A todo el grupo AGR-200 y colaboradores, por convertir cada día de trabajo en algo divertido.

Al Dr. Tello, por recordarme que un ingeniero no sólo está hecho de números.

A mis amigos y compañeros, por haberme ayudado en éste camino.

A mi familia. Porque esto es vuestro.

TABLA DE CONTENIDOS

.....

| | |
|--|-----------|
| 1. Interés y objetivos. | 1 |
| 2. Cronograma de actividades. | 5 |
| 3.Revisión Bibliográfica | 9 |
| 3.1 Evolución de la agricultura almeriense. | 9 |
| 3.2 Importancia del cultivo de tomate. | 10 |
| 3.1.1 Contexto y situación del sector agrícola provincial. | 11 |
| 3.1.2 El cultivo de tomate. | 12 |
| 3.2 Problemática asociada al cultivo actual en la provincia de Almería. | 12 |
| 3.2.1 Bromuro de metilo. | 12 |
| 3.2.2 Estacionalidad en la gestión de residuos vegetales. | 13 |
| 3.3 Antecedentes de la relación materia orgánica- producción en el cultivo de tomate. | 14 |
| 3.3.1 Trabajos del grupo de investigación AGR-200. | 14 |
| 3.3.2 Trabajos fuera del grupo AGR-200. | 16 |
| 4. Materiales y métodos. | 21 |
| 4.1 Localización de la finca | 21 |
| 4.2 Instalaciones y equipamientos. | 22 |

| | |
|--|----|
| 4.3 Características del invernadero | 22 |
| 4.3.1 Características generales | 22 |
| 4.3.2 Sistemas de ventilación | 22 |
| 4.3.3 Sistema de riego | 23 |
| 4.4 Suelo | 23 |
| 4.5 Antecedentes de cultivo | 23 |
| 4.6 Tercer ciclo de cultivo | 24 |
| 4.7 Agua de riego | 24 |
| 4.8 Diseño experimental | 25 |
| 4.8.1 Descripción del sistema utilizado | 25 |
| 4.8.2 Disposición de los tratamientos | 25 |
| | 25 |
| 4.9 Manejo del cultivo | 26 |
| 4.9.1 Variedad empleada | 26 |
| 4.9.2 Ciclo de cultivo | 26 |
| 4.9.3 Labores realizadas | 26 |
| 4.9.3.1 Trasplante | 26 |
| 4.9.3.2 Destallado | 27 |
| 4.9.3.3 Entutorado | 27 |
| 4.9.3.4 Polinización | 27 |
| 4.9.3.5 Despunte de ramilletes | 27 |
| 4.9.3.6 Deshojado | 27 |

Comparación de la producción en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Bajo invernadero, utilizando diferentes materias orgánicas mediante biodesinfección frente a fertirrigación.

| | |
|---|-----------|
| 4.9.3.7 Despunte | 27 |
| 4.9.3.8 Recolección | 28 |
| 4.9.4 Riegos | 28 |
| 4.9.5 Fertilización | 28 |
| 4.9.6 Tratamientos fitosanitarios | 29 |
| 4.9.7 Fin de cultivo | 29 |
| 4.10 Parámetros a evaluar. | 30 |
| 4.10.1 Producción | 30 |
| 4.10.1.1 Producción por unidad de superficie | 30 |
| 4.10.1.2 Peso por fruto | 30 |
| 4.10.1.3 Análisis de datos | 30 |
| 5. Resultados y discusión | 33 |
| 5.1 Resultados | 33 |
| 5.1.1 Producción por unidad de superficie | 33 |
| 5.1.2. Peso por fruto | 37 |
| 6. Conclusiones | 41 |
| 7. Bibliografía | 45 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1.Cronograma de actividades..... | 5 |
| Tabla 2.Consumo de BrMe en 1991 declarados por los países desarrollados, y % de ese consumo solicitado como uso crítico. Fuente: Ministerio de Medio ambiente. | 12 |
| Tabla 3. Tratamientos utilizados a lo largo del proyecto de Agüero González..... | 14 |
| Tabla 4.Tratamientos utilizados en el Proyecto de Fin de Carrera de Vargas Vargas..... | 15 |
| Tabla 5.Tratamientos utilizados en el proyecto de Merlo Valverde | 15 |
| Tabla 6. Tratamientos utilizados durante el TFG de Leung Mayoral..... | 16 |
| Tabla 7.Producción de tomate en relación a diferentes tratamientos en el estudio de Torres Nieto. | 16 |
| Tabla 8.Composición de los tratamientos empleados. | 24 |
| Tabla 9.Fechas de las actividades relacionadas con el cultivo. | 26 |
| Tabla 10.Fechas de recolección..... | 28 |
| Tabla 11. Concentraciones de los principales fertilizantes empleados..... | 29 |
| Tabla 12.Producción por cosecha de los diferentes tratamientos aplicados en tomate cv. Pitenza. (kg·m ⁻²). | 35 |
| Tabla 13.Producción acumulada de los diferentes tratamientos aplicados en cv. Pitenza. (kg·m ⁻²)... .. | 36 |
| Tabla 14.Peso por fruto en relación al tratamiento empleado en tomate cv Pitenza (gr ⁻¹) | 38 |

Comparación de la producción en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Bajo invernadero, utilizando diferentes materias orgánicas mediante biodesinfección frente a fertirrigación.

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| | |
|---|----|
| Gráfica 1 Principales exportadores de tomate. Fuente: http://faostat3.fao.org | 1 |
| Gráfica 2. Evolución de las exportaciones de tomate entre 1992 y 2013. Fuente: http://faostat3.fao.org | 1 |
| Gráfica 3. Producción de hortalizas en España (2008-2012) Fuente: www.magrama.gov | 10 |
| Gráfica 4 Porcentaje de los tipos de tomate cultivados en la provincia de Almería. Fuente: elaboración propia (datos obtenidos de la Junta de Andalucía)..... | 11 |
| Gráfica 5. Comparativa en la producción de tomate. Fuente: elaboración propia (Junta de Andalucía)..... | 11 |
| Gráfica 6. Evolución de la producción respecto a cada cosecha a lo largo del ciclo de cultivo en un tomate cv Pitenza. (*kg·m ⁻²)..... | 34 |
| Gráfica 7. Producción acumulada de los diferentes tratamientos. (*kg·m ⁻²) | 34 |
| Gráfica 8. Peso por fruto (gr) asociado a cada cosecha, ordenado en función del tratamiento empleado..... | 37 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Puesta del plástico de solarización en tablar norte (Izqda.) y sur (dcho.) | 5 |
| Figura 2. Evolución del paisaje almeriense. Fuente: www.criadoylopez.com | 10 |
| Figura 3. Reacciones provocadas por el Bromuro de metilo en la atmósfera | 13 |

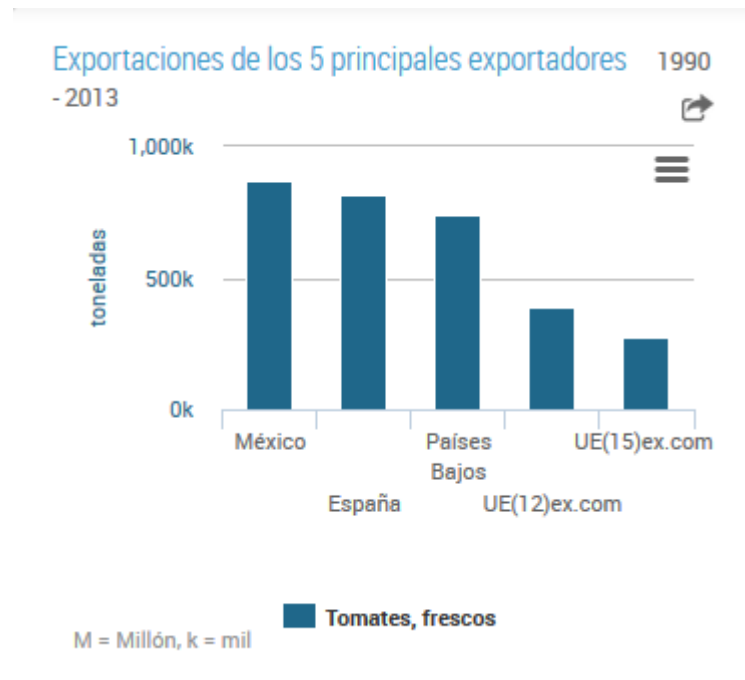
Comparación de la producción en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Bajo invernadero, utilizando diferentes materias orgánicas mediante biodesinfección frente a fertirrigación.

| | |
|--|-----------|
| Figura 4. Localización a gran escala de las instalaciones UAL-ANECOOP. | 21 |
| Figura 5. Localización del invernadero dentro de la finca. | 21 |
| Figura 6. Detalle exterior de la nave de servicios. | 22 |
| Figura 7. Disposición de los tratamientos en el invernadero. | 25 |
| Figura 8. Características de ramo de cv. pitenza. | 26 |

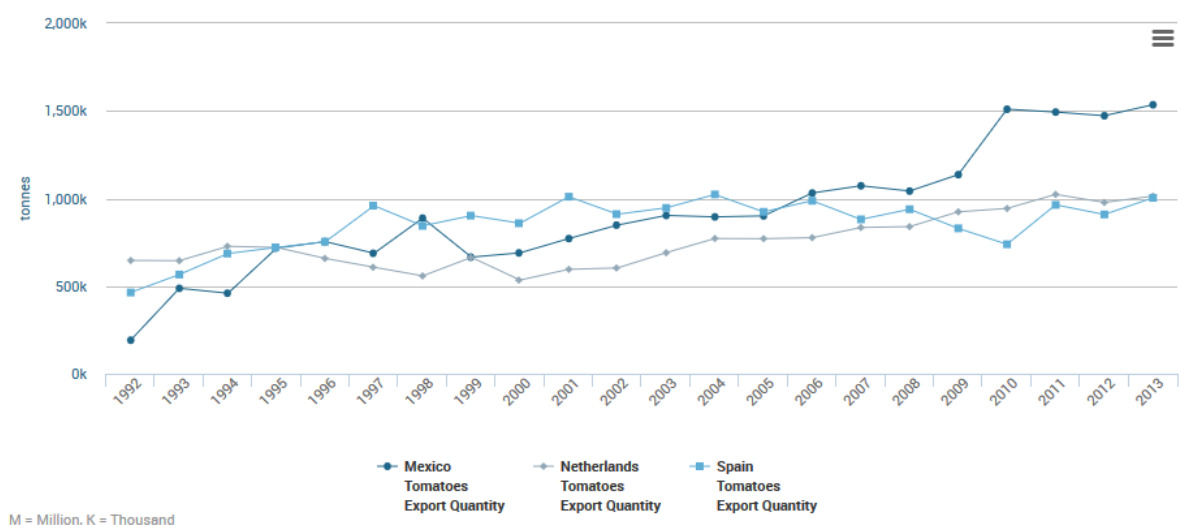
INTERÉS Y OBJETIVOS

1. Interés y objetivos.

La producción agrícola intensiva, especialmente focalizada en hortalizas es una de las claves de la economía almeriense. Atendiendo a datos de la FAO, España es una de las mayores exportadoras mundiales de pepino y tomate fresco, ocupando el tercer y el segundo lugar respectivamente en relación a la exportación total entre los años 1990 y 2013.



Gráfica 1 Principales exportadores de tomate. Fuente: <http://faostat3.fao.org>



Gráfica 2. Evolución de las exportaciones de tomate entre 1992 y 2013. Fuente: <http://faostat3.fao.org>

La exportación española sufrió un incremento en el volumen de exportación hasta el año 2001, a partir del cual se estancó en torno al millón de toneladas anual. Sin embargo, países como Holanda han mostrado un incremento sostenido en la exportación desde el año 2001, llegando incluso a superar a la exportación española en los últimos años. México experimentó un fuerte crecimiento durante el año 2009, que ha aumentado aún más la distancia como máximo exportador mundial.

Factores como el anteriormente mencionado, la prohibición del uso de sustancias desinfectantes como el bromuro de metilo, a la que se hace referencia en convenio de Viena, por medio del protocolo de Montreal, o la disminución del volumen de agua disponible en un clima semidesértico como el almeriense, generan una necesidad de cambio en torno al manejo del suelo y al desarrollo de sistemas alternativos de desinfección, económicamente viables y efectivos para el cultivo intensivo de tomate.

Además, la utilización de residuos de cosecha como fuente nutritiva para los futuros cultivos supone un ahorro importante, en términos de fertilizantes inorgánicos y de la infraestructura necesaria para su aplicación, pero también en los gastos asociados de transporte y reciclaje de los propios residuos, y un ahorro en una alteración final de las características morfológicas del suelo que afectan directamente a la futura productividad del mismo.

Por ello, el objetivo perseguido en la consecución de éste proyecto es el siguiente.

- Evaluación de la producción de tomate cv pitenza en un ciclo largo de tomate en relación a los tratamientos utilizados.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Comparación de la producción en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Bajo invernadero, utilizando diferentes materias orgánicas mediante biodesinfección frente a fertirrigación.

2. Cronograma de actividades.

Previamente al desarrollo del cultivo, se desarrolló un plan de actuación para todas aquellas actividades que, aunque relativas al mismo, requerían de una puesta en marcha independiente.

Tabla 1. Cronograma de actividades.

| Actividad | Fecha |
|----------------------------------|-----------------|
| Picado y rotovator | Abril 2015 |
| Aplicación de biofence™ | Mayo 2015 |
| Cobertura del suelo con plástico | Mayo 2015 |
| Petición de plantas al semillero | Julio 2015 |
| Retirada del plástico | Septiembre 2015 |
| Trasplante | Septiembre 2015 |
| Fin de cultivo | Marzo 2016 |



Figura 1 Puesta del plástico de solarización en tablar norte (Izqda.) y sur (dcho.)

El resto de actividades se incluirán en el apartado del ciclo de cultivo, debido a su frecuencia y a su mayor relación con el manejo del mismo.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.Revisión Bibliográfica

3.1 Evolución de la agricultura almeriense.

Hechos como el fuerte aislamiento de la provincia del resto de España, el clima semiárido, y la falta de una economía sólida que permita el desarrollo de la provincia, han provocado durante años un enlentecimiento en el crecimiento poblacional almeriense.

Por este motivo se llevó a cabo un plan de repoblación del litoral almeriense por parte del instituto de colonización español, basado en la agricultura como base de una nueva economía que permitiera el desarrollo de la provincia.

Durante los últimos 50 años se han sucedido importantes avances que han determinado la situación actual de la agricultura almeriense, de los cuales han destacado los siguientes:

1. Descubrimiento del enarenado (1956), de forma fortuita.
2. Experimentación, verificación y validación de la técnica de enarenado por el Instituto Nacional de Colonización (INC de ahora en adelante) (1957). Esto llevó a una reproducción del sistema del enarenado en varias parcelas pertenecientes al municipio de Roquetas de Mar, en la que se consiguió una producción aceptable en tierras consideradas improductivas hasta la fecha.
3. Puesta a prueba de sistemas de abrigo que maximizaran resultados en cuanto al rendimiento, llevada a cabo por el INC.
4. Construcción de invernaderos tipo “Parral”, con rollizos de eucalipto y alambre galvanizado, y cubriéndose el techo y las paredes laterales con plástico incoloro, obteniéndose así una cosecha precoz.
5. Colonización estatal que estimuló el asentamiento de colonos, mediante la construcción de infraestructuras eléctricas e hidráulicas, y permitieron un mayor asesoramiento técnico y financiación.
6. Desarrollo de un modelo productivo y comercial primario (años 60), con una generalización de la producción de hortalizas y una permanente incorporación de innovaciones para mejorar la productividad y la calidad de los productos.
7. Estructuración y desarrollo secundario de un modelo comercial (años 70). La agricultura intensiva se constituye en un sistema tecnológico dinámico, concentrando grandes cantidades de agua, mano de obra y agroquímicos, mejorando los rendimientos de los productos, por alargamiento del ciclo de las plantas y obtención de dos y hasta tres cosechas al año, de ahí que se hable de “cultivos forzados”. Además, se produjo el desarrollo de un proceso de comercialización que ha facilitado la salida de las producciones agrícolas y aumentar su valor añadido.
8. Consolidación del sistema productivo y comercial (años 80 y 90). El entramado de actividades se vuelve muy complejo, incluyendo actividades industriales y servicios, que se vinculan con la agricultura intensiva abasteciéndola de inputs intermedios (plásticos, semillas, sistemas de riego, envases de cartón, madera y pallets, abono orgánico, agua, productos fitosanitarios...), y complementando la cadena de valor.
9. Toma de conciencia de la sostenibilidad del sistema, e implantación paulatina de la Producción Integrada.

Comparación de la producción en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Bajo invernadero, utilizando diferentes materias orgánicas mediante biodesinfección frente a fertirrigación.



Figura 2. Evolución del paisaje almeriense. Fuente: www.criadoylopez.com

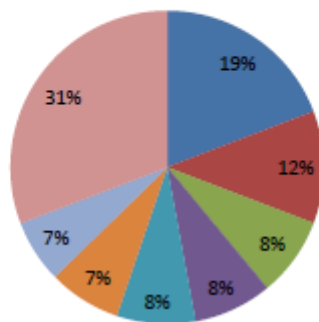
3.2 Importancia del cultivo de tomate

El tomate es una hortaliza cultivada ampliamente a escala mundial. Para tener una idea de su importancia hay que centrarse en las cifras de producción donde en el año 2013 se registró una producción mundial de 163.434.041 t, siendo el onceavo producto más producido en el mundo. España representó el noveno lugar como país productor con 3.683.600 t producidas en 45.300 ha (FAOSTAT, 2013) lo que representó un valor de 1.305.891.350 \$ (MAGRAMA, 2012).

A nivel español, la producción de tomate es la más relevante de todas las hortalizas comercializadas.

Producción de hortalizas en España.

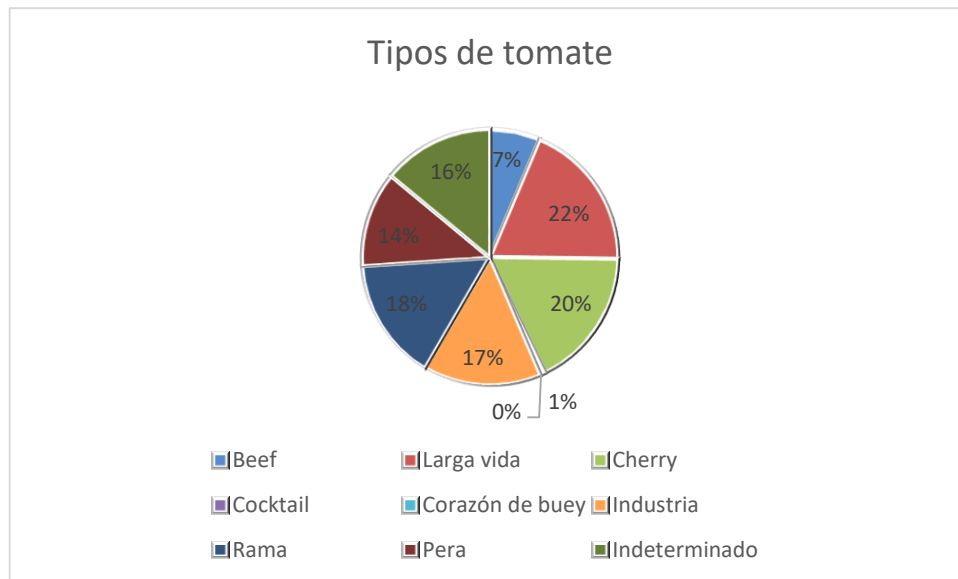
■ Tomate ■ Cebolla ■ Pimiento ■ Melón ■ Lechuga ■ Sandía ■ Pepino ■ Otros



Gráfica 3. Producción de hortalizas en España (2008-2012) Fuente: www.magrama.gov

Dentro de España, la provincia de Almería cuenta con una superficie invernada de 28.491 ha donde el tomate se cultiva en el 24% de la superficie total (8.693 ha) que representa una producción anual de 903.436 t (Junta de Andalucía, 2013)

Comparación de la producción en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Bajo invernadero, utilizando diferentes materias orgánicas mediante biodesinfección frente a fertirrigación.

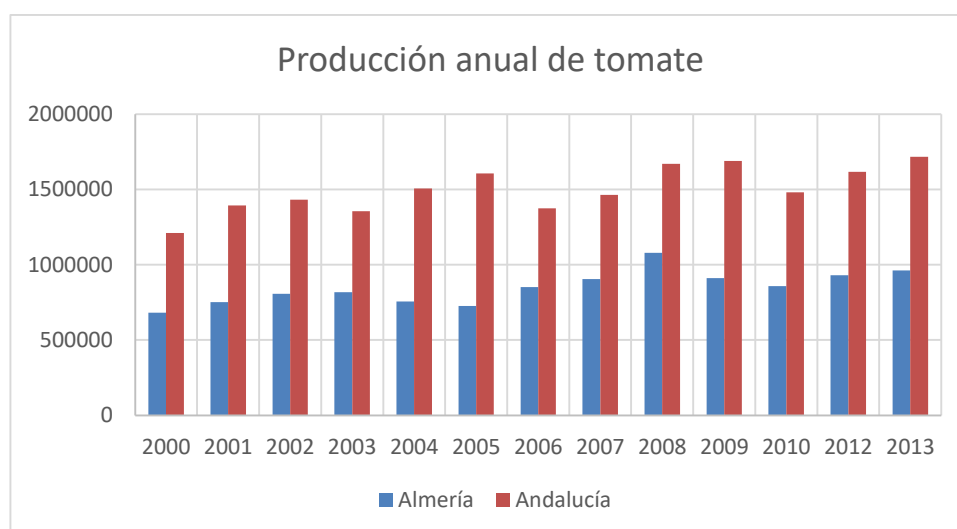


Gráfica 4 Porcentaje de los tipos de tomate cultivados en la provincia de Almería. Fuente: elaboración propia (datos obtenidos de la Junta de Andalucía)

3.1.1 Contexto y situación del sector agrícola provincial.

En los últimos años el sector que ha podido ofrecer una cierta estabilidad a la maltrecha economía provincial ha sido el de la agricultura. Su demanda se mantiene estable, su capacidad de penetración en nuevos mercados y su adaptabilidad han permitido que no se note demasiado el efecto de la crisis sobre dicha demanda, a pesar del evidente descenso de los niveles de consumo en el mercado nacional (Cajamar, 2011).

La producción hortícola de Almería representa el 91% de la producción agrícola de la provincia y el 60% de toda la producción hortícola andaluza. Esta aportación convierte a Almería en el modelo de referencia mundial de la horticultura protegida (Junta de Andalucía, 2011).



Gráfica 5. Comparativa en la producción de tomate. Fuente: elaboración propia (Junta de Andalucía)

3.1.2 El cultivo de tomate.

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada.

A escala europea el tomate es una de las hortalizas de mayor producción, con más de 15.860.034 toneladas. España ha ido incrementando sus producciones en el último periodo, aumentando su producción en un 21.86% pasando de 3.874.720 t en el año 1999, a 4.810.301 t en 2005, para luego disminuir de nuevo hasta llegar al valor de 3.821.490 t en el año 2010.

Analizando los datos emitidos por FAO, se llega a la conclusión de que el tomate es un producto fundamental en el seno de la horticultura española, siendo la especie hortícola más comercializada en Europa y más concretamente en la zona mediterránea con mayor nivel de producción y distribución. A escala nacional, presenta continuos incrementos en los rendimientos, consecuencia de un aumento en la producción y en menor medida de la superficie cultivada.

3.2 Problemática asociada al cultivo actual en la provincia de Almería.

3.2.1 Bromuro de metilo.

El bromuro de metilo ha sido ampliamente utilizado a lo largo del territorio español, especialmente en zonas de cultivo intensivo, en las que una regeneración del suelo se hace imprescindible para mantener producciones rentables sin necesidad de dejar el terreno impracticable por un largo periodo de tiempo. En 1997 se estipuló que los países desarrollados debían reducir el consumo de bromuro a un máximo del 30% de la cantidad consumida en 1991. Dentro del marco europeo, las exigencias son aún mayores, llegando a permitir tan solo un 25% del bromuro de metilo usado en 1991 (Ministerio de Medio Ambiente). En la actualidad, el bromuro de metilo no está autorizado en general, y varios productos se están investigando como alternativa al mismo, como la solarización y la desinfección, medidas utilizadas en la elaboración de este TFG.

| Países | Consumo BM en 1991 (t), línea base | Usos Críticos solicitados (2) |
|-------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Australia | 704,5 | 37% |
| Bélgica | 312 | 32% |
| Canada | 246 | 22% |
| Francia | 4.195 | 10% |
| Grecia | 970 | 37% |
| Israel | 3.580 | 31% |
| Italia | 6.974 | 41% |
| Japón | 6.106,8 | 2% |
| Holanda | 59 | ? |
| Portugal | Aprox 400 | Aprox 48% |
| España | 4.236 | 25% |
| Reino Unido | 628,7 | 24% |
| EEUU | 25.529 | 37% |

(1) (Fuente: Informe Mayo 2003 del MBTOC)

(2) % sobre la cantidad consumida en el año base (1991) solicitada en el año 2002 por cada país para su consumo en el año 2005. Según el PM ningún país debía consumir más del 30% en los años 2003 y 2004 y este porcentaje se reduce al 25% para la Unión Europea (Reglamento CE 2037/2000).

Tabla 2. Consumo de BrMe en 1991 declarados por los países desarrollados, y % de ese consumo solicitado como uso crítico. Fuente: Ministerio de Medio ambiente.

Los problemas asociados al bromuro de metilo tienen mucho que ver con su alta volatilización en condiciones normales, lo que facilita su dispersión en el entorno y su posterior desplazamiento hacia capas altas de la atmósfera, en la que la molécula de BrMe se rompe, en primer lugar, y posteriormente rompe la molécula de ozono. Tras romper dicha molécula, el bromo vuelve a quedarse como radical, teniendo la capacidad de romper nuevas moléculas de ozono. Por esto, se considera unas 50 veces más destructor del ozono que los clorofluorocarbonos (CFC). También es considerado un producto potencialmente tóxico para el ser humano, circunstancia agravada por el hecho de ser inodoro, por tanto, indetectable.

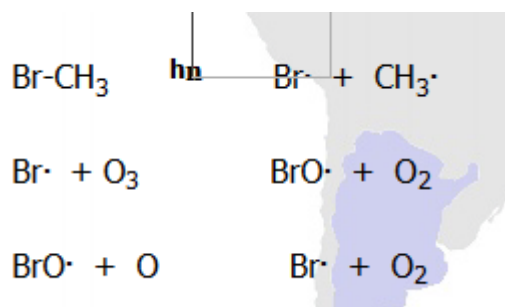


Figura 3. Reacciones provocadas por el Bromuro de metilo en la atmósfera

3.2.2 Estacionalidad en la gestión de residuos vegetales.

Atendiendo a un reciente estudio elaborado por la Junta de Andalucía en torno a esta cuestión (Estrategia de gestión de restos vegetales en la horticultura de Andalucía), se estima una producción mínima de 1,7 millones de toneladas anuales, de los cuales el 70% (1,2 millones aproximadamente) está concentrado en los meses de febrero y junio-julio, cantidad imposible de manejar por las instalaciones existentes, y que genera dificultades entre los agricultores a la hora de gestionar los residuos conforme a la legislación.

Existe otra problemática asociada a la estacionalidad, y es la dificultad para disponer de una logística de transporte adecuada para satisfacer la demanda en los dos períodos principales de generación de restos vegetales para llevarlos desde los lugares de generación a las plantas de tratamiento.

Como necesidades de actuación, la misma Junta propone un fomento de sistemas de autogestión y el uso para alimentación animal. Además, propone el uso de materiales biodegradables, que no supongan un esfuerzo adicional debido a la separación de los mismos de los restos de cosecha, lo que puede acarrear un coste de 1033 €·ha⁻¹.

Comparación de la producción en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Bajo invernadero, utilizando diferentes materias orgánicas mediante biodesinfección frente a fertirrigación.

3.3 Antecedentes de la relación materia orgánica- producción en el cultivo de tomate.

3.3.1 Trabajos del grupo de investigación AGR-200.

Estudio del efecto de compost procedente de residuos sólidos urbanos sobre calidad y producción de tomate cv Pitenza. (Agüero González,2003)

Tabla 3. Tratamientos utilizados a lo largo del proyecto de Agüero González.

| TRATAMIENTO | | | | |
|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|------------------|
| A | B | C | D | Testigo |
| 33% BDAR | 40% fracción orgánica de RSU | 25%BDAR | Compost Níjar: Sandía Melón Tomate Calabacín Pimiento | Estiércol vacuno |
| 66% R.V parques y jardines | 60% R.V. parques y jardines | 25% fracción orgánica RSU | | |
| | | 50% R.V. parques y jardines | | |

Conclusiones: Los resultados obtenidos no producirán pérdidas para el agricultor ni en calidad ni en producción, siendo estas materias una alternativa al uso de estiércol en abonado de fondo en suelo arenado.

En este caso se trataba de un suelo de nueva puesta, por lo que se aplicó un tratamiento adicional con el objetivo de mejorar el desarrollo de la microbiota telúrica, así como de mejorar la estructura del mismo. En concreto, se aplicó un abono mineral potenciador de la actividad microbiana (sulfato amónico y urea), por un total de 300-500 kg ·ha⁻¹, superfosfato de cal entre 3000 y 4000 kg ·ha⁻¹ y sulfato potásico en dosis de 800 a 1000 kg ·ha⁻¹ con el adición de una capa de arena. Además, es necesario mencionar que se realizó a lo largo del cultivo un aporte nutritivo por fertirriego.

Efectos de distintos tipos de compost como abonado de fondo en suelo arenado para evaluar la producción y calidad en tomate cv Pitenza. (Ruiz Morante, 2005)

Este trabajo final de carrera fue una continuación del anteriormente mencionado, por lo que los tratamientos empleados fueron los mismos, aunque en este caso se mantuvieron los aportes de fondo mencionados en el trabajo anterior. Se conservó también el aporte de abonos minerales en el fertirriego.

Conclusiones: Los resultados en este segundo año indican, al igual que durante el año anterior, que no se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a la producción en relación a los diferentes tratamientos aplicados.

Efectos de la adición de materia orgánica con y sin solarización sobre un cultivo de tomate cv Amilda de ciclo corto en la producción total y comercial, el número de frutos y la calidad de dicha producción. (Vargas Vargas, 2013)

Ubicado en las fincas de UAL-ANECOOP (Retamar), y con una superficie de 1917 m², los tratamientos utilizados fueron los siguientes.

Tabla 4. Tratamientos utilizados en el Proyecto de Fin de Carrera de Vargas Vargas.

| TRATAMIENTO | | | | |
|-------------|---------------------------------|---|---|---|
| T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
| TESTIGO | 0,3 kg m ² BIOFENCE™ | 0,8 kg·m ² Brócoli deshidratado. | 0,8 kg·m ² Brócoli deshidratado. | 0,3 kg m ² BIOFENCE™ + Activador microbiológico "cocktail" |
| | | | 0,15 kg·m ² gallinaza deshidratada | |

Se sometieron dichos tratamientos a biodesinfección y a biosolarización, separándolos por el pasillo central. Además, en todos los tratamientos se incluyó un abonado mineral en el riego.

Conclusiones: Los tratamientos solarizados mostraron mayor producción, con y sin materia orgánica, y este aumento en la producción está relacionado con una mayor cantidad de frutos en la cosecha. Ninguna de las materias orgánicas presenta diferencias respecto al testigo.

La calidad es independiente de la técnica de desinfección empleada, no encontrándose diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento con brócoli deshidratado reportó mayor calibre y acidez frente al testigo, en contrapartida a la firmeza, que fue significativamente inferior.

Efectos de la aplicación de materia orgánica con solarización en un ciclo corto con diferentes tipos de tomate sobre la calidad del fruto, estructura de la planta y la expresión de enfermedades en la planta tras solarización. (Merlo Valverde, 2015)

Tabla 5. Tratamientos utilizados en el proyecto de Merlo Valverde

| TRATAMIENTO | | | |
|--------------------------------|--|--|----------------|
| T1 | T2 | T3 | T4 |
| 2 kg m ⁻² gallinaza | 5 kg m ⁻² Restos de cosecha de tomate y calabacín + 2 kg m ⁻² gallinaza + solarización | 5kg m ⁻² Plantas infectadas con FORL + solarización | FERTIRRIGACIÓN |

Conclusiones: No hubo manifestación de FORL durante el ciclo de cultivo. No hubo diferencias significativas en términos de calidad y vigor de las plantas entre fertirrigación y biodesinfección de plantas infectadas con FORL.

Efectos de diferentes tratamientos de diferentes tipos de materia orgánica con y sin solarización en la producción de tomate y balance hídrico del cultivo respecto a los tratamientos utilizados. (Leung Mayoral. 2015)

La realización de este Trabajo de Fin de Grado se llevó a cabo en el mismo invernadero que el anteriormente mencionado de Merlo Valverde. Se trata de una continuación del mismo, aunque los tratamientos utilizados difirieron en gran medida:

Tabla 6. Tratamientos utilizados durante el TFG de Leung Mayoral

| TRATAMIENTO | | | | | | | |
|-------------|-------------|---|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|--|
| T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 |
| TESTIGO | FERTIRRIEGO | 2,29 kg·m ⁻² Plantas con FORL + solarización | 2,02 kg·m ⁻² MOSTAZA | 1,57 kg·m ⁻² RÁBANOS | 0,3 kg·m ⁻² BIOFENCE™ | 0,8 kg·m ⁻² BRÓCOLI DESHIDRATADO | 0,3 kg·m ⁻² BIOFENCE + FERTIRRIEGO |

Conclusiones: Hubo diferencias significativas entre todas las materias orgánicas utilizadas y el fertirriego. No se observó ninguna manifestación de FORL durante el ciclo de cultivo. El gasto de agua en los tratamientos con materia orgánica resultó ser un 44% menor que en el fertirriego.

3.3.2 Trabajos fuera del grupo AGR-200.

Evaluación del efecto biofumigante de las técnicas de aplicación de materia orgánica en arenado combinadas con solarización. (Torres Nieto, 2007)

Este trabajo se encarga principalmente de observar la relación entre el uso de diferentes materias orgánicas sobre el control de nematodos, aunque muestra datos reveladores respecto al uso de diferentes tratamientos en la Biofumigación, que da lugar a diferentes producciones

Tabla 7. Producción de tomate en relación a diferentes tratamientos en el estudio de Torres Nieto.

| TRATAMIENTO | | | | | |
|----------------------------------|--|--|---|---|---|
| T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
| TESTIGO SOLARIZA- DO | Carilla mecanizada (0,8 k kg· m ⁻² estiércol pelletizado) | RESTOS DE CULTIVO (9,2 kg· m ⁻²) | CARILLA AL CENTRO (10 kg· m ⁻² estiércol a granel) | CARILLA A LA LÍNEA (10 kg· m ⁻² estiércol a granel) | RETRANQUEO (20 kg· m ⁻² estiércol a granel) |
| PRODUCCIÓN (kg m ⁻²) | | | | | |
| 9,4 | 9,1 | 8,9 | 9 | 8,3 | 7,8 |

Atendiendo a los resultados en producción se observa que el tratamiento más productivo es el testigo solarizado, si bien las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Una hipótesis que se presenta a lo largo del texto se basa en la altura de la capa del suelo, que, en el caso de los abonados y restos de cosecha, tiene una menor longitud, debido a una elevación del frente salino hacia la parte baja del estiércol. Esto permitió una mayor penetración de las raíces en el suelo en el tratamiento testigo derivando en unas menores pérdidas de agua, que podrían resultar cruciales en el desarrollo de la planta y en su consecuente producción, si tenemos en cuenta el déficit hídrico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Comparación de la producción en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Bajo invernadero, utilizando diferentes materias orgánicas mediante biodesinfección frente a fertirrigación.

4. Materiales y métodos.

4.1 Localización de la finca

La finca en la que fue desarrollado el ensayo se encuentra en las instalaciones de la fundación UAL-ANECOOP, en el término municipal de Almería, Retamar, concretamente en el paraje de “Los goterones” situada en el polígono 24, parcela 281.



Figura 4. Localización a gran escala de las instalaciones UAL-ANECOOP.



Figura 5. Localización del invernadero dentro de la finca.

Comparación de la producción en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Bajo invernadero, utilizando diferentes materias orgánicas mediante biodesinfección frente a fertirrigación.

4.2 Instalaciones y equipamientos.

La finca dispone de un almacén para la gestión de los invernaderos que se divide en los siguientes equipamientos especiales:

- Oficinas
- Sala de cámaras frigoríficas
- Sala de cabezales de riego.
- Sala de calderas.



Figura 6. Detalle exterior de la nave de servicios.

4.3 Características del invernadero

4.3.1 Características generales

Se trata de un invernadero tipo raspa y amagado, con una superficie de 1900 m², de los cuales 1800 son útiles para el cultivo. Se encuentra orientado en dirección WNW- ESE, usando como referencia los dos extremos del segmento que define el pasillo central. Las líneas de cultivo son perpendiculares al pasillo.

La disposición de las raspas es paralela al pasillo central. La distancia entre las diferentes raspas es de 8 metros, y su distancia dentro de la línea es de 2 metros. Su altura es de 4,70 metros. Los amagados guardan las mismas relaciones de distancia.

La altura de la banda del invernadero es de 3,40 m. La distancia entre pies perimetrales consecutivos de la banda es de 2 m. y están formados por perfiles de acero laminado IPN-120, con una inclinación de 60° aproximadamente respecto al suelo.

4.3.2 Sistemas de ventilación.

El invernadero dispone en las bandas de ventanas laterales enrollables de plástico con apertura automatizada. Para la ventilación cenital se usaron ventanas tipo cremallera, también con apertura automatizada. En total, la superficie destinada a la ventilación supone 126 m² a lo largo del

invernadero, que se distribuyen en 180 m. lineales de ventanas, con 0,70 m. de anchura, construidas con tubos galvanizados de 25 x 25 mm, que a su vez poseen mallas anti-trips de 20 x 10 hilos·cm⁻¹ para evitar la entrada de plagas e insectos vectores de enfermedades.

4.3.3 Sistema de riego

El riego del cultivo se realizó a través de un sistema de riego por goteo con el fin de reducir las pérdidas de agua y de aumentar la eficacia del riego. La instalación consta de una serie de tuberías dispuestas sobre la superficie del suelo y fabricadas con polietileno de baja densidad que portan a su vez los emisores o goteros, con un caudal nominal de 3 L·h⁻¹.

Los ramales porta-goteros se colocaron en la misma dirección que las líneas de cultivo y el sentido de circulación del agua en ellos era descendente para evitar que, al finalizar el riego, el agua que llenaba las tuberías se desplazara hacia los primeros goteros de los ramales y éstos recibieran más agua que los últimos.

El agua llega hasta el invernadero desde el cabezal de riego mediante tuberías enterradas de PVC que conectan las tuberías superficiales de polietileno y suministran el agua a través de ellas. El sistema de riego antes descrito está separado físicamente para dos sectores de riego independientes.

La disposición de las plantas se realizó en líneas pareadas, con una distancia entre cada dos líneas pareadas de 1 m y entre plantas de 0,5 m (un gotero por planta).

4.4 Suelo

El invernadero sobre el que versa este TFG, ha sufrido amplias modificaciones en los últimos dos años de cultivo, cuya pretensión inicial fue la mejora de las características del suelo, que se mostraba prácticamente estéril debido a tratamientos previos con carbonato cálcico que tuvieron la intención de reducir las pérdidas de agua por lixiviación, pero terminaron desembocando en un apelmazamiento del material que hizo impracticable la puesta en marcha del cultivo. Posiblemente su abandono posterior, durante tres años, alterara aún más la estructura del suelo, dificultando su restablecimiento para terreno cultivable.

Debido a que la aplicación de la enmienda de carbonato cálcico estuvo localizada en el sector sur del invernadero, se propuso recuperar la fertilidad del suelo utilizando para ello la adición de materia orgánica de diversas procedencias. Éste proceso, realizado durante los dos años anteriores al proyecto que ahora se describe, e incluyendo el año dedicado a dicho proyecto, logró la transformación de un suelo improductivo a productivo.

4.5 Antecedentes de cultivo

El primer año de recuperación del suelo se utilizaron restos de cultivos de calabacín y tomate de invernaderos adyacentes, junto con aportes externos de gallinaza y plantas enfermas con *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (en adelante, FORL) en el tablar sur, utilizando además un pase de rotovator, en este caso tanto en el tablar norte como en el sur.

Como enmienda orgánica en el segundo año, se aportaron los restos de cosecha provenientes del cultivo anterior de tomate sobre el tablar sur, salvo en la zona en la que se sitúa el tratamiento testigo, que no tuvo aplicación de materia orgánica, y fue regado con agua sin fertilizante. En total, el aporte de restos de cosecha fue de 3,75 kg·m⁻². Tras este aporte, se llevó a cabo la siembra de rábano y mostaza, ambas con una alta capacidad de desinfección, atendiendo al documento realizado por Bello et al., en el año 2000 que ilustra los efectos de ésta práctica, llamado Biofumigación y Solarización como alternativas al bromuro de metilo, para incorporarlas al suelo tras el cultivo. También se

aplicaron 0,88 kg·m⁻² de rábano en un sector del tablar sur y 0,64 kg·m⁻² de mostaza en un sector del tablar norte. Además, se introdujo Biofence™ en otro sector, a una dosis de 0,3 kg·m⁻², y restos de brócoli deshidratados a razón de 0,8 kg·m⁻², ambos repartidos en el suelo en carillas de 0,4 x 20 m².

4.6 Tercer ciclo de cultivo

El ciclo de cultivo que atañe a este TFG fue el comprendido en la campaña 2015-2016. El proceso de actuación fue el mismo que en años anteriores, añadiendo al suelo los restos de cultivo del ciclo anterior.

Para la adición e introducción de la materia orgánica se realizaron pases con una picadora de martillo para triturar los restos del cultivo anterior Situadas en el pasillo central del invernadero. Después del triturado se esparcieron en superficie y se envolvieron con el suelo con un rotovator. En concreto, se aplicaron 3,6 kg·m⁻² de restos de cosecha en todo el tablar sur, respetando también el tratamiento testigo, situado en el mismo lugar que en la cosecha anterior.

La aplicación de Biofence™ se realizó en carillas de 0,4 x 20 m² en los tratamientos 5 y 6. Se aplicaron las cantidades de 0,5 y 1 kg·m⁻¹ para los tratamientos T5 y T6 respectivamente.

Una vez introducidas todas las enmiendas orgánicas, se procedió a la reinstalación del sistema de riego, y al testeo del mismo para comprobar que el riego sigue siendo homogéneo, lo que es de vital importancia para la posterior desinfección, ya que, si una zona puntual del invernadero no recibe suficiente agua, el proceso de biodesinfección se altera significativamente, disminuyendo su eficacia. Debido a esto, se dispuso el doble de goteros en el tablar sur, con la finalidad de obtener una distribución de agua más homogénea. Para este testeo se tomaron muestras de volumen de agua recogido en goteros repartidos aleatoriamente a lo largo de toda la superficie del invernadero. A continuación, se colocó el plástico transparente de 200 galgas en toda la superficie y se dio un riego de 8 horas, repartidas en 4 días (dos horas diarias), para evitar que haya percolación de agua. El fundamento y objetivo principal de ésta labor es evitar que la falta de agua constituya un factor limitante en la proliferación de microorganismos que se encargan de la descomposición de la materia orgánica, y como consecuencia indirecta, de la aparición de los gases encargados de la biodesinfección del suelo.

A modo de resumen, en la siguiente tabla se observan las enmiendas introducidas a lo largo del invernadero.

Tabla 8. Composición de los tratamientos empleados.

| Tratamiento | Materia añadida | Cantidad |
|-------------|-------------------------------|---|
| T0 | - | 0 |
| T1 | - | 0 |
| T2 | Biofence® | 0,5 kg m ⁻² |
| T3 | Biofence® | 1 kg m ⁻² |
| T4 | Restos de tomate CA* | 3,6 kg m ⁻² |
| T5 | Restos tomate CA+ Biofence ® | 3,6 kg·m ⁻² + 0,5 kg·m ⁻² |
| T6 | Restos tomate CA + Biofence ® | 3,6 kg m ⁻² + 1 kg·m ⁻² |

*Cultivo Anterior

4.7 Agua de riego

El agua usada para el riego provino de dos balsas situadas en la finca, con capacidad para 5000 m³ cada una, cubiertas con plástico negro. Cada una de las balsas posee agua proveniente de varios

suministradores, siendo la primera de la depuradora de Almería, con una conductividad de $1,8-2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$. La otra balsa recoge agua de lluvia con conductividad de $0,3-0,6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$. Cada balsa tiene una bomba multicelular asociada, que permite llevar el agua hacia las zonas más alejadas de la finca. El sistema de riego permite mezclar el agua de ambas balsas, con el fin de obtener la conductividad deseada y así optimizar el agua usada en relación a los diferentes cultivos que se dan en las instalaciones UAL-ANECOOP.

4.8 Diseño experimental

4.8.1 Descripción del sistema utilizado

En este ensayo, se utilizó un diseño experimental de bloques aleatorios, con el objetivo de distribuir de una forma uniforme cada uno de los tratamientos, para evitar diferencias en la producción relativas a la disposición del tratamiento en el invernadero.

4.8.2 Disposición de los tratamientos

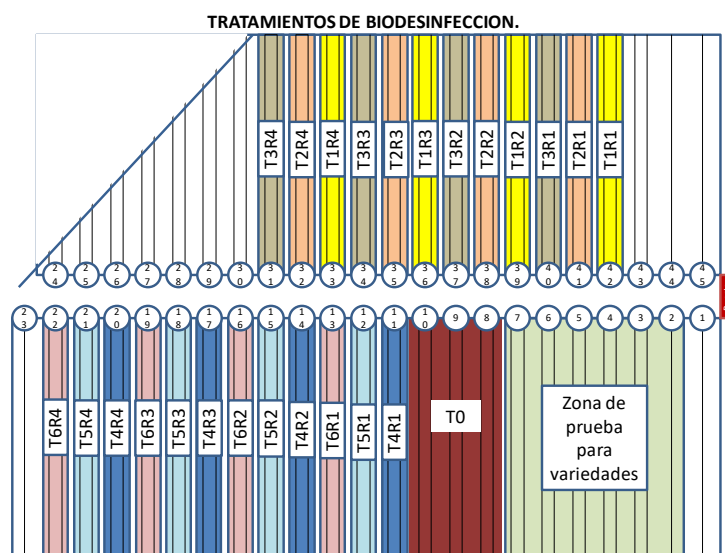


Figura 7. Disposición de los tratamientos en el invernadero.

- T0: Testigo sin restos vegetales y sin fertirrigación.
- T1: Testigo convencional (fertirrigación)
- T2: Fertirrigación, con una incorporación previa en suelo de biofence, en cantidades de $0,5 \text{ kg m}^{-2}$.
- T3: Fertirrigación, con una incorporación previa en suelo de biofence, en cantidades de $0,5 \text{ kg m}^{-2}$.
- T4: Uso de restos de plantas de tomate infectadas con $(3,6 \text{ kg m}^{-2})$
- T5: Uso de Restos de tomate, en adición a incorporación en suelo de biofence™ ($3,6 \text{ kg m}^{-2} + 0,5 \text{ kg m}^{-2}$)
- T6: Uso de Restos de tomate, en adición a incorporación en suelo de biofence ($3,6 \text{ kg m}^{-2} + 1 \text{ kg m}^{-2}$)

Cada repetición constituyó una parcela elemental de 40m^2 , distribuida aleatoriamente a lo largo de la superficie del invernadero.

El efecto borde fue subsanado aplicando las enmiendas en carilla.

Comparación de la producción en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Bajo invernadero, utilizando diferentes materias orgánicas mediante biodesinfección frente a fertirrigación.

En la zona Norte del invernadero, se realizaron riegos con fertilizante inorgánico, mientras que en la zona sur solamente se hicieron las incorporaciones de materia orgánica, y riego con agua sin fertilizante.

4.9 Manejo del cultivo

4.9.1 Variedad empleada

Entre la multitud de variedades disponibles en el mercado, se escogió la variedad Pitenza™, De Enza Zaden, Debido a la gran experiencia que actualmente se dispone de ella. Es una variedad indeterminada, con tomates con larga vida en anaquel, apta para un cultivo de ciclo largo, y para cosecha tanto en suelto como en ramillete.

Además, la variedad pitenza™ presenta la ventaja de ser un cultivar muy representativo y altamente estudiado en el campo almeriense, lo que proporciona un valor de seguridad al estudio del mismo.



Figura 8. Características de ramo de cv. pitenza.

4.9.2 Ciclo de cultivo.

En este ciclo de cultivo los trabajos de preparación de suelo comenzaron a mediados de mayo de 2015 y el cultivo se arrancó en abril de 2016. En el mes de julio se llevaron las semillas de la variedad deseada al semillero, y el trasplante se llevó a cabo el día 2 de septiembre de 2015. La primera cosecha se realizó el 3 de diciembre de 2015 y se cosechó 14 veces en total, siendo la última recogida el día 14 de marzo de 2016.

Tabla 9. Fechas de las actividades relacionadas con el cultivo.

| Fecha | Actividad |
|------------|------------------------------------|
| Julio 2015 | Envío de semillas al semillero |
| 31/08/2015 | Preparación del terreno |
| 02/09/2015 | Trasplante |
| 03/12/2015 | 1ª cosecha |
| 12/03/2016 | Última cosecha (fin del cultivo) |

4.9.3 Labores realizadas

4.9.3.1 Trasplante.

Se llevó a cabo aproximadamente 40 días después de la llevada de semillas al semillero. El plástico se retiró 4 días antes de trasplantar, para observar problemas derivados de una posible compactación del

Se realizó un pase de rotovator en las caras de cultivo, para descompactar el suelo. Antes de realizar el trasplante se prepararon los correspondientes agujeros en los que se colocaría la planta (el marco de plantación elegido fue de 2 plantas· m²), y se dio un riego abundante al suelo, concretamente de 1 hora, para obtener una alta humedad en el mismo durante los primeros días de la planta, lo que reducirá su estrés en los primeros días tras el trasplante. Acto seguido, se eliminarán todos los riegos durante 10 días para promover su arraigo en el suelo.

4.9.3.2 Destallado

La práctica cultural del destallado reduce la cantidad de nutrientes destinados al desarrollo de yemas axilares con ninguna utilidad en la producción intensiva de tomate. Por esto, se realizó tantas veces como fue necesario, tratando de hacerse al menos una vez en semana. El corte en cada acodo debía ser lo más cercano al tallo principal posible, para evitar la acumulación de savia y la presencia de materia orgánica muerta tan cercana a la planta, lo que podría facilitar la aparición de colonias de *Botrytis cinerea*.

4.9.3.3 Entutorado

Las labores de entutorado y destallado se realizaron de manera conjunta. El entutorado es fundamental para el cultivo de tomate, ya que es una liana modificada, con porte arbustivo, ya que es una práctica necesaria para obtener frutos con calidad comercial. Es importante advertir también que ésta es una labor que permite el manejo de la planta de tomate y mejora la aireación y la captura de radiación de la planta, algo que en las condiciones invernadero almerienses es imprescindible. A partir de febrero de 2016, para continuar con la producción en el ciclo largo, se llevó a cabo el “descuelgue” de las plantas, para evitar que las plantas alcanzasen el emparrillado y dificultasen tanto el manejo diario como las cosechas.

4.9.3.4 Polinización

La polinización se hizo a través de polinización biológica, con la ayuda de *Bombus terrestris*, o abejorro común, que es el comercializado para estas labores. Se considera que el abejorro es más útil en cultivos intensivos, ya que son menos agresivos que otros ápidos, si bien el polen de tomate no suele ser especialmente atractivo para estos insectos. El tiempo útil de una colmena oscila entre 6 y 8 semanas, por lo que se introdujo una colmena por mes de cultivo a partir de la aparición del primer ramillete floral.

4.9.3.5 Despunte de ramilletes

Con el fin de obtener una mayor homogeneidad, tanto en calibre como en calidad hortícola, se llevó a cabo una labor de despunte complementaria a la de entutorado y destallado, seleccionando un máximo de seis frutos por ramillete.

4.9.3.6 Deshojado

El deshojado se realizó tres veces a lo largo del cultivo, con la intención de mejorar la aireación de la planta y la maduración de los ramos más bajos de la misma, así como de evitar la proliferación de botrytis, que durante algunas fechas supuso un riesgo importante para el cultivo.

4.9.3.7 Despunte

El despunte de plantas se produjo el día 18 de marzo de 2016 y la intención fue impedir el desvío de fotoasimilados a nuevas ramas y hojas, en posible detrimento del calibre y morfología del fruto.

4.9.3.8 Recolección

Aunque en inicio estaba prevista la comercialización de tomate en ramo, por razones logísticas se tomó la decisión final de comercializarlo suelto. Este hecho aumentó el número de cosechas realizadas.

Tabla 10. Fechas de recolección.

| Cosecha | Fecha | DDT |
|-----------------|------------|-----|
| 1 ^a | 03/12/2015 | 91 |
| 2 ^a | 11/12/2015 | 99 |
| 3 ^a | 17/12/2015 | 105 |
| 4 ^a | 22/12/2015 | 110 |
| 5 ^a | 29/12/2015 | 117 |
| 6 ^a | 07/01/2016 | 126 |
| 7 ^a | 14/01/2016 | 133 |
| 8 ^a | 24/01/2016 | 143 |
| 9 ^a | 03/02/2016 | 153 |
| 10 ^a | 22/02/2016 | 172 |
| 11 ^a | 04/03/2016 | 183 |
| 12 ^a | 14/03/2016 | 193 |
| 13 ^a | 04/04/2016 | 214 |
| 14 ^a | 13/04/2016 | 223 |

4.9.4 Riegos

En este ensayo, al igual que en los anteriores relativos a esta finca, se utilizó el sistema de riego por goteo, que permite riegos más uniformes y una reducción de la cantidad de agua a utilizar.

Con el fin de adaptar los riegos a las necesidades de cada tratamiento, cada tablar sistema de riego independiente, lo que permitía una separación total de la dotación de agua, así como una fertilización diferente en función del tratamiento. Cada tablar poseía 44 ramales porta-goteros organizados en líneas dobles salvo las dos líneas de los extremos, con 40 goteros cada uno, lo que hace un total de 1760 goteros por tablar. La separación entre pares de líneas fue de 1,5 m, y entre goteros de 0,5 m si contamos las líneas como dobles, o de 0,8 si contamos cada línea de forma individual. El caudal nominal de los goteros es de 3 L·h⁻¹

4.9.5 Fertilización

Como se ha introducido anteriormente, para éste ensayo concreto la sectorización de los tablares norte y sur ha sido imprescindible, teniendo en cuenta que cada una de ellas requiere de dotaciones de agua y necesidades nutritivas distintas.

Al comienzo de cultivo, se estableció una dotación de riego igual para ambos tablares, sin adición externa de nutrientes al agua, que duró 30 días tras el trasplante. Posteriormente, se diseñó un programa específico de aumento de conductividad para el tablar norte (donde se encuentran los tratamientos con fertirriego), en el cual se aportaron 0,5 dS·m⁻¹ de inicio, aumentando paulatinamente hasta alcanzar una solución final de 2,7 dS·m⁻¹, siempre teniendo en cuenta la conductividad inicial del agua de riego.

La siguiente tabla muestra las concentraciones en milimoles de los principales fertilizantes empleados. Teniendo en cuenta que las concentraciones se mantendrán constantes independientemente de un aumento de la conductividad:

Tabla 11. Concentraciones de los principales fertilizantes empleados.

| Aporte Nutricional | mM |
|---|-----|
| NO ₃ ⁻ | 8 |
| H ₂ PO ₄ ⁻ | 2,5 |
| SO ₄ ⁻² | 2,5 |
| K ⁺ | 5 |
| Ca ²⁺ | 4 |
| Mg ²⁺ | 2 |

En el tablar sur no fue necesaria una aportación externa de nutrientes, dadas las características del sistema nutricional empleado. En este caso, se aplicaron riegos de 20 minutos tres veces en semana.

4.9.6 Tratamientos fitosanitarios.

Durante el ciclo de cultivo no se encontraron problemas fitosanitarios distintos a los que ocurren en un invernadero comercial. Las plagas y enfermedades que requirieron algún tratamiento fueron los siguientes.

Poco después del trasplante se observaron problemas, principalmente en la zona este del tablar sur, provocados por el ácaro bronceador, también conocido como vasates, cuyo nombre científico es *Aculops lycopersici*, y se aplicó azufre para su control. Este patógeno fue controlado de forma temprana, por lo que no se llegó a desplazar hacia otras partes del invernadero.

Durante todo el ciclo de cultivo aparecieron brotes de *Botrytis cinérea*, por lo que fueron necesarios aportes de cobre generalizados.

En torno al final de cultivo, se llegaron a observar plantas infectadas con mildiu, también en el tablar sur del invernadero y se realizaron tratamientos con cobre.

Como tratamientos de control biológico, se utilizó *Nesidocoris tenius*, ya colocado desde el semillero, por lo que no se observó una gran presencia de virus en la finca. A pesar de ello, sí que se observaron algunas plantas con el virus de la cuchara, o TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus), por lo que en momentos puntuales hubo que aplicar tratamientos fitosanitarios con diana en la mosca blanca.

Ninguna de estas plagas causó mermas significativas en la producción, pudiendo realizar una comparación fiable entre tratamientos y repeticiones.

4.9.7 Fin de cultivo

El día 14 de abril de 2016 se dio por terminado el cultivo, observando mermas descendentes de la producción en las últimas cosechas, y considerando que el cultivo ya no iba a ser productivo. Se procedió a realizar la operación de reincorporación al suelo de las plantas, por lo que se separaron las rafias de las mismas (labor facilitada en gran medida por el sistema de entutorado realizado) y se depositaron en el suelo, esperando a su completa deshidratación, para después ser trituradas y reintroducidas.

4.10 Parámetros a evaluar.

4.10.1 Producción

Para llevar a cabo las medidas de producción fue necesaria una balanza electrónica de 0,01 g de precisión que permitió obtener la producción total como la suma de las producciones parciales comerciales. Se realizó también el pesaje de 25 frutos, seleccionados al azar de cada repetición, para obtener el peso medio del fruto comercial.

Para que la muestra fuera lo más representativa posible de la producción comercial, se evitó tomar frutos no comercializables (destrío), separando estos en cajas.

4.10.1.1 Producción por unidad de superficie

En primer lugar, se obtuvieron los kg por planta de cada repetición, medida que en definitiva resultó más precisa, teniendo en cuenta que se llevaron a cabo recuentos periódicos del número de plantas de cada repetición. De esta forma se evitó la tendencia a una estimación a la baja de los resultados.

Para obtener los kilogramos por repetición, se pesaba de forma separada cada una de las repeticiones, utilizando cajas de peso conocido, a fin de restar este peso al del conjunto de la cosecha.

Para obtener los $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$, se realizó la extrapolación del marco de siembra inicial, encontrando la relación de 2 plantas $\cdot\text{m}^{-2}$. Esto es, se multiplicó por 2 el resultado obtenido de kg por planta del que se ha hablado anteriormente.

4.10.1.2 Peso por fruto

Ésta medida se efectuó seleccionando 25 frutos aleatoriamente de toda la muestra, para después pesarlos, descontando el peso de la caja, y dividiendo el total entre 25.

4.10.1.3 Análisis de datos

Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) mediante test de mínimas diferencias significativas (LSD), con un nivel de confianza del 95% para comparar los parámetros de producción de los distintos tratamientos durante las recolecciones, utilizando el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5. Resultados y discusión

5.1 Resultados

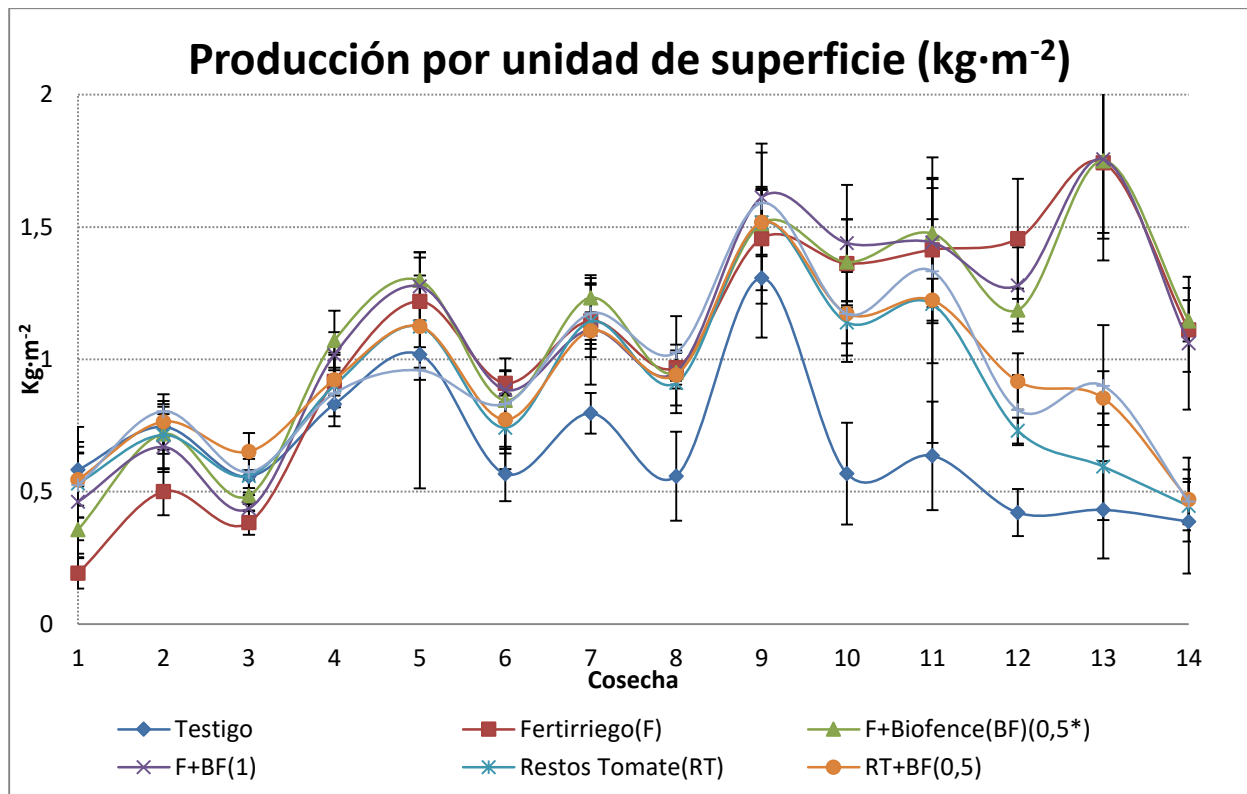
5.1.1 Producción por unidad de superficie

En la tabla 12 y la gráfica 6 se observan los resultados obtenidos en cuanto a la producción por unidad de superficie de forma puntual. Es claramente visible cómo el tratamiento donde sólo es aplicado fertirriego (T1) tuvo la menor producción durante las primeras 4 cosechas de forma estadísticamente significativa. El tratamiento testigo (T0) presentó los menores valores de producción de forma estadísticamente significativa desde la 6ª cosecha siendo éste comportamiento repetido hasta el final del ciclo de producción, y es a partir de la 12ª cosecha cuando es apreciada una diferencia significativa entre los tratamientos en los cuales ha habido aplicación de fertirriego con y sin BIOFENCE™ frente a aquellos tratamientos en los que se aplicaron enmiendas orgánicas, siendo menores las producciones en estos últimos.

Por otra parte, en lo que concierne a la producción por unidad de superficie acumulada, que se ve reflejada en el gráfico 7 y tabla 13, se reitera en las curvas de producción cómo el tratamiento con sólo fertirriego tiene las menores producciones en comparación a los demás tratamientos al principio del cultivo, puesto que es ocupado por el T0 a partir de la 7ª cosecha y continuado hasta el fin de cultivo. Además es apreciable cómo la aplicación de BIOFENCE™ no tuvo un efecto directo sobre la producción en lo referente a las dos dosis empleadas tanto para los tratamientos con fertirriego o con enmienda orgánica, sino que el efecto fue debido al empleo o no de la materia orgánica, que mantiene producciones iguales a cuando se utiliza fertirriego convencional en la primera parte del cultivo y que no es suficiente en la realización de un ciclo largo de producción, lo que podría ser debido a un agotamiento del efecto de la materia orgánica en el suelo.

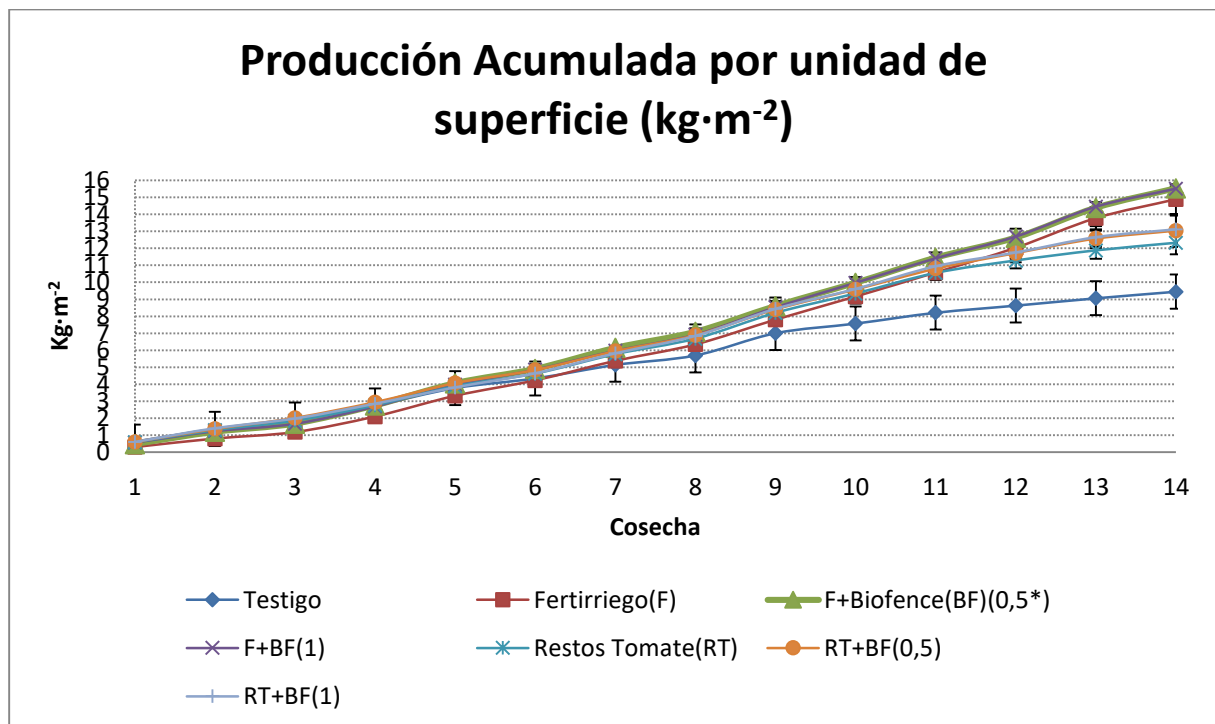
Éstos resultados, anteriormente expuestos, no son comparables con los descritos por Agüero González (2003), Martínez Ocaña (2006) Vargas Vargas (2013), ya que ellos no obtuvieron diferencias entre utilizar o no enmiendas orgánicas, haciendo hincapié en que estos trabajos hacen aplicación de fertirriego en todos los tratamientos. En comparación a los trabajos de Merlo Valverde (2015) y Leung Mayoral (2016), nuestros resultados concuerdan con los suyos, y es que también son apreciadas diferencias al aplicar tratamientos con materia orgánica o fertirriego, aunque hay que dejar constancia de que dichos trabajos realizados por estos dos autores fueron de ciclos cortos de producción, los cuales difieren al ciclo largo desarrollado en éste trabajo y que pudiera habernos mostrado el potencial o agotamiento de las enmiendas orgánicas ensayadas.

Comparación de la producción en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Bajo invernadero, utilizando diferentes materias orgánicas mediante biodesinfección frente a fertirrigación.



Gráfica 6. Evolución de la producción respecto a cada cosecha a lo largo del ciclo de cultivo en un tomate cv Pitenza. (*kg·m⁻²)

Testigo (sin enmienda orgánica ni fertirriego), Fertirriego, Fertirriego + Biofence™ (0,5 kg·m⁻²), Fertirriego + Biofence™ (1 kg·m⁻²), Restos de tomate (3.65 kg·m⁻²), Restos de tomate (3.65 kg·m⁻²) + Biofence® (0,5 kg·m⁻²), Restos de tomate (3.65 kg·m⁻²) + Biofence® (1 kg·m⁻²),



Gráfica 7. Producción acumulada de los diferentes tratamientos. (*kg·m⁻²)

Testigo (sin enmienda orgánica ni fertirriego), Testigo convencional (fertirrigado), restos vegetales (3.65 kg·m⁻²), restos vegetales (3.65 kg·m⁻²) + Biofence® (0,5 kg·m⁻²), restos vegetales (3.65 kg·m⁻²) + Biofence® (1 kg·m⁻²), Fertirriego + Biofence™ (0,5 kg·m⁻²), Fertirriego + Biofence™ (1 kg·m⁻²)

Comparación de la producción en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Bajo invernadero, utilizando diferentes materias orgánicas mediante biodesinfección frente a fertirrigación.

Tabla 12. Producción por cosecha de los diferentes tratamientos aplicados en tomate cv. Pitenza. ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$).

| Cosecha | DDT | Testigo | | Fertirriego | | Fertirriego + Biofence® (0,5 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) | | Fertirriego + Biofence® (1 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) | | Restos de tomate | | Restos de tomate + Biofence® (0,5 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) | | Restos de tomate + Biofence® (1 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) | | P valor |
|---------|-----|---------------|----|---------------|----|---|----|---|----|------------------|----|--|----|--|----|------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 91 | 0,582 ± 0,062 | a | 0,192 ± 0,057 | c | 0,357 ± 0,091 | bc | 0,462 ± 0,209 | ab | 0,531 ± 0,214 | ab | 0,546 ± 0,143 | ab | 0,525 ± 0,123 | ab | 0,0103 |
| 2 | 99 | 0,745 ± 0,086 | ab | 0,5 ± 0,089 | c | 0,718 ± 0,075 | ab | 0,669 ± 0,095 | b | 0,714 ± 0,129 | ab | 0,764 ± 0,057 | ab | 0,804 ± 0,064 | a | 0,0023 |
| 3 | 105 | 0,557 ± 0,104 | ab | 0,383 ± 0,046 | d | 0,485 ± 0,058 | bc | 0,436 ± 0,051 | cd | 0,56 ± 0,063 | ab | 0,652 ± 0,07 | a | 0,575 ± 0,061 | ab | 0,0002 |
| 4 | 110 | 0,831 ± 0,083 | c | 0,916 ± 0,052 | bc | 1,071 ± 0,113 | a | 1,017 ± 0,085 | ab | 0,901 ± 0,117 | bc | 0,923 ± 0,103 | bc | 0,872 ± 0,053 | c | 0,0161 |
| 5 | 117 | 1,019 ± 0,096 | a | 1,219 ± 0,099 | a | 1,298 ± 0,087 | a | 1,276 ± 0,128 | a | 1,124 ± 0,155 | a | 1,125 ± 0,079 | a | 0,959 ± 0,446 | a | 0,1708 |
| 6 | 126 | 0,567 ± 0,103 | c | 0,91 ± 0,045 | a | 0,846 ± 0,025 | ab | 0,885 ± 0,021 | ab | 0,741 ± 0,097 | b | 0,772 ± 0,187 | ab | 0,832 ± 0,171 | ab | 0,0052 |
| 7 | 133 | 0,796 ± 0,076 | b | 1,145 ± 0,137 | a | 1,233 ± 0,055 | a | 1,112 ± 0,207 | a | 1,143 ± 0,085 | a | 1,108 ± 0,034 | a | 1,174 ± 0,134 | a | 0,0011 |
| 8 | 143 | 0,559 ± 0,168 | b | 0,969 ± 0,064 | a | 0,95 ± 0,022 | a | 0,951 ± 0,033 | a | 0,91 ± 0,114 | a | 0,941 ± 0,115 | a | 1,027 ± 0,137 | a | 0,0001 |
| 9 | 153 | 1,307 ± 0,225 | a | 1,456 ± 0,195 | a | 1,513 ± 0,302 | a | 1,612 ± 0,169 | a | 1,517 ± 0,128 | a | 1,518 ± 0,122 | a | 1,591 ± 0,052 | a | 0,3687 |
| 10 | 172 | 0,568 ± 0,192 | c | 1,362 ± 0,167 | ab | 1,367 ± 0,163 | ab | 1,439 ± 0,22 | a | 1,14 ± 0,079 | ab | 1,173 ± 0,183 | b | 1,172 ± 0,158 | b | 0,0000 |
| 11 | 183 | 0,636 ± 0,205 | b | 1,414 ± 0,267 | a | 1,475 ± 0,171 | a | 1,441 ± 0,245 | a | 1,209 ± 0,223 | a | 1,224 ± 0,539 | a | 1,333 ± 0,196 | a | 0,0081 |
| 12 | 193 | 0,421 ± 0,089 | d | 1,456 ± 0,227 | a | 1,186 ± 0,081 | b | 1,279 ± 0,144 | ab | 0,731 ± 0,049 | c | 0,917 ± 0,107 | c | 0,809 ± 0,132 | c | 0,0000 |
| 13 | 205 | 0,431 ± 0,184 | c | 1,743 ± 0,287 | a | 1,75 ± 0,377 | a | 1,756 ± 0,279 | a | 0,595 ± 0,201 | bc | 0,853 ± 0,102 | b | 0,9 ± 0,229 | b | 0,0000 |
| 14 | 214 | 0,387 ± 0,196 | b | 1,111 ± 0,158 | a | 1,146 ± 0,078 | a | 1,061 ± 0,251 | a | 0,446 ± 0,092 | b | 0,47 ± 0,158 | b | 0,463 ± 0,086 | b | 0,0000 |

Comparación de la producción en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Bajo invernadero, utilizando diferentes materias orgánicas mediante biodesinfección frente a fertirrigación.

Tabla 13. Producción acumulada de los diferentes tratamientos aplicados en cv. Pitenza. ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$).

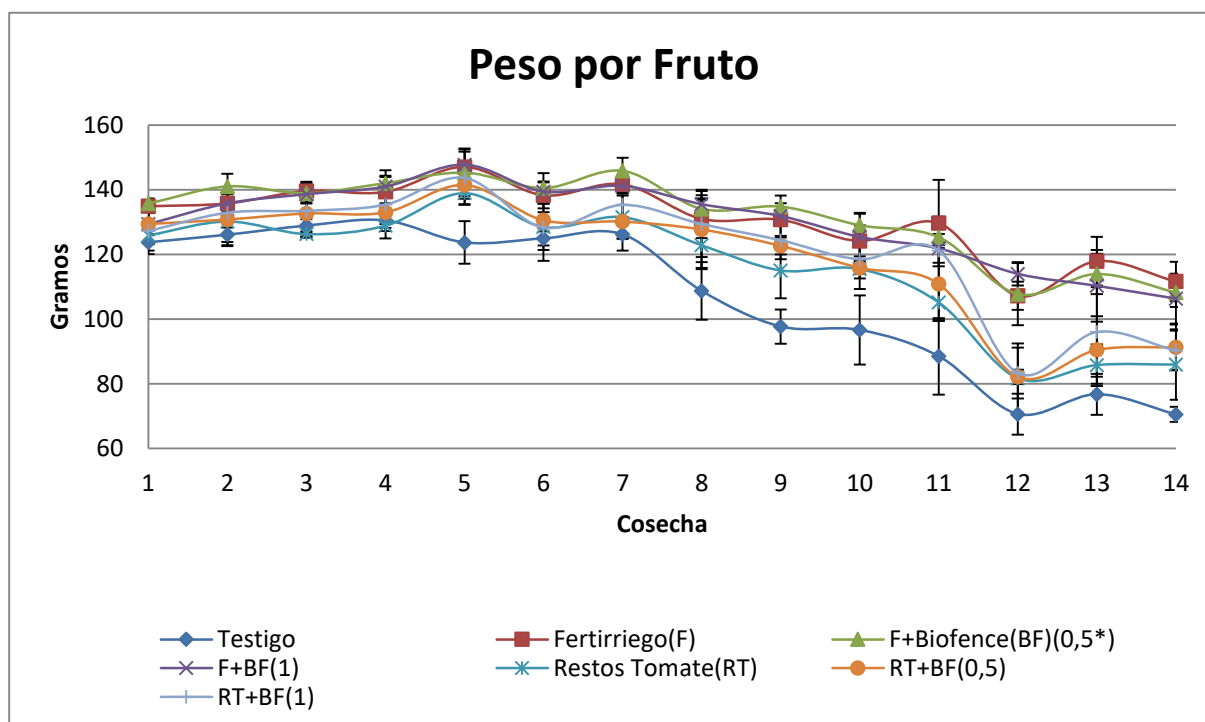
| Cosecha | DDT | Testigo | | Fertirriego | | Fertirriego + Biofence® (0,5 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) | | Fertirriego + Biofence® (1 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) | | Restos de tomate | | Restos de tomate + Biofence® (0,5 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) | | Restos de tomate + Biofence® (1 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) | | P valor |
|---------|-----|---------------|-----|----------------|----|---|----|---|---|------------------|-----|---|----|---|----|---------|
| 1 | 91 | 0,627 ± 0,068 | a | 0,307 ± 0,159 | a | 0,488 ± 0,08 | a | 0,581 ± 0,224 | a | 0,588 ± 0,207 | a | 0,611 ± 0,163 | a | 0,606 ± 0,131 | a | 0,0964 |
| 2 | 99 | 1,372 ± 0,148 | a | 0,807 ± 0,224 | b | 1,207 ± 0,154 | a | 1,25 ± 0,303 | a | 1,302 ± 0,093 | a | 1,375 ± 0,144 | a | 1,41 ± 0,173 | a | 0,0030 |
| 3 | 105 | 1,93 ± 0,137 | abc | 1,189 ± 0,188 | d | 1,692 ± 0,201 | bc | 1,686 ± 0,32 | c | 1,863 ± 0,143 | abc | 2,027 ± 0,148 | a | 1,984 ± 0,227 | ab | 0,0001 |
| 4 | 110 | 2,76 ± 0,217 | a | 2,105 ± 0,234 | b | 2,763 ± 0,211 | a | 2,704 ± 0,245 | a | 2,763 ± 0,048 | a | 2,95 ± 0,045 | a | 2,856 ± 0,252 | a | 0,0002 |
| 5 | 117 | 3,779 ± 0,122 | a | 3,324 ± 0,33 | a | 4,061 ± 0,225 | a | 3,979 ± 0,373 | a | 3,887 ± 0,167 | a | 4,075 ± 0,051 | a | 3,815 ± 0,672 | a | 0,0698 |
| 6 | 126 | 4,346 ± 0,088 | a | 4,234 ± 0,294 | a | 4,907 ± 0,218 | a | 4,864 ± 0,36 | a | 4,629 ± 0,235 | a | 4,847 ± 0,22 | a | 4,647 ± 0,673 | a | 0,0690 |
| 7 | 133 | 5,143 ± 0,132 | d | 5,379 ± 0,428 | bc | 6,14 ± 0,183 | a | 5,976 ± 0,335 | a | 5,772 ± 0,319 | ab | 5,955 ± 0,195 | a | 5,821 ± 0,602 | ab | 0,0068 |
| 8 | 143 | 5,701 ± 0,211 | c | 6,348 ± 0,397 | b | 7,09 ± 0,164 | a | 6,927 ± 0,341 | a | 6,682 ± 0,404 | ab | 6,896 ± 0,289 | a | 6,848 ± 0,559 | ab | 0,0003 |
| 9 | 153 | 7,008 ± 0,421 | c | 7,804 ± 0,521 | b | 8,603 ± 0,407 | a | 8,539 ± 0,462 | a | 8,199 ± 0,453 | ab | 8,414 ± 0,335 | ab | 8,438 ± 0,576 | ab | 0,0008 |
| 10 | 172 | 7,577 ± 0,609 | c | 9,167 ± 0,664 | b | 9,971 ± 0,257 | a | 9,978 ± 0,258 | a | 9,339 ± 0,486 | ab | 9,587 ± 0,464 | ab | 9,611 ± 0,653 | ab | 0,0000 |
| 11 | 183 | 8,212 ± 0,726 | b | 10,581 ± 0,882 | a | 11,446 ± 0,327 | a | 11,42 ± 0,12 | a | 10,547 ± 0,671 | a | 10,81 ± 0,965 | a | 10,944 ± 0,818 | a | 0,0000 |
| 12 | 193 | 8,633 ± 0,787 | c | 12,036 ± 0,984 | ab | 12,633 ± 0,298 | a | 12,699 ± 0,092 | a | 11,278 ± 0,711 | b | 11,727 ± 1,067 | ab | 11,752 ± 0,93 | ab | 0,0000 |
| 13 | 205 | 9,065 ± 0,97 | d | 13,779 ± 1,17 | ab | 14,383 ± 0,585 | a | 14,455 ± 0,34 | a | 11,873 ± 0,796 | c | 12,581 ± 1,112 | bc | 12,653 ± 1,134 | bc | 0,0000 |
| 14 | 214 | 9,452 ± 1,142 | c | 14,89 ± 1,157 | a | 15,529 ± 0,607 | a | 15,516 ± 0,552 | a | 12,318 ± 0,788 | b | 13,051 ± 1,154 | b | 13,116 ± 1,214 | b | 0,0000 |

5.1.2. Peso por fruto

Los resultados sobre el peso por fruto de los diversos tratamientos son expresados en la tabla 14 y el gráfico 8. Lo primero que se aprecia en el gráfico es que todos los tratamientos ensayados presentan un mismo comportamiento durante todo el ciclo de producción, siendo el T0 el tratamiento que menor peso presentó en todas las cosechas de manera estadísticamente significativa, siendo estas diferencias menores en el inicio del ciclo y acrecentadas sustancialmente al final del ciclo. Si comparamos los tratamientos fertirrigados frente a aquellos que tuvieron aplicación de enmiendas orgánicas se puede ver en el gráfico cómo los tratamientos fertirrigados mantuvieron un mayor peso.

Al comparar el efecto de la aplicación de biofence se observó cómo no hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto al peso por fruto a lo largo del cultivo, tanto en los tratamientos con restos de cosecha como en los de fertilizante, por lo que el BIOFENCE™ no influyó en ningún caso sobre éste parámetro.

Finalmente, hay que expresar que nuestros resultados difieren a los datos reportados por Agüero González (2003), Ruiz Morante (2005), Martínez Ocaña (2006), Vargas Vargas (2014) y Merlo Valverde (2015) debido a los argumentos mencionados en el anterior apartado. Sin embargo, nuestros datos coinciden con lo que expresa en su trabajo Leung Mayoral (2016), donde el empleo de diversas materias orgánicas sin fertilización frente a un fertirriego sí afectó al peso de los frutos, aunque también es necesario aclarar que su trabajo solamente expresa el comportamiento de las enmiendas en un ciclo corto de producción.



Gráfica 8. Peso por fruto (gr) asociado a cada cosecha, ordenado en función del tratamiento empleado.

Testigo (sin enmienda orgánica ni fertirriego), Testigo convencional (fertirrigado), restos vegetales ($3.65 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$), restos vegetales ($3.65 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) + Biofence® ($0,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$), restos vegetales ($3.65 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) + Biofence® ($1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$), Fertirriego + Biofence™ ($0,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$), Fertirriego + Biofence™ ($1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$)

Comparación de la producción en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Bajo invernadero, utilizando diferentes materias orgánicas mediante biodesinfección frente a fertirrigación.

Tabla 14. Peso por fruto en relación al tratamiento empleado en tomate cv Pitenza (gr^{-1})

| Cosecha | DDT | Testigo | | Fertirriego | | Fertirriego + Biofence® (0,5 kg·m ⁻²) | | Fertirriego + Biofence® (1 kg·m ⁻²) | | Restos de tomate | | Restos de tomate + Biofence® (0,5 kg·m ⁻²) | | Restos de tomate + Biofence® (1 kg·m ⁻²) | | P valor |
|---------|-----|-------------|----|--------------|-----|---|----|---|----|------------------|----|--|-----|--|-----|---------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 91 | 123,8 ± 2,5 | c | 134,9 ± 2 | ab | 135,7 ± 1,6 | a | 129,4 ± 3,4 | bc | 125,9 ± 2,6 | c | 129,4 ± 6,3 | bc | 127,3 ± 7,2 | c | 0,0041 |
| 2 | 99 | 126,1 ± 3,5 | c | 135,8 ± 2,8 | ab | 141 ± 3,9 | a | 135,8 ± 3,5 | ab | 130,2 ± 6,3 | bc | 130,8 ± 7,9 | bc | 132,9 ± 4,6 | bc | 0,0105 |
| 3 | 105 | 128,9 ± 1,9 | cd | 139,6 ± 2,9 | a | 138,9 ± 3,2 | ab | 138,6 ± 2,6 | ab | 126,3 ± 0,8 | d | 132,7 ± 7,1 | bcd | 133,5 ± 8,3 | abc | 0,0022 |
| 4 | 110 | 130,5 ± 3,3 | d | 139,4 ± 5 | abc | 142 ± 2 | a | 141 ± 5,1 | ab | 128,9 ± 3,9 | d | 133 ± 4,8 | cd | 135,4 ± 6 | bcd | 0,0017 |
| 5 | 117 | 123,7 ± 6,6 | c | 147,1 ± 1,6 | ab | 145,3 ± 7,2 | ab | 147,7 ± 5,1 | a | 139 ± 3,7 | b | 141,5 ± 4,2 | ab | 143,7 ± 8,1 | ab | 0,0001 |
| 6 | 126 | 125 ± 2,2 | c | 138,3 ± 4 | ab | 140,5 ± 4,6 | a | 139,4 ± 3,1 | a | 128,5 ± 7,1 | c | 130,6 ± 2,5 | bc | 128,3 ± 10,3 | c | 0,0021 |
| 7 | 133 | 126,2 ± 5 | d | 141,7 ± 2,9 | ab | 145,8 ± 4,1 | a | 141,2 ± 1,5 | ab | 131,6 ± 6,7 | cd | 130,2 ± 5,2 | cd | 135,3 ± 3,7 | bc | 0,0000 |
| 8 | 143 | 108,7 ± 8,9 | c | 131 ± 5,9 | ab | 134,1 ± 3,3 | ab | 135,5 ± 2,8 | a | 122,9 ± 7 | b | 127,7 ± 12,3 | ab | 129,4 ± 10,2 | ab | 0,0018 |
| 9 | 153 | 97,7 ± 5,3 | e | 130,8 ± 5 | ab | 134,8 ± 3,5 | a | 131,9 ± 1,6 | ab | 115,1 ± 8,6 | d | 122,7 ± 2,6 | cd | 124,4 ± 5,9 | bc | 0,0000 |
| 10 | 172 | 96,7 ± 10,7 | c | 124,2 ± 4,8 | abc | 129 ± 3,8 | a | 125,4 ± 7,1 | ab | 115,5 ± 2,9 | b | 115,9 ± 1,9 | bc | 118,6 ± 9,3 | bc | 0,0000 |
| 11 | 183 | 88,5 ± 11,8 | d | 129,7 ± 13,3 | a | 125,3 ± 2,5 | a | 121,9 ± 4,4 | ab | 105,2 ± 5,7 | c | 110,9 ± 11,1 | bc | 121,2 ± 10,5 | ab | 0,0000 |
| 12 | 193 | 70,7 ± 6,3 | c | 107,3 ± 4,3 | a | 107,8 ± 9,6 | a | 114 ± 3,6 | a | 81,8 ± 10,7 | b | 82,2 ± 2,3 | b | 83,4 ± 7,9 | b | 0,0000 |
| 13 | 205 | 76,8 ± 6,3 | c | 118 ± 7,5 | a | 114 ± 6,3 | a | 110,3 ± 11,1 | a | 85,8 ± 6,4 | bc | 90,5 ± 10,4 | b | 96,1 ± 13,8 | b | 0,0000 |
| 14 | 214 | 70,6 ± 2,3 | c | 111,7 ± 6,1 | a | 108,3 ± 4,5 | a | 106,4 ± 7,7 | a | 86 ± 10,9 | b | 91,4 ± 7 | b | 90,3 ± 6,1 | b | 0,0000 |

CONCLUSIONES

6. Conclusiones

1.- Respecto a la producción total expresada en $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$

- Comparando con el testigo que no ha recibido ningún abonado, empiezan a manifestarse diferencias significativas con respecto al resto de tratamientos de la 7ª cosecha (a partir del día 133 después del trasplante).
- Los tratamientos con fertirriego con o sin biofence se mantienen sin diferencias significativas hasta el final de la cosecha.
- Los tratamientos con restos de plantas de tomate con o sin biofence se mantienen sin diferencias significativas entre ellos durante los 214 días después del trasplante.
- La producción global de los tratamientos con fertirriego (con o sin biofence) difirieron significativamente de los tratamientos con restos de plantas de tomate (con o sin biofence) a partir de los 214 días después del trasplante.

2.- En el caso del peso de los frutos, los datos muestran que el caso del testigo en blanco (sin tratamiento de ningún tipo) las diferencias comenzaron a manifestarse desde el inicio de la cosecha (91 días después del trasplante). En el resto de los tratamientos las diferencias estadísticas siguieron la misma secuencia que la indicada para la producción global.

BIBLIOGRAFÍA

7. Bibliografía

F.A.O. 2013. <http://faostat3.fao.org/home/E>

Magrama: Superficie y producción de frutas y hortalizas en España. Años 2008-2012

Tolón A., Lastra X. 2010. LA AGRICULTURA INTENSIVA DEL PONIENTE ALMERIENSE. Diagnóstico e instrumentos de gestión ambiental.

Junta de Andalucía: Anuario de estadística agraria.

Secretaría general de medio ambiente El protocolo de Montreal y el Bromuro de metilo. Dirección general de calidad y evaluación ambiental.

Martínez A.M 2006. Efectos sobre la producción de tomate larga vida Daniela en el cultivo ecológico de la Biofumigación con distintas dosis de residuos agrícolas. Proyecto Final de Carrera. Universidad de Almería. Escuela Politécnica Superior.97pp.

Junta de Andalucía. Estrategia de gestión de restos vegetales en la horticultura de Andalucía. Hacia una economía circular.

Merlo J.D. 2015 Ensayo de recuperación de un suelo de invernadero mediante la utilización de diferentes tipos de materias orgánicas aplicadas mediante solarización sobre diferentes tipos de tomate (*Solanum lycopersicum*). Proyecto final de Carrera. Universidad de Almería. Escuela Politécnica Superior.155pp

Leung A. 2016 Evaluación de la aplicación de diferentes materias orgánicas mediante la técnica de biosolarización sobre producción de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.)

Salman E.B. 2015. Evaluación de la aplicación de diferentes materias orgánicas sobre la calidad de frutos en un cultivo de tomate bajo invernadero. (*Solanum Lycopersicum* Mill.) Trabajo fin de Grado. Universidad de Almería. Escuela Politécnica Superior. 90pp.

Vargas A. 2013. Evaluación de la adición en el suelo arenado de materia orgánica con y sin solarización sobre la producción y calidad de (*Lycopersicon esculentum* cv. Amilda) Proyecto final de carrera. Universidad de A Agüero J.M. 2003. Efecto del compost como abonado de fondo y alternativa al estiércol en suelo enarenado y cultivo de tomate cv. Pitenza bajo invernadero. Proyecto Final de Carrera. Universidad de Almería. Escuela Politécnica Superior.102pp. Almería. Escuela Politécnica Superior.186pp

Torres Nieto, 2007 Evaluación del efecto biofumigante de las técnicas de aplicación de materia orgánica en arenado combinadas con solarización.

Ministerio de medio ambiente. Protocolo de Montreal. (www.mma.gob.cl/1304/articulos-49410_Protocolo_Montreal.pdf)

Adams, P.; Ho, L.C. 1992. The susceptibility of modern tomato cultivars to blossom end rot in relation to salinity. *J. Hort. Sci.* 67:827-839.

Adriana Bustamante A., Reybet, G., Bucki, P., Suarez, A.y Alberto Escande. 2003. Efecto de la solarización sobre malezas de tomate en el alto valle rio negro y Neuquén. *Agrosur*, Vol. 31 N°2, pp. 15-23

Barres M.T. 2006. La eliminación del bromuro de metilo en protección de cultivos como modelo mundial para la conservación del medio ambiente. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 515 pp.

Bello, A.; González, J. A. y Tello, J. 1998: La biofumigación como alternativa a la desinfección del suelo, *Horticultura Internacional*, 17, 41-43.

Camacho Ferre F. 2003. Técnicas de producción en cultivos protegidos. Instituto de estudios de Cajamar. I.S.B.N.:84-95531-16-X. I.S.B.N.:84-95531-17-8 (Obra completa).

Castilla, N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo: 191-127. En: *El cultivo de tomate*. Ediciones Mundi-Prensa. I.S.B.N. 84-7114549-9.

De Cara, M. 2004. Desinfección de suelo agrícola mediante procedimientos no químicos. *Terralia*, 45: 62-69.

Fassbender, H. W. 1972. *Química del suelo*. Ed. Turrialba. Costa Rica. Pp. 66-109.

Fernández, P., Guirao, P., Ros, C., Guerrero, M. M., Quinto, V., Lacasa, A. 2004. Efecto de la biofumigación con solarización sobre las características físicas y químicas del suelo. En: A. Lacasa, M.M. Guerrero, M. Oncina y J.A. Mora (eds.). *Desinfección de suelos en invernaderos de pimiento*. Publicaciones de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Región de Murcia. Jornadas, 16: 259-278.

Guerrero, M.M., A. Lacasa, C. Ros, A. Bello, M. C. Martínez, J. Torres, P. Fenández. 2004 Efecto de la biofumigación con solarización sobre los hongos del suelo y la producción: fechas de desinfección y enmiendas. En A. Lacasa, MM. Guerrero, M. Oncina y JA. Mora Eds. *Desinfección de suelos en Invernaderos de pimiento*. Publicaciones de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Región de Murcia. Jornadas 16, 209-238

Jimenez, R., Lamo, J. 1998. *Agricultura Sostenible*. Coedición Agrofuturo, Life y Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.616 pp.

Comparación de la producción en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Bajo invernadero, utilizando diferentes materias orgánicas mediante biodesinfección frente a fertirrigación.

Núñez-Zofío M., Garbisu C., Larregla S. 2010. Application of organic amendments followed by plastic mulching for the control of *Phytophthora* root rot of pepper in Northern Spain. *Acta Horticulturae*, 833, 345-360.

Ruíz E. 2005. Efectos de distintos tipos de compost como abonado de fondo en suelo arenado sobre la producción y calidad en tomate cv. Pitenza. Proyecto Final de Carrera. Universidad de Almería. Escuela Politécnica Superior. 114pp.

Agüero J.M. 2003. Efecto del compost como abonado de fondo y alternativa al estiércol en suelo enarenado y cultivo de tomate cv. Pitenza bajo invernadero. Proyecto Final de Carrera. Universidad de Almería. Escuela Politécnica Superior. 102pp.