



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS

**“Mejora del sistema de plantación de fresón
con cepellón para trasplante otoñal”**

TRABAJO FINAL DE CARRERA

Presentado por:

Agustín Miquel Bartual

Dirigido por:

Dr. D. Salvador López Galarza

VALENCIA, Noviembre de 2008.



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



**ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
INGENIEROS
AGRÓNOMOS**

Anexo 4

Autorización del director/a, codirector/a o tutor/a

Datos del trabajo de fin de carrera

Autor: Agustín Miquel Bartual

DNI: 29203945-V

Título: "Mejora del sistema de plantación de fresón con cepellón para trasplante otoñal"

Área o áreas de conocimiento a las que corresponde el trabajo: Producción Vegetal.

Titulación: Ingeniero Agrónomo

A cumplimentar por el director/a, codirector/a o tutor/a del trabajo

Nombre y apellidos: Salvador López Galarza

Departamento: Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Valencia

En calidad de: director/a

codirector/a

tutor/a

Autorizo la presentación del trabajo de fin de carrera cuyos datos figuran en el apartado anterior y certifico que se adecua plenamente a los requisitos formales, metodológicos y de contenido exigidos a un trabajo de fin de carrera, de acuerdo con la normativa aplicable en la ETSIA.

(Firma)* Salvador López Galarza

Valencia, 31 de Octubre de 2008

En el caso de codirección, han de firmar necesariamente los que sean profesores de esta Escuela; si existe tutor o tutora, tiene que ser éste quien firme esta autorización.

DIRECCIÓN DE LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA SU-
PERIOR DE INGENIEROS
AGRÓNOMOS

Anexo 5

Ficha resumen del Trabajo Fin de
Carrera

Datos personales

Nombre y apellidos: Agustín Miquel Bartual

Datos del trabajo de fin de carrera

Título del TFC: "Mejora del sistema de plantación de fresón con cepellón para trasplante otoñal"

Lugar de realización: Dpto. Producción Vegetal. Fitotecnia II Fecha de lectura: Noviembre 2008

Titulación: Ingeniero agrónomo

Especialidad:

Director/a: D. Salvador López Galarza

Codirector/a:

Tutor/a:

Resumen

La búsqueda de nuevas alternativas productivas en el cultivo del fresón por parte de esta unidad docente ha conducido en los últimos 10 años a numerosos trabajos de investigación en torno a la influencia de diversos parámetros, tales como la modalidad y fecha de trasplante, la procedencia de los plantones, el material de plantación, etc., en los rendimientos productivos de las plantas. En el presente trabajo se pretende continuar con esta línea de investigación, así como profundizar algo más en las principales causas de aparición del tipburn, el cual es una de las fisiopatías más graves que afectan al cultivo del fresón al limitar la producción de la cosecha de calidad tanto por mermas directas como por disminuir la calidad visual de los frutos. Este trabajo, por tanto, se subdivide en dos experimentos:

1- Influencia del nivel de nitrógeno total y de la CE de la solución nutritiva, así como del nivel de amonio, en la incidencia de tipburn en plantas frescas pertenecientes al cv "Candongra" cultivadas sobre perlita.

Se estudiaron 4 niveles de nitrógeno (N) total a un mismo porcentaje de amonio (NH_4^+) y 3 porcentajes de amonio a un mismo nivel de N total, constatándose un mayor grado de incidencia de tipburn en las soluciones que indujeron un mayor desarrollo vegetativo y un mayor rendimiento productivo, así como una disminución en los porcentajes de calcio en hojas a medida que se aumentó el porcentaje de amonio.

2- Influencia de la procedencia de los plantones y de la fecha y modalidad de trasplante en el rendimiento productivo de plantas frescas del cv "Camarosa" cultivadas sobre fibra de coco.

Se estudiaron 3 fechas de trasplante (24 Sept. 07; 17 Oct. 07; 8 Nov. 07), tres procedencias (vivero de altura, de bajura y de bajura sometidas a tratamiento de frío) y dos modalidades de trasplante (trasplante con cepellón o *plug plants*, y trasplante con raíz desnuda), constatándose:

- Una disminución en el número de frutos conforme se retrasó la fecha de trasplante, así como una clara diferencia en el rendimiento productivo entre la primera fecha, cuya producción comercial rondó los 574 g/planta, y las dos posteriores, en torno a los 410 g/planta.
- Un aumento de la producción precoz y una disminución del peso unitario de los primeros frutos en las plantas sometidas a bajas temperaturas (procedentes del vivero de altura), no existiendo diferencias entre las procedencias (v. altura - v. bajura) en cuanto a la producción final. El tratamiento térmico no tuvo repercusiones significativas en los parámetros productivos.
- Una reducción del número de frutos al realizar el trasplante con raíz desnuda, la cual no influyó en el rendimiento productivo al ir acompañada de un mayor peso unitario del fruto comercial, no constatándose diferencias entre las dos modalidades de trasplante ni en la producción comercial precoz ni en la final.

Palabras clave

Fresón, *Fragaria x ananassa*, tipburn, cultivo sin suelo, crecimiento vegetativo, *plug plant*, fecha de trasplante, inducción floral, vivero de altura.

Resum

La recerca de noves alternatives productives en el cultiu del maduixó per part d'aquesta unitat docent, ha conduït en els últims deu anys a nombrosos treballs de investigació al voltant de la influència de diversos paràmetres, tals com la modalitat y data de trasplantament, la procedència dels plançons, el material de plantació, etc., en els rendiments productius de les plantes. En el present treball es pretén continuar en aquesta línia de investigació, així com profunditzar una mica més en les principals causes de aparició del tipburn, el qual es una de les fisiopaties més greus que afecten al cultiu del maduixó al limitar la producció de la collita de qualitat tant per minves directes com per disminuir la qualitat visual dels fruits.

Aquest treball, per tant, se subdivideix en dos experiments:

1- Influència del nivell de nitrogen y de la CE de la solució nutritiva, així com del nivell d'amoni, en la incidència de tipburn en plantes fresques pertanyents al cv "Candongra" cultivades sobre perlita.

Es varen estudiar 4 nivells de nitrogen (N) total a un mateix percentatge d'amoni (NH_4^+) i 3 percentatges d'amoni a un mateix nivell de N total, constatant un major desenvolupament vegetatiu i un major rendiment productiu, així com una disminució en els percentatges de calci en fulles a mesura que es va augmentar el percentatge d'amoni.

2- Influència de la data i modalitat de trasplantament y de la procedència del plançons en el rendiment productiu de les plantes fresques del cv "Camarosa" cultivades sobre fibra de coco.

Es varen estudiar tres dates de trasplantament (24 Sept. 07; 17 Oct. 07; 8 Nov. 07), tres procedències (viver d'altura, de baixura i de baixura sotmeses a tractament de fred) i dues modalitats de trasplantament (en cepelló i en arrel nuda), constatant-se:

- Una disminució en el nombre de fruits a mesura que es va endarrerir la data de trasplantament, així com una clara diferència en el rendiment productiu entre la primera data, en una producció comercial al voltant del 574 g/planta, i les dues restants, al voltant del 410 g/planta.
- Un increment de la producció precoç de les plantes sotmeses a baixes temperatures (procedents del viver d'altura) i una disminució del pes unitari dels fruits, no existint diferències entre les procedències (viver d'altura – viver de baixura) en quant a producció final. El tractament tèrmic no va tindre repercussions significatives en els paràmetres productius.
- Una reducció del nombre de fruits formats per les plantes en arrel nuda, la qual no va influir en el rendiment productiu al anar acompanyada de in major pes unitari del fruit comercial, no existint diferències entre les dues modalitats de trasplantament ni en la producció comercial precoç ni en la final.

Paraules clau

Maduixó, *Fragaria x ananassa*, tipburn, cultiu sense sol, creixement vegetatiu, plug plant, data de trasplantament, inducció floral, viver d'altura.

Abstract

In the last ten years, the search of new productive alternatives by this teaching unit, has led to many research works about influence of some parameters, like planting date, methods of transplant, placement of nurseries, etc, in productive yields of strawberry plants. This research project tries to continue with this work line, and also to go into main causes of tipburn in depth, because this disorder is one of the most serious problems in the strawberry culture, as it restricts production of quality harvest.

Therefore this work is subdivided into two experiments:

1- Influence of nitrogen total level, EC of nutrient solution and percentage of ammonium in the incidence of tipburn in fresh plants of cv "Candongga" grown in perlite.

4 nitrogen levels at the same percentage of ammonium and 3 percentages of ammonium at the same level of N were studied, checking that greater grades of tipburn incidence entitled to solutions that promote a greater vegetative development and a higher productive yield. It could be also checked that percentages of calcium in leaves decreased as percentage of ammonium increased.

2- Influence of planting date, methods of transplant and placement of nurseries, in productive yield of fresh plants (cv "Camarosa") grown in coco fiber.

3 transplant dates were studied (24 Sept. 07; 17 Oct. 07; 8 Nov. 07), 3 origins (high elevation nursery (HE), low elevation nursery (LE) and low elevation nursery with cold treatment (LE fr)) and 2 methods of transplant (bare-root plants and plug plants) were tested, noting that:

- Number of fruits decreased as transplant date was retarded, and also a great difference in productive yield among first date, which commercial yield was about 574 g/plant, and second and third dates, around 410 g/plant both.
- Low temperatures (typical of HE nurseries) increased early fruit yield and decreased fruit weight. No significant differences were found for total yields. The extra chilling treatment do not affected productive yields.
- Bare-root plants created a lower number of fruits with a higher medium weight. No significant differences between plug plants and bare-root plants were found in early either total yields.

Key words

Strawberry, *Fragaria x ananassa*, tipburn, soilless culture, vegetative growth, plug plant, planting date, flower induction, high elevation nursery.

Agradecimientos

Quiero agradecer a la Unidad Docente de Horticultura y Cultivos Herbáceos que me haya brindado la posibilidad de realizar este trabajo, en especial al Dr. D. Salvador López Galarza, por toda la confianza depositada y todo el apoyo prestado, y al Dr. D. Alberto San Bautista, por su inestimable ayuda en todos los cálculos estadísticos así como por su natural bondad y paciencia.

Al “Ministerio de Educación y Tecnología”-FEDER (Proyecto de investigación AGL2004-04365/AGR), por el apoyo financiero.

A Daniel Siurana, por su gran sabiduría y mayor modestia, a Dani Vañó, por toda su alegría y buenos momentos, y a ambos por su ayuda incondicional en todos los trabajos de campo.

A todos los integrantes del departamento, por su colaboración en tantos aspectos del trabajo, en particular a José, por los largos ratos pasados entre fresones charlando de cine y Jazz así como por su peculiar visión de la vida, y a Lupe, por ser tan buena.

Por último a mi gente, por llenarme la vida de sorpresas... especialmente a mi familia, que tanto me ha dado y tan poco me ha pedido, a mis camaradas, por todas las experiencias vividas y por vivir, y en particular a Iru, por ser la flor más linda y frágil de mi jardín.

Gracias a todos.

1.	Introducción y objetivos.....	1
1.1.	Situación actual del cultivo	1
1.1.1.	Importancia económica a nivel mundial.....	1
1.1.2.	Importancia económica en España	2
1.2.	Justificación del Cultivo sin suelo.....	4
1.3.	Características generales del fresón.....	6
1.3.1.	Encuadramiento taxonómico.....	6
1.3.2.	Sistemas de plantación.....	6
1.4.	Justificación del uso de cepellón o raíz desnuda.....	7
1.5.	Influencia de la fecha de trasplante	8
1.5.1.	Grado de inducción floral	8
1.5.2.	Grado de reposo vegetativo.....	10
1.5.3.	Nivel de reservas	11
1.5.4.	Efecto de la temperatura incidente tras el trasplante	12
1.6.	Incidencia de Tipburn	12
1.6.1.	Aspectos generales de la fisiopatía.....	12
1.6.2.	Influencia de los factores externos en la aparición de tipburn	14
1.6.2.1.	Temperatura	14
1.6.2.2.	Iluminación	14
1.6.2.3.	Humedad	14
1.6.2.4.	Suelo	15
1.6.3.	Relación entre la respuesta al crecimiento y la incidencia de tipburn.....	21
1.6.3.1.	Influencia de la deficiencia en calcio en la aparición de tipburn	21
1.6.3.2.	Relación entre vigor vegetativo e incidencia de tipburn.....	23
1.6.3.3.	Relación entre estrés e incidencia de tipburn.....	24
1.7.	Antecedentes	26
1.8.	Objetivos.....	28
2.	Material y métodos	29
2.1.	Experimento 1:.....	29
2.1.1.	Características del experimento.....	29
2.1.2.	Control del riego.....	30
2.1.3.	Diseño de las soluciones nutritivas.....	31
2.1.4.	Manejo agronómico	33
2.1.5.	Determinación del contenido en potasio, calcio y magnesio	34
2.1.6.	Parámetros estudiados.....	35

2.1.6.1.	Parámetros productivos.....	35
2.1.6.2.	Parámetros vegetativos	36
2.1.6.3.	Tipburn.....	37
2.1.7.	Análisis estadístico de los resultados.....	37
2.2.	Experimento 2:.....	38
2.2.1.	Características del experimento.....	38
2.2.2.	Control del riego.....	40
2.2.3.	Determinación del contenido en almidón de las raíces.....	40
2.2.4.	Parámetros estudiados.....	41
2.2.4.1.	Parámetros productivos.....	41
2.2.4.2.	Parámetros vegetativos	41
2.2.5.	Manejo agronómico	41
2.2.6.	Análisis estadístico de los resultados.....	41
3.	Resultados y discusión	42
3.1.	Resultados	42
3.1.1.	Experimento 1, ensayo 1:.....	42
3.1.1.1.	Parámetros productivos.....	42
3.1.1.2.	Parámetros vegetativos	42
3.1.1.3.	Parámetros relacionados con la incidencia de tipburn.....	43
3.1.1.4.	Parámetros relacionados con la afección de sépalos en flores	43
3.1.2.	Experimento 1, ensayo 2:.....	43
3.1.2.1.	Parámetros productivos.....	43
3.1.2.2.	Parámetros vegetativos	43
3.1.2.3.	Parámetros relacionados con la incidencia de tipburn.....	44
3.1.2.4.	Parámetros relacionados con la afección de sépalos en flores	44
3.1.2.5.	Contenido de cationes en hojas	44
3.1.3.	Experimento 2, ensayo 1:.....	45
3.1.3.1.	Parámetros productivos.....	45
3.1.3.2.	Parámetros vegetativos	46
3.1.3.3.	Contenido en almidón de las raíces	47
3.1.3.4.	Número de estolones.....	48
3.1.4.	Experimento 2, ensayo 2:.....	48
3.1.4.1.	Parámetros productivos.....	48
3.1.4.2.	Parámetros vegetativos	49
3.1.4.3.	Contenido en almidón de las raíces	50
3.1.4.4.	Número de estolones.....	50

3.1.5. Experimento 2, ensayo 3:.....	50
3.1.5.1. Parámetros productivos.....	50
3.1.5.2. Parámetros vegetativos	52
3.1.5.3. Contenido en almidón de las raíces	53
3.1.5.4. Número de estolones.....	53
3.1.6. Experimento 2, ensayo 4:.....	54
3.1.6.1. Parámetros productivos.....	54
3.1.6.2. Parámetros vegetativos	54
3.1.6.3. Contenido en almidón de las raíces	54
3.1.6.4. Número de estolones.....	54
3.2. Discusión de resultados	55
3.2.1. Experimento 1	55
3.2.2. Experimento 2	58
3.2.2.1. Comportamiento de las plantas con cepellón.....	58
3.2.2.2. Influencia de los viveros de procedencia	60
3.2.2.3. Influencia de la fecha de trasplante	61
3.2.2.4. Influencia del tratamiento térmico en cámara frigorífica	63
4. Conclusiones.....	64
5. Bibliografía.....	66
6. Anejos	73
6.1. Anejo 1. Importancia económica del cultivo.	73
6.2. Anejo 2. Reducción de la producción en función de la salinidad.	74
6.3. Anejo 3. Composición química de las soluciones nutritivas.	75
6.4. Anejo 4. Tratamientos fitosanitarios realizados.....	81
6.5. Anejo 5. Número de flores retiradas.....	82
6.6. Anejo 6. Registro de las temperaturas y humedades relativas.....	83
6.7. Anejo 7. Tablas de resultados.	84
6.8. Anejo 8. Anejo fotográfico	142

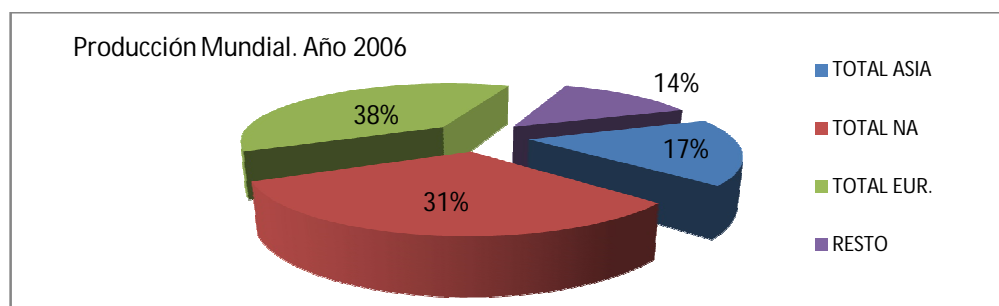
1. Introducción y objetivos

1.1. Situación actual del cultivo

1.1.1. Importancia económica a nivel mundial

En el año 2006, según datos de la FAO, se produjeron un total de 4.075.640 t de fresas a nivel mundial, de los cuales el 38% era procedente de los países europeos, situando a este continente como líder mundial, seguido por América del Norte con un 31% y Asia con un 17% (Figura 1.1). Ello ha afianzado la posición de nuestro continente como referente mundial desde hace más de dos décadas en el mercado de las fresas y fresones, sin embargo, se ha observado un ligero estancamiento en los últimos años, que, unido al auge de América del Norte, ha situado desde el año 2005 a los EEUU por delante de la Unión Europea en lo que a producción se refiere (FAOSTAT, 2008).

Figura 1.1 Producción mundial año 2006 (FAOSTAT, 2008).



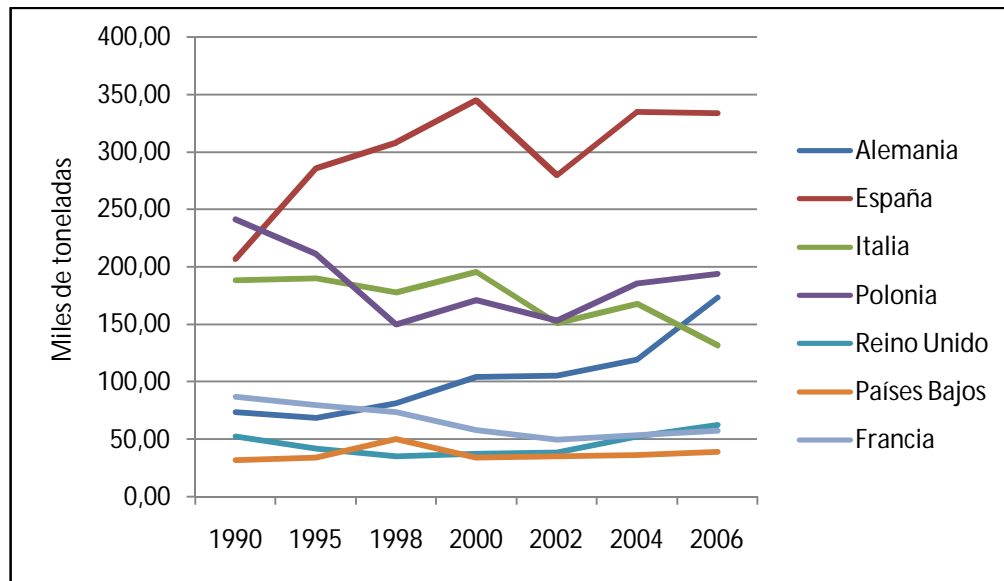
En cuanto a países productores, España se sitúa en segundo lugar a nivel mundial tras los Estados Unidos, con una producción que ronda las 333.500 toneladas de producto en 2006, frente al 1.260.000 t de éste, seguida de Rusia, Turquía, República de Corea y Polonia. (FAOSTAT, 2008).

Con respecto a la exportación, nuestro país se sitúa a la cabeza sobre todo en lo que a producción en fresco se refiere, destinando en torno al 25 por ciento de ella a los mercados europeos y alrededor del 10 por ciento a otros mercados internacionales, en contraste con los Estados Unidos, los cuales destinan la práctica totalidad de su producción al mercado interno.

Dentro de la Unión Europea, que produjo en 2006 un total de 1.152.000 t, España con un 28,94% del total fue el mayor productor de fresas y fresones, seguido de Polonia con un 16,81% y Alemania con un 15,03%, repartiéndose el 39,22% restante entre los demás países de la Unión Europea, tal y como se observa en la Tabla 1.1 del anejo 1 (FAOSTAT, 2008).

En referencia a la evolución de la producción en la UE, España, desde el año 1992, se ha colocado como principal productor, seguido de Polonia, que, tras un brusco descenso en la década de los 90, ha obtenido un importante incremento de su producción desde el año 2001. El tercer mayor productor europeo es Alemania, que ha incrementado muy significativamente su producción en los últimos 8 años, y se ha situado desde 2005 por encima de Italia, la cual ha sufrido un descenso paulatino hasta suponer el 11,39% de la producción total (Figura 1.2).

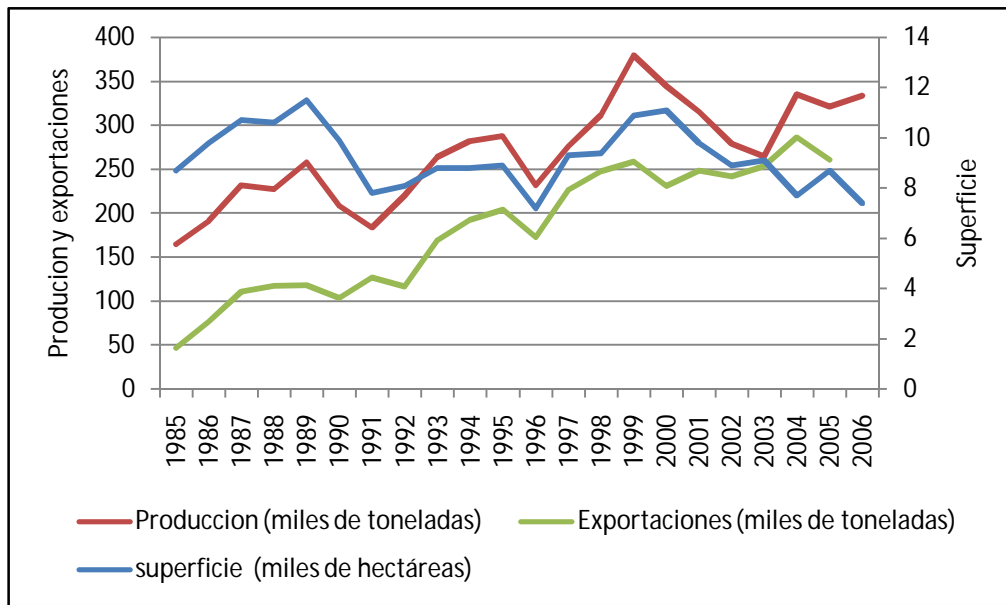
Figura 1.2 Evolución de la producción en la Unión Europea (FAOSTAT, 2008).



1.1.2. Importancia económica en España

La producción de fresón en España ha ido en aumento progresivo desde principios de los ochenta hasta la actualidad, con algunos descensos puntuales durante la pasada década, alcanzando en el año 1999 la cifra de 379.500 toneladas, disminuyendo posteriormente hasta situarse en el 2003 en 264.200 t. En los últimos 3 años la producción se ha nivelado en torno a las 330.000 toneladas, encontrándonos en 2006 con una producción de 333.500 t. Las exportaciones, prácticamente inexistentes a principios de la década de los ochenta, han ido también en un progresivo aumento alcanzando en el año 2004 las 286.000 t, siendo los principales países receptores Alemania, Francia, Italia y Reino Unido (figura 1.3) (Ministerio Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), 2006).

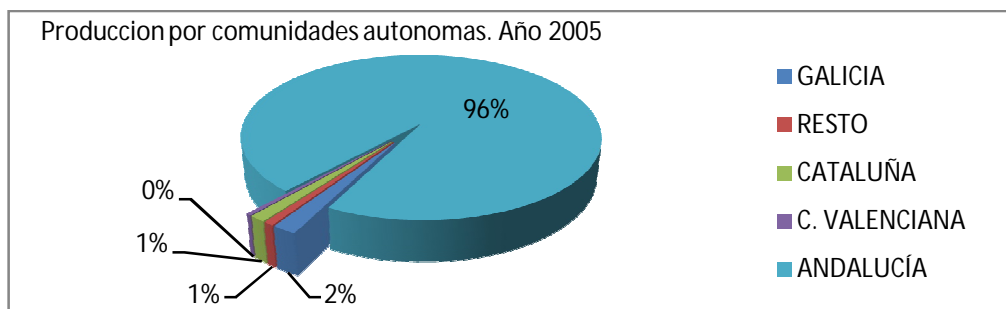
Figura 1.3 Evolución de la superficie, producción y exportaciones de fresas en España (Anuario de Estadística Agroalimentaria 2006, MAPA).



Este gran incremento de la producción de fresas en España en estos años cabe atribuirlo a la paulatina introducción de nuevo material vegetal, cada vez con mayor potencial productivo, mayor precocidad, mayor tamaño del fruto y mayor consistencia, con la repercusión que ello ha tenido en la disminución de los costes de producción y comercialización. En la actualidad la variedad “Camarosa” ocupa más del 90% de la superficie cultivada.

Por Comunidades Autónomas, la andaluza, y principalmente la provincia de Huelva, posee la mayor producción con unas 306.966 t en el 2005, lo que supone el 96% de la producción española. Otras regiones con producciones significativas son Galicia, Cataluña, y Comunidad Valenciana, aunque a gran distancia de la primera (figura 1.4).

Figura 1.4 Porcentajes de producción por Comunidades Autónomas año 2005. (Anuario de Estadística Agroalimentaria 2006, MAPA).



De estas cuatro comunidades autónomas con presencia algo importante en el cultivo del fresa, Galicia y Cataluña se han mantenido relativamente estables en cuanto a

producción se refiere, Andalucía, y mayoritariamente la provincia de Huelva, ha incrementado de manera muy importante sus producciones desde mediados de los ochenta, en detrimento de la Comunidad Valenciana, que ha pasado de ser la principal zona productora de fresón en España en la década de los setenta, a ver decrecer drásticamente sus producciones a partir de 1984, suponiendo a día de hoy menos del 1% de la producción estatal.

Sin embargo, el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (I.V.I.A.) ha continuado desarrollando trabajos de investigación conducentes a la obtención de nuevas variedades, entre las que se pueden destacar los cultivares “Andana” y “Carisma” (Bartual y Marsal, 2002).

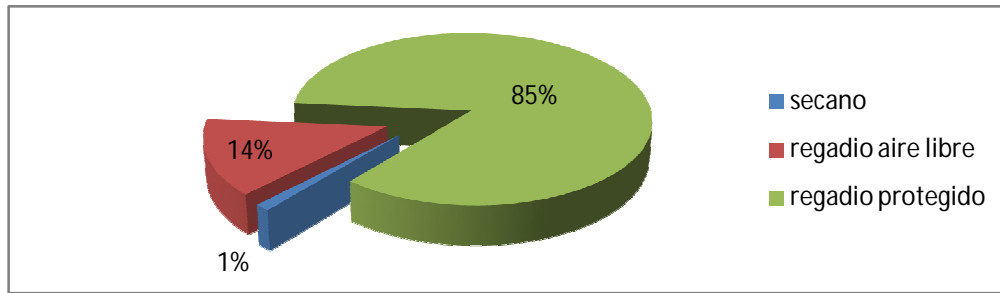
Del mismo modo, en la unidad docente de Horticultura y Cultivos Herbáceos de la Universidad Politécnica de Valencia, se ha continuado investigando a lo largo de estos últimos 15 años tanto en la búsqueda de alternativas productivas, que permitan la producción de fresón en las áreas del litoral mediterráneo en épocas no coincidentes con la producción onubense, como en la determinación de las causas de la aparición en fresón de la fisiopatía conocida como *tipburn* o quemadura de las puntas de las hojas, lo que ha llevado a la publicación de numerosos trabajos de investigación por parte de esta unidad docente.

1.2. Justificación del Cultivo sin suelo

Para una buena rentabilidad del cultivo es necesario un elevado rendimiento que permita disminuir la repercusión de los gastos generales del cultivo, que la calidad de la producción cumpla los estándares demandados por el mercado, y que exista una buena precocidad y uniformidad en la producción. La búsqueda de precocidad en el cultivo del fresón, aunque los precios alcanzados en las primeras fases de la campaña no son tan altos ni persistentes como lo eran hace unos años, sigue siendo un objetivo primordial a la hora de mejorar los resultados económicos, al seguir representando esta producción un porcentaje significativo de los ingresos del cultivo.

Todo ello puede verse en el tipo de sistemas de cultivo adoptados en la actualidad, cada vez más encaminados a un mayor control del cultivo y con una clara predominancia del cultivo protegido y de regadío (figura 1.5).

Figura 1.5 Distribución de la superficie de cultivo del fresón, año 2005
(Anuario de Estadística Agroalimentaria 2006, MAPA).



Por otro lado, en el cultivo del fresón resulta imprescindible la desinfección del suelo, la cual ha de realizarse con suficiente antelación como para dejar transcurrir un periodo de tiempo prudencial hasta la plantación, con el fin de evitar los efectos no deseables ocasionados por la presencia de restos de los productos químicos utilizados. Puede llevarse a cabo de diversas formas (Bartual *et al.*, 1993):

- Aplicación de productos químicos como bromuro de metilo (actualmente prohibido), metam-sodio, metam-potasio, dicloropropeno, cloropicrina, etc (Cebolla *et al.* 2008).
- Desinfección solar, cubriendo el terreno con plástico transparente de 300 galgas, tras haberlo regado previamente, y manteniéndolo un mes en tales condiciones.
- Desinfección mixta, combinando la desinfección solar y la aplicación de productos químicos a menores dosis.

El interés de los sistemas de cultivo sin suelo se basa, fundamentalmente, en la falta de alternativas al bromuro de metilo, y en que permiten, tanto la eliminación de los problemas producidos por los parásitos radiculares, como la adaptación de la composición de la solución nutritiva a las distintas fases fisiológicas de las plantas. Por tanto, con estos sistemas adecuadamente manejados, es posible soslayar el uso de desinfectantes químicos a la vez que el manejo del cultivo puede realizarse de forma más racionalizada.

Por otro lado, estos sistemas de cultivo sin suelo, son empleados en muchas ocasiones conjuntamente con técnicas de protección climática más herméticas, a fin de ganar en precocidad y uniformidad en la producción. Con ello, aunque los costes de cultivo se incrementan por el uso de sustratos e instalaciones más costosas, se elimina el coste de la desinfección a la vez que el manejo resulta más eficiente. De igual manera,

se pueden desarrollar más eficazmente los programas de producción integrada, facilitar el uso de insectos polinizadores, etc. (Paranjpe *et al.*, 2003).

1.3. Características generales del fresón

1.3.1. Encuadramiento taxonómico

La fresa, cuyo nombre procede del latín *fragans*, es una rosácea del género *Fragaria* cuyas especies se encuentran difundidas por todas las zonas templadas y subtropicales. Dentro de éste género, existen especies diploides como la fresa Europea, y especies octoploides como la fresa Americana.

- Fresa europea (*Fragaria vesca*), de frutos muy pequeños y perfumados que se utilizan poco comercialmente. Se conoce como fresa de los bosques.
- Fresa americana (*Fragaria chiloensis* y *Fragaria virginiana*), fresa de Chile y fresa de Virginia.

La fresa de frutos gruesos cultivada en la actualidad ha sido reconocida como un híbrido de *F. virginiana* y *chiloensis*, y se designa botánicamente como la especie *Fragaria X ananassa* Duch. (Branzanti, 1985).

1.3.2. Sistemas de plantación

Tradicionalmente el cultivo de la fresa ha sido plurianual. Hoy en día, y principalmente tras la implantación del cultivo con planta *frigo*, la duración del cultivo se establece en un año, tras el cual se levanta la cosecha (Maroto y López, 1988).

Para la plantación pueden utilizarse dos tipos de plantas:

- *Planta fresca*: obtenida directamente de viveros de altura y destinada al cultivo anual. Esta planta normalmente está en condiciones de plantarse en los primeros días de noviembre, aunque existe una cierta tendencia a adelantar, en lo posible, la plantación.
- *Planta frigo*: se saca del vivero en invierno cuando entra en reposo vegetativo, después se conserva en cámaras frigoríficas a 1 ó 2° C bajo cero hasta la plantación de verano en el mes de julio o agosto.

Según se utilice uno u otro tipo de planta y según la estación en la que se realice la plantación, se pueden diferenciar dos sistemas:

- Estival con planta *frigo*: Este sistema de plantación, aunque asume unos costes mayores al adelantar la fecha de trasplante a los meses de junio-agosto y al ser el material vegetal empleado plantas *frigo*, permite un mayor desarrollo de las plantas an-

tes de entrar en el reposo vegetativo invernal, una mayor inducción floral y por tanto una producción más elevada. Es el sistema utilizado mayoritariamente en el litoral mediterráneo.

- Otoñal con planta fresca: Las plantas procedentes del vivero se llevan al terreno de asiento a partir de finales de octubre primeros de noviembre, cuando la planta ha comenzado a entrar en latencia. Debido al clima suave, las plantas desarrollan durante el invierno, con un inicio de la producción en febrero, el cual va en aumento en los meses sucesivos. Con esta modalidad de cultivo se obtiene una producción más precoz, aunque los rendimientos por planta son inferiores a los obtenidos con plantas *frigo* en plantación estival (Maroto y López, 1988). Este tipo de plantación es apto en zonas cálidas con un invierno templado, por lo que es el sistema utilizado mayoritariamente en la costa de Huelva. Es la modalidad de plantación utilizada en el presente trabajo.

1.4. Justificación del uso de cepellón o raíz desnuda

Generalmente las plantas frescas producidas en los viveros son arrancadas, acarreadas a un almacén, manipuladas para eliminar las hojas y clasificarlas, agrupadas en manojos, embolsadas, almacenadas en cámaras frigoríficas y transportadas a las zonas de producción. Habitualmente este proceso se realiza en 24-48 horas para evitar el excesivo desecamiento de las raíces y minimizar la incidencia de enfermedades, pero con todo, las plantas pierden parte de sus raíces y tienen que volver a emitir nuevas tras el trasplante, lo cual afecta al nivel de reservas acumuladas, especialmente de almidón, al ser en el sistema radical donde se almacena la mayor parte de éste.

Por todo ello, en los últimos años, se están extendiendo los sistemas de producción de plantas con cepellón, conocidas habitualmente con el término “*plug plants*” o planta en bandeja (Agriberia, 2002).

El mayor problema que presenta este tipo de material de plantación es su mayor coste, sobre el cual influye enormemente el transporte de las plantas, que es aproximadamente tres veces mayor que el de las plantas con raíz desnuda (Durner *et al.*, 2002). Sin embargo presenta bastantes ventajas, tales como:

- Asegurar un correcto estado sanitario de las plantas, si se realiza un adecuado manejo de las mismas.
- Evitar la utilización de productos químicos como el bromuro de metilo o similares para la desinfección del suelo del vivero, al producirse las plantas en substratos.

- Reducir el estrés provocado por el trasplante en comparación con las plantas con raíz desnuda.
- Permitir la realización de tratamientos o acondicionamientos previos al trasplante, con el fin de mejorar la productividad o precocidad de la producción.
- Posibilitar un retraso de la fecha de trasplante de 6-8 días, en relación con las plantas frescas normales, dado el inmediato agarre y crecimiento vegetativo de las plantas con cepellón (Branzanti, 1985).

Aunque la investigación sobre este tema está siendo abundante en varios países, algunos aspectos necesitan mayor grado de estudio (tal y como ya apuntaron Durner *et al.* en 2002 en la revisión realizada sobre el uso de este tipo de plantas), al quedar todavía diversas cuestiones por determinar, como son el manejo de las plantas antes de su plantación en las bandejas, el sistema de riego, el tamaño y geometría de las celdas óptimos en función del cultivar y del medio de cultivo, y los posibles pretratamientos a aplicar a las plantas (con el objetivo de obtener una mayor inducción e iniciación floral mediante el correcto manejo de la temperatura y el fotoperiodo).

1.5. Influencia de la fecha de trasplante

La fecha de plantación repercute obviamente en una serie de factores que pueden ser determinantes en la capacidad productiva posterior de las plantas de fresón, entre los que podemos citar:

- La duración del período de inducción floral en la fase de vivero.
- El grado de reposo vegetativo en el que se encuentren las plantas en el momento del trasplante.
- El nivel de reservas.
- La temperatura incidente tras el trasplante.
- El tiempo transcurrido entre el trasplante y el inicio de la floración de las plantas.
- El estrés ocasionado por el propio trasplante.

1.5.1. Grado de inducción floral

En toda planta de fresa o fresón se diferencia una fase vegetativa y otra productiva. Ambas son función del binomio temperatura-fotoperiodo y, generalmente, los factores que inducen al crecimiento vegetativo van en detrimento de la floración y en consecuencia de la producción.

Atendiendo a la duración del día se distinguen los siguientes cultivares:

- *Cultivares de día corto o no reflorecientes*: diferencian las yemas a finales de verano-principios de otoño, cuando los días se hacen más cortos y desciende la temperatura, y florecen únicamente a la primavera siguiente con una sola fructificación, dejando de producir con temperaturas elevadas. En este grupo se engloban la gran mayoría de cultivares (*cvs*) utilizados en España y en otras áreas templadas del mundo, tales como “Camarosa”, “Pájaro”, “Andana”, “Candongá” etc.
- *Cultivares de día largo o reflorecientes*: diferencian las yemas de flor en los largos días estivales de los climas nórdicos, dando más yemas con 17 horas que con 15, y pocas con 13 horas. Fructifican de la primavera al otoño, teniendo floraciones con más o menos intervalos hasta que entran en reposo al acortarse los días. Son, generalmente, poco o nada estoloníferos. Los cultivares de este grupo se cultivan en zonas más septentrionales.
- *Cultivares de día neutro o indiferentes al fotoperiodo*: inducidos a floración durante todo el año, siendo capaces de dar una producción continua con temperaturas suaves de 20-21°C.

Ahora bien, la longitud crítica del día depende de la temperatura para una misma variedad, puesto que se detectan fuertes interacciones entre fotoperiodo y temperatura, de manera que la longitud crítica del día para un determinado cultivar puede variar dependiendo de la temperatura existente. En la floración de la fresa, al ser el resultado de un complejo equilibrio hormonal, además de influir el binomio fotoperiodo-temperatura, también influyen el cultivar, el vigor de la planta, el nivel de irrigación e incluso el aporte de fertilizante nitrogenado durante el periodo estival. En unas experiencias sobre los efectos del fotoperiodo y la temperatura en la floración y formación de estolones, en las que utilizaron tipos de variedades no reflorecientes, reflorecientes y de día neutro, Durner *et al.* (1984), encontraron interacciones “*variedad x fotoperiodo x temperatura*” (cita de Maroto y López, 1988).

Esta diversidad en los hábitos de floración y su dependencia de los factores ambientales parece claramente relacionada con el carácter octoploide de *Fragaria x ananassa* ya que ello no ocurre en *Fragaria vesca* (Taylor, 2002).

Durante la fase de vivero tiene lugar una parte importante de la inducción floral que necesitan las plantas de fresón para producir adecuadamente, entendiendo como inducción floral el proceso que ocurre en las hojas bajo determinadas condiciones ambientales y que da como resultado la producción eventual de yemas florales, lo cual in-

fluye de manera directa en la producción obtenida. Es decir a mayor periodo inductivo mayor diferenciación de yemas florales y por tanto mayor producción de frutos.

Como ya se ha comentado anteriormente, los cultivares de fresón se clasifican habitualmente según tres hábitos de floración: no reflorecientes, reflorecientes y muy reflorecientes. Sin embargo, este tipo de clasificación no ha sido siempre aceptada de forma tan unánime en la literatura científica internacional. De hecho, lo que parece más aceptado es la estrecha relación de los cultivares no reflorecientes con el estímulo facultativo de los días cortos para florecer, ya que las temperaturas bajas pueden, en algunos casos, ser inductoras de la floración por si solas y en la mayoría de los casos actuar sinérgicamente junto con el fotoperiodo sobre el número de yemas inducidas.

Lo que en cualquier caso sí que aparece claro en la bibliografía existente es que los cultivares no reflorecientes, como son los mayoritariamente cultivados en las áreas templadas españolas, necesitan facultativamente de fotoperiodos cortos para ser inducidos a floración, jugando un papel muy importante las temperaturas bajas, al existir fuertes interacciones entre fotoperiodo y temperatura para una misma variedad.

Branzanti (1985) comenta que en cultivo protegido, en ambientes de clima suave y plantaciones tardías, dan mejor resultado las plantas frescas procedentes de vivero de altura con clima suficientemente fresco como para satisfacer las necesidades en frío de las plantas.

Por tanto se puede concluir que la fecha de trasplante influye determinantemente en la duración del periodo de inducción floral en vivero. Y consecuentemente, al darse en éste las condiciones óptimas para la inducción en los meses otoñales (especialmente en el caso de los viveros de altura), en una mayor o menor producción de inflorescencias y por ende en un mayor o menor potencial productivo.

Ésto, sin embargo, está sujeto a la adaptación de las plantas a las zonas de bajura (cultivares californianos), al encontrarse fuertes interacciones entre “*variedad x fotoperiodo x temperatura*” (Durner *et al.* (1984), cita de Maroto y López, 1988).

1.5.2. Grado de reposo vegetativo

Durante el otoño, las plantas de fresón sometidas a fotoperiodos cortos y a temperaturas bajas (<7°C) durante un período de 4 a 6 semanas, variable según cultivares, entran en un período de reposo vegetativo (Anderson y Guttridge, 1975; Durner, 1986). En este estado las plantas resisten mucho mejor las condiciones invernales, en concreto las heladas y los encharcamientos.

Durante este periodo de latencia, las plantas deben acumular un número determinado de horas de frío (entre -1 y 10°C) variable según los cultivares, siendo las temperaturas cercanas a 0°C las más efectivas (Anderson y Guttridge, 1975). A su término, la planta es capaz de dar una formación abundante de hojas y flores cuando las condiciones ambientales son favorables.

Por otra parte, el vigor de las plantas de fresón después del trasplante parece estar asociado con el frío acumulado y el fotoperiodo (Durner *et al.*, 1986).

Este reposo vegetativo es, además, necesario para que las plantas de fresón, en particular las plantas frescas, soporten mejor las condiciones del propio trasplante (principalmente arrancado, manipulación y transporte). Asimismo, durante este periodo se incrementan las reservas de las plantas en la corona y en las raíces, mejorando el vigor de la planta tras la plantación, la producción precoz, el tamaño del fruto y la producción total (Voth, 1989).

Resulta obvio que la modificación de la fecha de arrancado de las plantas del vivero afectará al estado o grado de dormancia conseguido y/o al grado de satisfacción de horas frío necesarias para romper, en su caso, la latencia.

1.5.3. Nivel de reservas

Es conocido que las plantas de fresón acumulan almidón en las raíces como consecuencia de la disminución del día y disminución de las temperaturas durante el otoño o invierno (Greeve, 1936; Anderson y Guttridge, 1975; Durner *et al.*, 1984; Maas, 1986). Unos niveles elevados de almidón en las raíces y coronas se consideran necesarios para el éxito en el establecimiento de las plantaciones, así como para el óptimo almacenamiento frigorífico de las plantas en períodos largos (Bringhurst *et al.*, 1960).

Los niveles de reservas en las plantas de fresón son tanto más abundantes cuanto mayor es el número de horas frío. López *et al.* (2002) encontraron niveles de reservas mucho mayores en viveros de altura que en viveros de bajas altitudes, en los que el número de horas frío era menor, e incluso diferencias en el inicio de la acumulación de almidón, de manera que con temperaturas más bajas el inicio en la acumulación de almidón era más precoz y los valores finales eran mayores. Dependiendo pues de la fecha de plantación, los niveles de reservas pueden ser muy diferentes ya que el número de horas frío puede variar mucho dependiendo de dicha fecha.

De todos modos, no ha podido constatarse una relación clara entre el nivel de carbohidratos en la planta y el nivel productivo posterior o el tamaño del fruto (Edo 2002; Marín 2002).

1.5.4. Efecto de la temperatura incidente tras el trasplante

Tras el trasplante las plantas de fresón han de emitir nuevas raíces y la emisión de hojas empieza de forma más o menos rápida dependiendo de la temperatura incidente. Si ésta es elevada permite el rápido desarrollo del sistema vegetativo de la planta, comenzando también la floración. Algunos autores han puesto de manifiesto que en estas condiciones se produce un solapamiento de los procesos de formación de nuevas raíces y de emisión de hojas y ramilletes florales, lo que repercute en una reducción importante del tamaño del fruto (Dijkstra, 1989; Maroto *et al.*, 1996).

Por el contrario, si la temperatura no es elevada, la planta tiene aun un período más o menos largo para emitir el nuevo sistema radical y comenzar el nuevo período de inducción floral que tiene lugar tras la plantación en el terreno definitivo.

1.6. Incidencia de Tipburn

1.6.1. Aspectos generales de la fisiopatía.

El tipburn o quemadura de las puntas de las hojas es una fisiopatía que afecta de forma grave a las hojas jóvenes en desarrollo de numerosas plantas hortícolas como escarolas, lechugas, coles repollos, coles chinas, coles de Bruselas o endibias, y que puede suponer una afección muy grave en plantas de fresón.

Se caracteriza por una desecación marginal de las hojas jóvenes en la parte interna de la planta, pudiendo llegar a causar elevadas pérdidas económicas, al limitar la producción de cosecha de calidad y favorecer posibles infecciones secundarias.

El primer síntoma que se observa es la aparición de un área grisácea de consistencia aguanosa en los bordes de las hojas emergentes, pudiendo expandirse lentamente al resto de la hoja, disminuyendo su superficie foliar, al restringir el crecimiento del tejido adyacente no dañado, y por tanto su capacidad fotosintética. Según su intensidad puede llegar a provocar la muerte de la hoja completa. También puede afectar a las inflorescencias durante su emergencia, pudiendo incluso llegar a morir alguna flor aislada (Mason y Guttridge, 1974).

En fresón, el tipburn comienza afectando a las hojas emergentes de la corona, produciendo una necrosis en las puntas de las hojas, siendo ésta la principal diferencia

del tipburn en fresón al tipburn en otras hortalizas, donde la afección ocurre en las hojas internas que forman parte de la pella o cogollo, sin afectar a las hojas externas que envuelven dicha pella o cogollo. El daño en planta de fresón surge cuando la hoja emerge, pero se hace más evidente cuando se produce su expansión.

A pesar de conocer el tipburn desde hace cien años y haberse realizado numerosos estudios basados en esta fisiopatía, todavía no se puede predecir cuándo se va a producir.

El tipburn es considerado un desorden relacionado con el calcio, causado por una deficiencia en Ca^{2+} en los órganos afectados de las plantas. Dicha carencia puede estar inducida por una deficiencia en su disponibilidad o por una defectuosa translocación del mismo en el interior de la planta (Saure, 1998). En esta translocación posee gran importancia el potencial transpiratorio de las hojas jóvenes en relación a la competencia que se produce con el de las hojas más antiguas. Del mismo modo, la movilidad de los iones Ca^{2+} también puede verse afectada por las altas concentraciones de iones K^+ (Shear, 1975; Bould y Tsai-Fua, 1976; cita de Urrestarazu, 2004), las bajas temperaturas, y las altas concentraciones de fosfatos en el suelo (Urrestarazu, 2004).

En los estudios realizados se han encontrado resultados contradictorios, en parte, debido a la gran cantidad de factores que influyen en éste. Algunos de estos factores son la humedad del aire, temperatura del suelo, fotoperiodo, concentración de nutrientes en el suelo y vigor en las plantas jóvenes.

Todos los factores de manejo o ambientales que propicien un crecimiento demasiado rápido de la planta, pueden acentuar la incidencia de la fisiopatía. Aunque también puede verse influenciada por factores que promueven la reducción del crecimiento vegetativo (Saure 1998).

Esta fisiopatía puede estar relacionada con otras también vinculadas a la nutrición del calcio, como son el "*blackheart*" o corazón negro del apio, la podredumbre apical o "*blossom-end rot*" del tomate, pimiento y otras hortalizas y el "*bitter pit*" o mancha amarga del manzano.

La conclusión a la que llegan numerosos investigadores es que el tipburn es controlado genéticamente y se ve influenciado por las condiciones ambientales mantenidas durante el crecimiento.

1.6.2. Influencia de los factores externos en la aparición de tipburn

1.6.2.1. Temperatura

Las elevadas temperaturas son unos de los factores más importantes que desencadenan la aparición del tipburn, aunque no se puede establecer una relación directa entre altas temperaturas e incidencia de tipburn. En su reciente revisión sobre las causas de la aparición de este desorden en plantas hortícolas, Saure comenta que los cultivos llevados con altas temperaturas nocturnas son mucho más susceptibles que los otros, especialmente cerca de la maduración (Saure, 1998).

Nagata y Stratton (1994) constataron que temperaturas elevadas inducían síntomas de tipburn en lechugas recolectadas, por lo tanto, temperaturas más bajas podrían retrasar o prevenir la aparición de tipburn. Sin embargo, Wissemeier (1996), no pudo encontrar una correlación entre la incidencia de esta fisiopatía y la suma de temperaturas del período global de cultivo.

Prolongados periodos de bajas temperaturas seguidos de tiempos cálidos o días de altas temperaturas junto con baja humedad relativa parecen inducir la aparición de tipburn, al provocar una reducción de la tolerancia al estrés por parte de las plantas, debido un aumento del crecimiento y de la transpiración provocados por a las altas temperaturas (Saure, 1998).

Aparentemente las altas temperaturas aumentan la incidencia de tipburn de forma directa aumentando la transpiración y afectando a la fluidez de la membrana, la cual induce la pérdida de iones, y de forma indirecta al reducir la tolerancia al estrés con el aumento del crecimiento.

1.6.2.2. Iluminación

Con intensidades crecientes en iluminación o largos fotoperiodos, la incidencia de tipburn puede acelerarse o incrementarse su severidad. Sin embargo, ni la exposición a altas intensidades causa siempre tipburn, ni las bajas intensidades garantizan su ausencia. Van den Ende (1954) indicó que periodos oscuros y húmedos seguidos de tiempos soleados y secos sí que incidían en la aparición de tipburn (Saure, 1998).

1.6.2.3. Humedad

En muchos casos, hay una correlación positiva entre alta humedad relativa y la aparición de tipburn (Palzkill *et al.*, 1980, Barta y Tibbits, 1986).

Mason y Guttridge (1975) realizaron a cabo una serie de experimentos para determinar la influencia de la humedad relativa y la nutrición sobre el tipburn en hojas de

fresa, y comprobaron como una elevada humedad generaba un tipburn severo, al reducir la transpiración y restringir el suministro de calcio a las hojas emergentes, incluso cuando éste estaba presente en la solución nutritiva y acumulado en las hojas maduras.

Adams y Ho (1993), cuando estudiaron el efecto de la humedad relativa sobre el contenido de calcio en hojas de tomate, no encontraron diferencias en los porcentajes de Ca en las hojas, pero sí en el peso total de Ca por hoja, siendo mayor en las plantas cultivadas a humedad normal que en las plantas cultivadas a altas humedades (Adams, 1993; cita de Urrestarazu, 2004)

Choi *et al.* (1997), al estudiar el efecto de la humedad nocturna sobre la composición mineral de plantas de tomate y fresa, llegaron a la conclusión de que elevar la humedad relativa nocturna no aumentaba el peso seco total ni el área foliar, pero sí la concentración de los macronutrientes, incluyendo el calcio en las hojas jóvenes.

Collier y Tibbits (1982) aseveraron que el tipburn en lechuga puede prevenirse sometiendo a las hojas de menor tasa de transpiración a un régimen de baja humedad relativa durante el día y elevada humedad relativa durante la noche, y favoreciendo la rápida absorción de agua por las raíces, consiguiéndose así una gran fluctuación diurna en el potencial hídrico de la planta y facilitando el flujo de presión radicular nocturno, y por tanto la translocación del calcio hacia los tejidos jóvenes con baja tasa de transpiración.

1.6.2.4. Suelo

Respecto a la influencia del suelo en la incidencia de tipburn se pueden destacar tres partes diferenciadas:

- Condiciones del suelo
- Concentraciones de nutrientes e interacciones entre ellos.
- Salinidad

1.6.2.4.1. Condiciones del suelo

La incidencia del tipburn puede ser promovida tanto por condiciones adversas al crecimiento (sequía transitoria, especialmente después de una alta disponibilidad en agua, drenaje insuficiente, etc.) como por condiciones beneficiosas (humedad del suelo óptima y constante, aportes elevados de nutrientes, especialmente alta disponibilidad de nitrógeno amónico, etc.). Por tanto, unas condiciones intermedias serán las menos perjudiciales para que se dé el desarrollo de la planta con ausencia de tipburn.

La disminución de la concentración de la solución nutritiva y la CE de la solución del suelo pueden reducir la incidencia de tipburn (Saure, 1998).

Aloni (1986), al restringir el volumen radicular en plantas de col, observó que éstas desarrollaban tipburn por reducción de la absorción y la translocación del calcio en hojas jóvenes. Ésto se debía a que, al restringir el desarrollo radicular y por tanto aumentar el ratio tallo/raíz, la demanda de calcio del tallo excedía a la cantidad suministrada por las raíces y se desarrollaba por tanto el tipburn.

En los sistemas tradicionales, el pH del sustrato de cultivo puede considerarse como un factor no decisivo en la incidencia de tipburn, con la excepción de los suelos de textura pesada (Coosemans, 1989).

Sin embargo, en cultivos hidropónicos, el control del pH en la zona radical es crucial al afectar a la disponibilidad de nutrientes, especialmente micronutrientes (Sonneveld, 2002; Grattan y Grieve, 1999). En estos sistemas pueden existir grandes diferencias entre el pH de la zona próxima a las raíces y el de la solución aplicada, lo cual se debe principalmente a la toma de nutrientes por parte del cultivo. Una gran absorción de aniones incrementa el pH en la zona radical, mientras que de cationes lo disminuye. La mayoría de cultivos absorben más aniones que cationes, lo que aumenta continuamente el pH y obliga a ajustarlo regularmente para mantenerlo en un intervalo óptimo. Este intervalo suele oscilar entre 5.0 y 6.0 para la mayoría de los cultivos. El pH de la zona radical en cultivos hidropónicos, en contraste con los cultivos tradicionales en suelo, puede variar fuertemente a lo largo del cultivo, debido a la pequeña capacidad tampón tanto de los sustratos como de las soluciones empleados en éstos sistemas (Sonneveld, 2002).

Aunque ya hemos comentado que el pH de la zona radical está principalmente influido por el ratio entre la toma de aniones y cationes, también se ve afectado por el pH de la solución nutritiva aportada, el cual ha de mantenerse en torno a 5.0 y 6.0. Valores más altos bloquean el sistema de riego por precipitación de las sales menos solubles, y valores más bajos pueden dañar la estructura del sustrato y las raíces.

Para este control del pH se emplean usualmente dos métodos que pueden usarse en forma combinada:

- El primero es la adición de ácidos minerales (HNO_3 y/o H_3PO_4) para neutralizar el agua. Sin embargo, el continuo uso de ácido fosfórico para reducir el pH, conduce a altos niveles de P y por tanto a una reducción en la disponibilidad de Ca y algunos micronutrientes, además de no ser especialmente recomendable en sistemas no re-

circulantes. Esto último se debe a que, al ser necesarios 1 o 2 mMol/L de ácido libre para mantener el pH en los valores recomendados, el pH de la solución aportada disminuye excesivamente y puede dañar las plantas y el sustrato. Por tanto, el control del pH con ácidos libres sólo es posible en sistemas recirculantes con unos elevados *flow rates* (como el NFT), entendiendo *flow rate* (o ratio de flujo) como el cociente entre el agua aportada y el agua absorbida por la planta (p.e. 1.33 para una fracción de drenaje del 0.25).

- El segundo método es la inclusión de algo de $\text{NH}_4\text{-N}$ en la formulación de la disolución, lo que incrementa la absorción de cationes del cultivo con relación a la absorción de aniones, y por tanto disminuye el pH. No obstante la proporción de $\text{NH}_4\text{-N}$ ha de fluctuar entre un 5 y 10% del N total aplicado para evitar una seria reducción de la absorción de calcio (Sonneveld *et al.*, 1994, cita de Urrestarazu, 2004), y no ha de superar nunca el 25% del total de N, ya que altas concentraciones de NH_4^+ reducen el crecimiento en la mayoría de los cultivos y pueden llegar incluso a ser tóxicas. Sin embargo, esta toxicidad se ve afectada por las condiciones ambientales, el material vegetal y, especialmente, el pH, siendo mayor en condiciones alcalinas (Sonneveld, 2002).

1.6.2.4.2. Concentración de nutrientes e interacciones

Para que el crecimiento de las plantas sea el adecuado en condiciones normales, los nutrientes que están alrededor de las raíces deben estar dentro de un intervalo óptimo. Si no se alcanzan los niveles mínimos el crecimiento se ve reducido, mientras que niveles muy superiores a los óptimos también inhiben el crecimiento, ya sea por toxicidad del elemento o por una deficiencia nutritiva inducida. Estos niveles óptimos se ven afectados por el cultivar, el nivel de salinidad o las condiciones ambientales (Grattan y Grieve, 1999), siendo destacable que en plantas de fresa el ratio de la toma de nutrientes y por tanto los intervalos óptimos de éstos varían durante los diferentes estadios fisiológicos (Lieten y Misotten, 1993).

Los ratios idóneos en el ambiente radical difieren muchas veces de los ratios de toma de nutrientes de las plantas, principalmente en función de las diferentes relaciones entre las concentraciones externas y de toma de nutrientes. Esto se debe a que algunos elementos son fácilmente absorbidos a relativamente bajas concentraciones, como el N, P y K, por lo que pueden mantenerse en unos bajos niveles en el ambiente radical, mientras que otros como el Ca y el Mg, al tener una baja tasa de absorción, han de man-

tenerse en unas altas concentraciones en la zona radical para ser absorbidos en cantidad suficiente por las plantas (Sonneveld, 2002).

Mason y Guttridge, (1975), estudiaron la respuesta en cultivares de fresa “Crusader” frente a variaciones de la solución nutritiva y de humedad relativa. Estas primeras se llevaron a cabo con la adición de NaNO_3 o cantidades extras de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, la alteración de los niveles de KNO_3 , NaH_2PO_4 y MgSO_4 y la dilución de la solución nutritiva mediante la adición de agua, pudiendo constatar que el tipburn estuvo inducido por una alta humedad relativa y aliviado por una dilución de la solución nutritiva o una reducción de los niveles de potasio, magnesio o nitratos en soluciones estándar. Por el contrario el aumento de la concentración de fosfatos no tuvo efectos, mientras que la adición de nitrato cálcico para aumentar los niveles de calcio aumentaba el tipburn. Llegaron a la conclusión de que la influencia de la concentración y composición sobre el tipburn, dependía de la humedad relativa a la que las plantas estaban sujetas.

Tanto Mason y Guttridge (1975) como Bradfield y Guttridge (1984), observaron que el contenido en calcio aumentaba más rápidamente si se utilizaban soluciones nutritivas diluidas durante la noche en combinación con elevadas humedades relativas.

Si la concentración de calcio es elevada interacciona antagónicamente con el potasio, el magnesio o el sodio, y su nivel, absorción y translocación en las hojas depende tanto del nivel de calcio en el suelo como de la concentración salina del mismo (Mason y Guttridge, 1975).

Aplicaciones elevadas de potasio en plantas de fresón reducen las concentraciones en hoja de Ca (Chiu and Bould, 1976; Haynes y Goh, 1987). Unas concentraciones elevadas de magnesio pueden ocasionar tipburn, al reducirse las extracciones de calcio. Ratios Mg/Ca superiores a 1 pueden generar síntomas de deficiencia en calcio, observándose una mayor incidencia de tipburn para valores iguales a 20 y 0,005, debido este último más a la concentración total de sales de la solución nutritiva que a la falta de calcio (Bradfield y Guttridge, 1981).

La absorción de nutrientes también puede estar profundamente afectada por la forma del N aplicado ($\text{NH}_4\text{-N}$ o $\text{NO}_3\text{-N}$). Kurvits y Kirkby (1980) observaron que las concentraciones de K, Ca, Mg y Na en la materia seca de las plantas que recibían $\text{NO}_3\text{-N}$ eran mayores que en las que recibían $\text{NH}_4\text{-N}$.

En otro experimento Massey y Winsor (1980) observaron que la absorción de N de tomates cultivados en NFT aumentó casi linealmente con la concentración de la disolución en el rango de 10-80 mg N L^{-1} . Y que la inclusión del 20% del nitrógeno total

como $\text{NH}_4\text{-N}$, aunque tuvo un escaso efecto sobre el rendimiento, si aumentó en un 24% la incidencia de pudrición apical durante las 4 primeras semanas de cosecha (cita de Urrestarazu, 2004).

Por último comentar elevadas concentraciones de calcio en el sustrato impiden la absorción del boro (Marsh y Shive, 1941), lo que puede inducir una deficiencia del mismo (Grupta *et al.*, 1985, cita de Grattan y Grieve, 1999) y aumentar la incidencia de tipburn, más que por afectar al contenido en calcio, por incidir en el metabolismo de las auxinas. Tanto Coosemans (1989), como Gilbert (1948) (cita de Mason y Guttridge, 1974) llegan a la conclusión de que el tipburn debido a la baja concentración de boro ocurre de forma esporádica. No pudiéndose establecer la carencia en boro como una causa directa de tipburn, considerándose como un efecto sinérgico a la carencia de calcio (Kuo *et al.*, 1981).

1.6.2.4.3. Salinidad

Aunque un nivel alto de salinidad restringe el crecimiento vegetal, y por tanto el rendimiento, éste puede ser utilizado para mejorar la calidad de los frutos y aumentar la vida en estante de éstos. El aumento de la CE desde 2'5 a 5'2 dS m^{-1} redujo el rendimiento de tomates en un 7%, mientras que en pepino y pimiento disminuyó alrededor de un 16%, lo que demuestra la mayor sensibilidad de éstos frente a la salinidad (Sonneveld y van der Burg, 1991; cita de Urrestarazu, 2004). Es de remarcar la especial sensibilidad del fresón a las condiciones de salinidad tanto de suelos como de aguas (Tabla 1.2, anejo 2).

La absorción de calcio en la planta puede ser reducida por los efectos competitivos de una alta concentración de otros cationes en la solución, tales como potasio, sodio, magnesio o amonio, así como por la restricción del movimiento del agua a través de la planta, al transportarse el calcio por el xilema. Esta restricción puede estar causada por una alta salinidad en el medio o una excesiva humedad en la atmósfera. Varios estudios sobre el efecto de la conductividad de la solución y la nutrición de calcio han revelado que niveles altos de conductividad eléctrica (CE) reducen la absorción de calcio desde la solución nutritiva (Morgan, 2001).

En hidroponía la alta salinidad también puede deberse a la acumulación de iones no utilizados provenientes del agua o de las sales fertilizantes empleadas. Varley y Burrage (1983), para lechugas en NFT, encontraron una alta incidencia de tipburn debida a la acumulación de sulfato desde los agroquímicos y de fosfato desde el ácido fosfórico

usado para ajustar el pH. Al emplear nitrato de magnesio en vez de sulfato de magnesio y ácido nítrico en vez de ácido ortofosfórico, pudieron obtener lechugas de buena calidad para un amplio intervalo de salinidades ($1-5 \text{ dS m}^{-1}$) (Urrestarazu, 2004).

La salinidad induce desórdenes nutricionales al influir de manera determinante en la disponibilidad nutritiva, la absorción competitiva y el transporte, distribución y acumulación de los iones en la planta (Grattan y Grieve, 1999).

Adams (1991) observó que al aumentar la salinidad de 3 a 8 y 12 dS m^{-1} por adición de macronutrientes ($\text{NO}_3\text{-N}$, K y Ca) se obtuvo una mayor proporción de frutos con podredumbre apical que cuando se agregó NaCl, a pesar de una mayor concentración de Ca en la disolución nutritiva, lo que puede deberse a que la alta concentración de K, causada por la adición extra de macronutrientes, redujo la absorción de Ca y su posterior translocación a la parte distal del fruto.

Bradfield y Guttridge (1979), en experimentos realizados con fresón, encontraron una interacción entre la salinidad y la concentración de calcio en las hojas emergentes, y entre ésta y la incidencia de tipburn. Para esta interacción desarrollaron una fórmula que relacionaba la concentración de calcio en las hojas emergentes y la incidencia de tipburn, la cual era directamente proporcional a la actividad del calcio y al nivel de gutación e inversamente proporcional al sumatorio de las actividades de los cationes.

Grattan y Grieve (1999) mencionan dicha interacción entre salinidad y contenido en calcio, de tal forma que la salinidad debida principalmente al sodio, no sólo reduce la disponibilidad de calcio, sino que también disminuye su transporte y movilidad hacia regiones en crecimiento de la planta, afectando a la calidad de órganos tanto vegetativos como reproductivos.

Del mismo modo, elevados niveles de sodio externo también interfieren en la adquisición de potasio por las raíces, siendo dicho hecho de vital importancia, al influir el potasio en el balance hídrico de las plantas y contribuir, en gran medida, al bajo potencial osmótico en la estela de las raíces, prerequisite para la turgencia y transporte conducidos por la presión del xilema (Grattan y Grieve, 1999).

Disminuyendo la concentración de la solución nutritiva y la conductividad eléctrica de la solución del suelo se puede reducir la incidencia del tipburn, siempre teniendo en cuenta que las respuestas son diferentes en función del cultivar (Saure, 1998).

1.6.3. Relación entre la respuesta al crecimiento y la incidencia de tipburn.

1.6.3.1. *Influencia de la deficiencia en calcio en la aparición de tipburn*

La mayoría de autores coinciden en que el tipburn está relacionado con una deficiencia en calcio en los tejidos de rápido crecimiento, y muchos de ellos consideran que la deficiencia en calcio es la causa del tipburn. Por lo tanto, la influencia de los factores externos en la incidencia de tipburn ha sido a menudo explicada por el efecto negativo de un rápido crecimiento vegetativo sobre el contenido en calcio de las hojas.

Es sabido que en las hojas jóvenes de plantas de crecimiento vigoroso, y especialmente en los márgenes de esas hojas, el contenido en calcio es muy bajo. Esto ha sido atribuido a que la alta demanda de calcio en periodos de crecimiento vigoroso, no puede ser satisfecha por las plantas debido a una limitada capacidad de éstas para transportar suficiente calcio en estas condiciones, o a una decreciente actividad sumidero de las hojas jóvenes cuando hay una rápida formación de nuevas hojas (Saure, 1998).

Esta deficiencia puede ser debida a una mala translocación, distribución y/o acumulación del mismo, siendo, por tanto, muy importantes todos los procesos relacionados con el transporte del calcio, entre los cuales hay que destacar los dos mecanismos de transporte que tienen mayor importancia para el normal flujo de éste, la transpiración y la presión radicular.

La transpiración desarrolla una presión hidrostática en el xilema que provoca un flujo ascendente de los iones absorbidos desde la raíz hacia las hojas, donde se acumulan de forma selectiva. La capacidad de acumulación disminuye marcadamente cuando se completa la expansión foliar, entonces, los nutrientes aportados por el xilema, se incorporan a los tubos cribosos y son retransportados a otras zonas de la planta, particularmente a órganos en crecimiento (Guardiola y García Luis, 1990).

La redistribución de los elementos minerales está regida fundamentalmente por las relaciones entre fuentes y sumideros, pero también por su movimiento en el floema, por lo que el calcio y el boro, al ser prácticamente inmóviles en el floema, apenas se retransportan. La podredumbre apical o "*Blossom-end rot*" del tomate se produce particularmente en invernadero cuando la transpiración es reducida pero el crecimiento intenso, y es resultado de un bajo suministro de iones Ca_2^+ al fruto, debido fundamentalmente a la inmovilidad de este ion a través del floema (Urrestarazu, 2004).

Las hojas externas al poseer un mayor potencial transpiratorio, reciben de forma prioritaria el flujo de calcio de la savia ascendente, y en caso de que la evaporación sea

muy elevada, a causa de elevadas temperaturas y bajas higrometrías, pueden incluso retirar el calcio de las hojas más jóvenes, por lo que cuando se da un crecimiento excesivamente rápido, en el cual existe una amplia demanda de calcio para la formación de membranas por parte de los tejidos jóvenes, esta fisiopatía suele manifestarse más intensamente (Maroto, 1997).

La transpiración, y por consiguiente los factores que afectan a la misma (especialmente la higrometría nocturna), pueden limitar severamente la cantidad de calcio disponible en los órganos o frutos en crecimiento con baja tasa de transpiración y puede conducir a una deficiencia en calcio (Bradfield y Guttridge, 1979; Palzkill *et al.*, 1976; Cox y Dearman, 1981; Aloni y Pressman, 1987)

Sin embargo, existen autores que afirman que, en las plantas de fresa, existen evidencias de que la absorción de calcio y su distribución no están íntimamente relacionadas con la transpiración, al ser la concentración de iones en la savia del xilema independiente de ésta (Atkinson *et al.*, 1992, cita de Choi *et al.*, 1997). Esto ya fue constatado por Marschener (1983), el cual puso de manifiesto que la tasa de transporte de calcio sólo está débilmente correlacionada con la tasa de flujo de agua en el xilema y que está regulada más por intercambio de absorción que por flujo de masa (cita de Saure, 1998).

En ausencia de transpiración no se desarrolla presión hidrostática, pero se produce una acumulación de iones que crea un flujo osmótico de agua hacia las raíces. Esta acumulación de iones es responsable de la presión radicular que origina una exudación de agua en forma líquida en los bordes y el ápice de las hojas (gutación) y una exudación a nivel radicular. Con una higrometría nocturna elevada, la presión radicular hace que haya un flujo de agua ascendente a una presión superior a la atmosférica, y conjuntamente con este flujo, el calcio se desplaza hacia las hojas más jóvenes, disminuyendo así la incidencia de tipburn (Maroto, 1997). Sin embargo, varios autores han excluido que la presión radicular sea el único medio para el transporte de calcio a los tejidos meristemáticos en la oscuridad (Van der Geijn y Smeulders, 1981; Ho y Adams, 1989).

Debido a que muchos autores, como Mason y Guttridge (1975) y Coosemans (1989), en concreto para el cultivo del fresón, consiguieron reducir la incidencia de tipburn mediante aplicaciones foliares de sales de calcio, la deficiencia de calcio está cada vez más considerada como la causa del tipburn, sin embargo, existen varios trabajos que indican que las aplicaciones de calcio no siempre previenen el desarrollo de esta fisiopatía. En este sentido, Cresswell (1991), cuestionó el papel del calcio porque no encontró una relación inequívoca en lechuga entre la mejora en los niveles de calcio de la

hoja y la reducción de tipburn. Del mismo modo, Wissemeier (1996) tampoco encontró correlaciones entre incidencia de tipburn y contenido en calcio de las hojas o incluso en los márgenes de las mismas (cita de Saure, 1998).

Sin embargo, en un último estudio de Barta y Tibbits (2000) en el que se midió el contenido en calcio, potasio y magnesio en pequeñas áreas del parénquima de hojas jóvenes de lechuga en desarrollo, se comprobó una relación entre concentraciones de calcio inferiores a 0.4 mg g^{-1} de peso seco y la aparición de tipburn.

1.6.3.2. Relación entre vigor vegetativo e incidencia de tipburn

La mayoría de autores coinciden en que la incidencia de tipburn tiende a incrementarse cuando se incrementa la tasa de crecimiento (Saure, 1998). Las hojas que desarrollan tipburn son normalmente más grandes y con un mayor contenido en agua que las hojas no afectadas. En plantas de crecimiento exuberante, el ratio tallo/raíz aumenta. Saure (1998) señala cómo en el cultivo de lechuga al aire libre, el tipburn aparece la mayor parte de las veces justo antes de la recolección y especialmente en aquellas partes de la hoja que se expandieron más rápidamente (Collier y Wurr, 1981; Collier y Huntington, 1983).

Aunque esta fisiopatía puede producirse tanto en plantas al aire libre como en invernaderos (Coosemans, 1989), en condiciones controladas, como es el caso de los invernaderos y las cámaras de cultivo, el tipburn ocurre más frecuentemente, siendo incrementada, no sólo la intensidad de este desorden, sino que también adelantada su aparición (Saure, 1998). Tibbits y Rao (1968) también encontraron que cuanto más rápido era el crecimiento en lechuga, antes aparecían los primeros síntomas de tipburn, tanto en términos de tiempo desde la emergencia como en número de hojas desarrolladas.

Collier y Tibbits (1982) concluyeron que en lechuga el tipburn se desarrolla si se alcanza el máximo potencial de desarrollo de las plantas, lo que concuerda con muchos estudios que indican que una reducción del crecimiento, por ejemplo bajando la temperatura, reduciendo la iluminación o limitando los aportes de nitrógeno, pueden reducir el riesgo de incidencia de tipburn.

Por el contrario hay estudios que establecen que un crecimiento restringido induce tipburn, especialmente cuando la función de la raíz se ve reducida por factores que afectan al suelo (sequía, salinidad, restricción radicular, etc.) (Saure, 1998). Ashkar y Ries (1971), en plantas de lechuga, observaron que durante las dos semanas anteriores a la

madurez, el crecimiento de las hojas que más tarde mostraron tipburn fue retardado, coincidiendo, este periodo, con el de la muerte de la raíz (Rowse, 1974, cita de Saure).

1.6.3.3. Relación entre estrés e incidencia de tipburn

Se define estrés como cualquier condición externa que limita la productividad o el desarrollo normal de la planta bajo su potencial genético para funcionar de una forma óptima. Podemos considerar dos tipos de estrés: biótico, que es el producido por agentes biológicos (insectos, patógenos...) y abiótico, producido por agentes físicos (luz, temperatura...) o químicos (salinidad, contaminación...).

El estrés afecta a la fluidez y permeabilidad de las membranas. Por encima de un cierto umbral causa la inhibición de las bombas catiónicas, la degradación de los lípidos membrana y por tanto un aumento de la pérdida de iones (Saure, 1998).

Cuando la planta es sometida a un nivel de estrés por encima del nivel que es capaz de tolerar se produce el tipburn. Una forma de prevenirlo consiste en aumentar el nivel de tolerancia de estrés mediante el sometimiento de la planta a situaciones de estrés dentro de los límites soportables, lo que desarrolla un mecanismo de resistencia frente éste (Saure, 1998).

La humedad relativa baja es un factor que produce estrés e inhibe el crecimiento de la planta, pero que confiere resistencia frente a dicho estrés. En condiciones de baja humedad relativa se produce el cierre de los estomas, lo que protege a la planta de la excesiva pérdida de agua pero también inhibe la absorción de CO₂. Este cierre de los estomas está regido hormonalmente, y es debido a un aumento transitorio de la concentración de ácido abscísico endógeno (ABA), el cual, además de inducir el cierre de los estomas, inhibe su apertura aumentando la rigidez de la membrana y por tanto dificultando la pérdida de iones. En condiciones de baja humedad, también se produce un ajuste interno de la capacidad fotosintética del mesófilo, reduciendo la asimilación del CO₂ independientemente del movimiento de los estomas (Saure, 1998).

Por otro lado, la alta humedad relativa reduce el estrés de la planta al mismo tiempo que disminuye la tolerancia al mismo. Cuanto menor sea la tolerancia de la planta, con un mínimo estrés se producirán daños. Una elevada humedad relativa reduce el nivel de ABA, aumentando el nivel de giberelinas activas (GA), citoquininas y auxinas. Este incremento de GA, que son inhibidoras del efecto del ABA junto con las citoquininas, produce un aumento de la permeabilidad de la membrana, de la extensibilidad de la

pared celular, de la elongación y extensión celular, así como un aumento del riesgo de pérdida de iones al mismo tiempo que inhibe el cierre de los estomas (Saure, 1998).

Tejidos que sufren un crecimiento rápido, asociado a bajos niveles de ABA y elevados niveles de GA y citoquininas, son altamente susceptibles a sufrir tipburn, debido a una reducción de su tolerancia al estrés y a unos bajos niveles de Ca (Saure, 1998).

Aplicaciones de GA disminuyen el contenido de calcio tanto en frutos como en brotes y hojas. Por tanto, la aplicación de reguladores del crecimiento que interfieran con la síntesis de GA frecuentemente produce el aumento de los niveles de calcio. El cual, al igual que el ABA, tiene el efecto de aumentar la rigidez de las paredes celulares de la planta por la formación de pectato cálcico. Sin embargo, el mecanismo por el cual el GA puede interferir con el transporte de calcio aún tiene que ser aclarado (Saure, 1998).

Saure (1998), concluyó que en los tejidos de rápido crecimiento, el nivel de GA puede tener una doble función en el aumento de la susceptibilidad al estrés:

- Una directa por el aumento de la permeabilidad de las membranas.
- Una indirecta por la disminución de los niveles de calcio y por tanto de la rigidez de las paredes celulares.

1.7. Antecedentes

En el experimento realizado por Herrero (2004) en el Departamento de Cultivos Herbáceos de la U.P.V, se intentaron ampliar los conocimientos sobre la utilización de plantas con coronas engrosadas en trasplantes otoñales en nuestras condiciones climáticas y en cultivo sin suelo. Concretamente se trató de determinar en qué medida la fecha de traslado desde el vivero (realizado en altura a 900 msnm) al lugar de cultivo afectaba a los parámetros productivos, así como en qué manera afectaba la realización del trasplante (arrancado y plantación posterior) a la capacidad productora de las plantas pertenecientes al cultivar “Camarosa”. Por último, se estudió si existía relación directa entre el nivel de carbohidratos de las plantas y la cuantía y calidad de la producción obtenida, constatándose que:

- La producción (comercial y total) y el número total de frutos disminuyeron a medida que se retrasó la fecha de trasplante.
- Los mayores pesos medios para cada período analizado correspondieron a las últimas fechas de traslado, al provenir de inflorescencias jerárquicamente superiores en los ramilletes y existir menor competencia entre frutos de la misma planta.
- La realización del trasplante tuvo un efecto negativo sobre la producción y el peso medio de los frutos en las fechas de traslado intermedias.
- El contenido de carbohidratos sólo pareció afectar a la producción más precoz.

Ese mismo año, en el experimento realizado por Vaquero (2004) se intentó determinar cómo afectaba el fotoperiodo a la acumulación de reservas y a la inducción floral en plantas de fresón que no habían recibido ningún tipo de horas frío, así como cuantificar la producción y la calidad de los frutos obtenidos en ausencia de horas frío, y estudiar la influencia de la realización del trasplante (arrancado y plantación posterior) sobre capacidad productiva de las plantas, llegando a las siguientes conclusiones:

- En ausencia de frío, las plantas de fresón de día corto de cultivares californianos adaptados a nuestras condiciones, son capaces de dar producciones apreciables con tamaños del fruto aceptables.
- La producción en los diferentes trasplantes presenta una tendencia a la disminución al retrasar la fecha de trasplante.
- Las plantas no trasplantadas dieron una producción final comparable a las fechas de trasplante más productivas pero sin embargo, la producción más precoz, tanto comercial como total, fue sensiblemente menor.

- La realización del trasplante provocó una reducción del número total de flores formadas, con independencia de la fecha de realización del mismo.
- En ausencia de temperaturas bajas ($T \leq 10^{\circ}\text{C}$) las plantas acumularon almidón en raíces y coronas, sin embargo, los valores obtenidos por éstas eran mucho menores a los constatados en plantas que habían recibido un elevado número de horas frío.
- En las plantas trasplantadas se produjo una disminución del contenido en almidón de las raíces en las semanas posteriores al trasplante en comparación con las plantas no trasplantadas recuperándose sólo en los trasplantes más precoces.

Por otro lado, en los experimentos que realizaron Peris (2002) y Ferrer (2005) se trató de determinar la influencia de la composición catiónica y aniónica de la solución nutritiva en la incidencia de tipburn, junto con la posible relación entre algunos parámetros vegetativos, indicadores de la tasa de crecimiento de las plantas, y la incidencia de éste en hojas y afección en flores, llegando a las siguientes conclusiones:

- La incidencia de tipburn en hojas está directamente relacionada con el índice de crecimiento relativo de las plantas con independencia de las soluciones nutritivas, de forma que un mayor desarrollo de la planta se traduce en una mayor predisposición a la incidencia de tipburn.
- La afección de sépalos en flores de fresón tiene lugar con las mismas proporciones aniónicas para las que hay mayor incidencia de tipburn y está ligada también, aunque en menor medida, con el grado de desarrollo vegetativo de las plantas, existiendo una correlación directa entre la aparición de tipburn y la afección de sépalos, lo que sugiere que la afección de sépalos puede considerarse una fisiopatía ligada a los mismos factores que intervienen en la incidencia del tipburn.
- Los equilibrios aniónicos que provocan una mayor incidencia de tipburn, son también los que promueven mayores porcentajes de calcio en hojas, lo que indica que la concentración de calcio no es el único factor a tener en cuenta en la incidencia de tipburn, por lo que parece necesario el estudio de los niveles óptimos de algunos factores externos como temperatura, humedad relativa, iluminación, etc. para tratar de minimizar la incidencia de esta fisiopatía en condiciones de crecimiento vegetativo óptimo para la producción.

1.8. Objetivos

Este trabajo se ha realizado en el Departamento de Producción Vegetal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la UPV, donde, desde finales de la década de los 70, se han desarrollado distintas líneas de investigación en torno al cultivo del fresón con el objetivo de adaptar nuevas técnicas de cultivo a nuestras condiciones que posibiliten una mayor competencia en la producción y un repunte en la importancia de dicho cultivo en la Comunidad Valenciana.

Se divide en dos experimentos:

1. Centrado en el estudio de la influencia de la composición iónica de la solución nutritiva y de su CE sobre la incidencia de tipburn y los parámetros productivos en plantas de fresón (cv. “Candongá”) en cultivo sin suelo, así como de la relación entre esta fisiopatía y la tasa de crecimiento.

Para lo cual se plantearon los siguientes objetivos parciales:

- Determinar en qué medida las relaciones entre los distintos niveles de Nitrógeno (N), 4 niveles: 7, 10, 13 y 16 mMol/l, las distintas proporciones de ion nitrato (NO_3^-) e ion amonio (NH_4^+), 3 ratios $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$: 9/4/0,6, 9/1 y 8/6/1,4, así como los diferentes grados de salinidad de la solución nutritiva, influyen en la aparición de tipburn y en los factores productivos tanto cuantitativos como cualitativos.
 - Determinar las correlaciones existentes entre algunos parámetros vegetativos, indicadores de la tasa de crecimiento, y la incidencia de tipburn en hojas y la afección en flores.
 - Determinar la correlación existente entre los contenidos en calcio, potasio y magnesio de las hojas jóvenes de las plantas y la incidencia de tipburn.
2. Centrado en el estudio de la influencia de la modalidad de trasplante (cepellón o raíz desnuda), de la fecha de trasplante (3 fechas) y de la procedencia de los plantones (vivero de altura, de bajura y de bajura con tratamiento térmico) sobre los parámetros productivos, los parámetros vegetativos, el número de estolones y el contenido en almidón en plantas de fresón (cv. “Camarosa”) en cultivo sin suelo, así como esclarecer las posibles interacciones existentes entre las diferentes variables y su probable repercusión en el resultado final.

2. Material y métodos

En el presente trabajo, como ya se ha comentado, se han llevado a cabo dos experimentos claramente segregables, en los cuales:

1. Se han estudiado seis soluciones nutritivas con distintas cantidades de N total, distintas proporciones de NO_3^- y NH_4^+ y diferentes grados de salinidad, con el fin de establecer los niveles óptimos de estos elementos que minimicen la aparición de tipburn en plantas de fresón.
2. Se han estudiado tres fechas de trasplante, tres procedencias (Vivero de altura, de bajura y de bajura con tratamiento de frío) y dos modalidades de trasplante (cepellón y raíz desnuda) con el fin de determinar cuál de estos sistemas es el más indicado para las condiciones de cultivo del litoral mediterráneo.

2.1. Experimento 1:

2.1.1. Características del experimento

El material vegetal empleado fueron plantas frescas de fresón del cv. “Candongá”, procedentes de la propia universidad, las cuales fueron trasladadas a un vivero de altura situado en Casas Altas (Rincón de Ademuz) a una altitud de 733 msnm ($40^\circ 03' 27.25'' \text{ N} - 1^\circ 16' 44.85'' \text{ O}$).

La plantación de los estolones se llevó a cabo en las instalaciones de la UPV el 10 de Julio de 2007 en bandejas de 54 alveolos, con un volumen de 130 cm^3 por alveolo. El sustrato utilizado presentaba una proporción de 5:1 de turba y perlita (*Agroperlita F-13®*), siendo la turba empleada una mezcla alícuota de turba negra y rubia. Posteriormente fueron trasladados a Ademuz el día 30 del mismo mes, donde permanecieron hasta el día 17 de octubre, fecha en la que trasladaron de nuevo al invernadero de la UPV, situado a 13 msnm ($39^\circ 29' 00.81'' \text{ N} - 0^\circ 20' 28.38'' \text{ O}$), donde se efectuó su plantación definitiva sobre sacos cilíndricos de perlita tipo B-12, con unas dimensiones de 120 cm de longitud y 22 cm de diámetro, y un volumen de 40 litros, colocados sobre unas bancadas de 1,5 m de altura, 30 cm de ancho y 20 m de longitud.

El experimento se desarrolló en un invernadero de cristal tipo “Venlo” dotado de ventilación cenital y sistema de control climático con “cooling system” y calefacción ($T^\circ \text{ max} \leq 21 \text{ }^\circ\text{C}$, $T^\circ \text{ min} \geq 13 \text{ }^\circ\text{C}$), cuyas dimensiones eran de 6 x 24 m. La temperatura y

la humedad relativa del invernadero quedaron registradas a lo largo de todo el ciclo (Figuras 2.1 y 2.2, anejo 6).

El experimento se planteó como un diseño factorial de bloques al azar, con tres unidades de repetición (U.R.) por tratamiento (seis soluciones nutritivas diferentes), lo que hace un total de 18 U.R. Cada una de éstas estaba formada por dos sacos de perlita con 8 plantas cada uno, por lo que fueron necesarias 288 plantas para realizar el experimento (6 tratamientos x 3U.R./tratamiento x 16plantas/U.R =288 plantas).

Los tratamientos en estudio fueron:

3. S1: 7 mMol/L de N total (10 % de NH_4^+ y 90 % de NO_3^-) y CE de 0.95 dS m^{-1} .
4. S2: 10 mMol/L de N total (10 % de NH_4^+ y 90 % de NO_3^-) y CE de 1.22 dS m^{-1} .
5. S3: 13 mMol/L de N total (10 % de NH_4^+ y 90 % de NO_3^-) y CE de 1.49 dS m^{-1} .
6. S4: 16 mMol/L de N total (10 % de NH_4^+ y 90 % de NO_3^-) y CE de 1.76 dS m^{-1} .
7. S5: 13 mMol/L de N total (6 % de NH_4^+ y 94 % de NO_3^-) y CE de 1.54 dS m^{-1} .
8. S6: 13 mMol/L de N total (14 % de NH_4^+ y 86% de NO_3^-) y CE de 1.44 dS m^{-1} .

Estos tratamientos fueron divididos en dos ensayos:

- Ensayo 1, Nivel de nitrógeno total. Se compararon las soluciones nutritivas S1, S2, S3 y S4 para determinar la influencia del nivel de nitrógeno total (a unos mismos porcentajes de ion amonio e ion nitrato) y de la CE de la solución nutritiva sobre los parámetros productivos y la incidencia de tipburn.
- Ensayo 2, Porcentaje de amonio. Se compararon las soluciones nutritivas S3, S5 y S6 para determinar la influencia del porcentaje de de amonio, a una misma concentración de nitrógeno total, y de la CE de la solución nutritiva sobre los parámetros productivos y la incidencia de tipburn.

La solución nutritiva empleada fue suministrada mediante un sistema de riego localizado, con emisores autocompensantes y antidrenantes de 2,0 litros/hora conectados a un microtubo y una piqueta, empleándose uno por planta.

2.1.2. Control del riego

Hasta el 10 de enero de 2008 se regó con una solución nutritiva estándar (basada en la preconizada por Lieten y Misotten, 1993), cuya composición puede verse en la tabla 2.1, y a partir de dicha fecha se comenzaron a realizar los riegos con las diferentes soluciones nutritivas. La cantidad de solución aportada se controló mediante el número de riegos, el cual variaba en función de la radiación solar incidente, y la duración de

éstos, la cual se ajustaba para mantener el volumen de drenaje en torno a los valores deseados.

Tabla 2.1 Composición de la solución nutritiva estándar, expresada en mMol/L

Sol. estándar (mMol/L)	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CE (dS/m)
	12.41	1.20	2.45	0.50	5.00	3.95	2.96	2.01

El día 10 de diciembre de 2007 comenzó el control del riego y del drenaje. Para determinar el riego aportado se eligieron aleatoriamente 12 repeticiones (2 por tratamiento) y se colocaron 12 goteros, cuya solución nutritiva llegaba a un recipiente de plástico, midiéndose a partir de éstos el volumen de riego de cada una de las soluciones nutritivas dos veces por semana.

El porcentaje de drenaje también se controló semanalmente, de manera que se mantuviese en torno al 25% del volumen de riego total hasta el día 8 de mayo de 2008, fecha a partir de la cual se disminuyó hasta el 0-5% para testar la influencia del estrés hídrico sobre la incidencia de tipburn. A fin de mantener los porcentajes de drenaje en los valores deseados, se eligieron 4 repeticiones de forma aleatoria, perteneciendo cada una de ellas a una solución nutritiva distinta, debajo de las cuales se colocó una bandeja donde se recogían las muestras de drenaje dos veces por semana, obteniéndose así la fracción o porcentaje de drenaje.

El manejo del riego se completó tomando dos lecturas semanales del pH y la conductividad eléctrica, tanto de la solución aplicada como de la de drenaje, para comprobar la evolución de las sales en el sustrato, intentando que se mantuvieran dentro de los valores adecuados (Sonneveld *et al.*, 1994; Baixauli y Aguilar, 2002).

2.1.3. Diseño de las soluciones nutritivas

La composición de soluciones nutritivas utilizadas en el experimento viene reflejada en la tabla 2.2. Las soluciones S1, S2, S3 y S4 fueron utilizadas para determinar la influencia de los distintos niveles de salinidad y de N total en la incidencia de tipburn, en la tasa de crecimiento y en los parámetros productivos, tanto cuantitativos como cualitativos. Las soluciones S3, S5 y S6 sirvieron para determinar, a un mismo nivel de N total, la influencia del porcentaje de NH₄⁺ en estos mismos parámetros.

La relación N/K de todas ellas era 2,5, y las proporciones de los principales cationes en las soluciones fertilizantes, como puede verse en la tabla 2.3, fueron determina-

das para que el ratio $K^+/(Ca^{2+} + Mg^{2+})$ se mantuviera en los niveles aconsejados por Zuang *et al.* (1986), de manera que no interfiriesen en la obtención de resultados.

Tabla 2.2 Composición de las soluciones nutritivas, expresadas en mMol/L

Solución	NO_3^-	$H_2PO_4^-$	SO_4^{2-}	NH_4^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CE (dS/m)
S1	6,30	1,20	1,00	0,70	2,80	2,25	0,75	0,95
S2	9,00	1,20	1,00	1,00	4,00	2,70	0,90	1,22
S3	11,70	1,20	1,00	1,30	5,20	3,15	1,05	1,49
S4	14,40	1,20	1,00	1,60	6,40	3,60	1,20	1,76
S5	12,22	1,20	1,00	0,78	5,20	3,54	1,18	1,54
S6	11,18	1,20	1,00	1,82	5,20	2,76	0,92	1,44

Tabla 2.3 Niveles de Nitrógeno total (N), proporciones de NO_3^- y NH_4^+ en las soluciones empleadas y ratios N/K y $K^+/(Ca^{2+} + Mg^{2+})$

Solución	N total		NO_3^-		NH_4^+		N/K	$K^+/(Ca^{2+} + Mg^{2+})$
	mMol/L		mMol/L	%	mMol/L	%		
S1	7		6,30	90,0	0,70	10,0	2,5	0,9
S2	10		9,00	90,0	1,00	10,0	2,5	1,1
S3	13		11,70	90,0	1,30	10,0	2,5	1,2
S4	16		14,40	90,0	1,60	10,0	2,5	1,3
S5	13		12,22	94,0	0,78	6,0	2,5	1,1
S6	13		11,18	86,0	1,82	14,0	2,5	1,4

La composición detallada de las seis soluciones se encuentra en el anejo 3, tablas 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11 y 2.12.

Para la composición de las soluciones nutritivas se emplearon los siguientes fertilizantes: nitrato potásico, nitrato cálcico, nitrato amónico, sulfato potásico, sulfato magnésico, fosfato monopotásico y nitrato magnésico. Las soluciones fueron preparadas con agua desionizada procedente de un tanque al que estaba acoplado un desionizador. Cada solución se preparó en un depósito de 100 litros de capacidad (depósitos del nº 1 al nº 6). Para evitar problemas de incompatibilidades entre algunos de los abonos, el fosfato monopotásico y los sulfatos se colocaron en los depósitos nº 7 y nº 8 respectivamente. Los micronutrientes *Hoagland* se colocaron en el tanque nº 7, a excepción del quelato de hierro (*sequestrene G-100®*), que se añadió al nº 8 (tabla 2.4). Así pues, la solución i se componía de la solución del depósito nº i y de una cierta proporción de los depósitos nº 7 y nº 8. La mezcla final se inyectaba directamente en el flujo de agua desionizada y se bombeaba al invernadero.

Tabla 2.4 Composición de los depósitos para la elaboración de las soluciones nutritivas.

Macroelementos	(kg/100 L)							
	Depósito							
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8
KNO ₃	0,265	1,101	1,936	2,772	1,936	1,936	-	-
Ca(NO ₃) ₂	2,715	3,258	3,801	4,344	4,272	3,330	-	-
NH ₄ NO ₃	0,133	0,245	0,357	0,469	0,037	0,677	-	-
K ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	-	-	0,708
MgSO ₄	-	-	-	-	-	-	-	0,640
KH ₂ PO ₄	-	-	-	-	-	-	1,088	-
Mg(NO ₃) ₂	0,614	0,870	1,126	1,382	1,348	0,905	-	-

Microelementos <i>Hoagland</i>	(g/100 L)							
	Depósito							
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8
BO ₃ H	-	-	-	-	-	-	12,3724	-
MnCl ₂ .4H ₂ O	-	-	-	-	-	-	40,9655	-
ZnSO ₄ .7H ₂ O	-	-	-	-	-	-	7,9283	-
CuSO ₄ .5H ₂ O	-	-	-	-	-	-	0,8603	-
H ₂ MoO ₄ .H ₂ O	-	-	-	-	-	-	0,0248	-
Quelato de hierro	-	-	-	-	-	-	-	114.97

2.1.4. Manejo agronómico

A lo largo de todo el ciclo de cultivo se realizaron diversos tratamientos fungicidas, acaricidas e insecticidas para evitar los posibles daños causados por estos organismos, los cuales se encuentran detallados en la tabla 2.13, anejo 4.

Para facilitar el asentamiento de las plantas durante los primeros estadíos, se realizó una retirada de flores el día 16 de enero del 2008, cuyo número se encuentra detallado en la tabla 2.14, anejo 5. Del mismo modo se eliminaron los estolones que iban apareciendo a lo largo del cultivo (especialmente en los últimos meses), para que la producción de los frutos no se viera afectada, y todos aquellos frutos que presentaban podredumbres.

La polinización de las flores fue entomófila a través de una colmena de abejorros (*Bombus terrestris*) de “*Syngenta bioline*®”, por lo que se tuvo que tener en cuenta la compatibilidad de los productos fitosanitarios con los abejorros.

Como ya se ha comentado, la temperatura y la humedad relativa dentro del invernadero se registraron diariamente durante todo el cultivo (figuras 2.1 y 2.2, anejo 6).

2.1.5. Determinación del contenido en potasio, calcio y magnesio

Durante el desarrollo del cultivo se tomaron muestras de hojas sin síntomas de tipburn de cada una de las repeticiones de las seis soluciones nutritivas.

La determinación del contenido de potasio, calcio y magnesio se realizó mediante espectrofotometría de emisión atómica. Para ello se usó el espectrofotómetro de la marca “Varian®”, modelo “Spectra AA-10”. Previamente fue preciso realizar una mineralización de las muestras.

En el laboratorio, en primer lugar, se lavaron las hojas con agua del grifo y posteriormente con agua destilada. Seguidamente se pusieron las hojas sobre papel de filtro, colocándolas después en una estufa a 65 °C durante 72 horas, hasta obtener un peso constante. Una vez secas se trituraron y se guardaron en botes de polietileno herméticos para su conservación. A continuación se pesaron en una balanza de precisión 0.2 g de cada muestra y se depositaron en crisoles de porcelana de 50 ml, que fueron colocados en una manta térmica durante varios minutos para la incineración de las muestras. Posteriormente se introdujeron en un horno mufla, marca “Carbolite®” modelo 201, durante cinco horas y media a 550 °C.

Pasado este tiempo se sacaron los crisoles, y se les añadieron 4 gotas de ácido clorhídrico (HCl) 0,1 N, agitando con una varilla y desecando después bajo una lámpara de infrarrojos. A las cenizas secas se les añadió con una micropipeta 5 ml de HCl 2N, agitando con una varilla y filtrando a continuación el residuo en un matraz aforado de 100 ml, enjuagando el crisol y el embudo varias veces y enrasando el matraz con agua desionizada. Los extractos clorhídricos obtenidos se conservaron en el frigorífico (8°C) para su posterior utilización.

Para la lectura del potasio se colocó 1 ml del extracto clorhídrico en un matraz aforado de 100 ml, se añadieron 5 ml de HCl 2N, y se enrasó con agua desionizada. Tanto para las lecturas del magnesio como del calcio, se añadieron a un matraz de 100 ml, 1 ml de extracto clorhídrico, 2.5 ml de HCl 2N y 3 ml de cloruro de estroncio (SrCl₂) al 5 % y agua desionizada hasta aforar.

La preparación de los patrones se realizó a partir de las disoluciones patrón de 1000 ppm de K, Ca y Mg, tomando 1 ml y llevándolo a un matraz de 100 ml, aforando posteriormente con agua desionizada para obtener una nueva solución de 10 ppm de cada uno de estos tres elementos. En el caso del potasio, se prepararon patrones de 0, 1, 2, 3, 4 y 5 ppm. Para ello, se añadieron a seis matraces de 50 ml, 0, 5, 10, 15, 20 y 25 ml de la solución de 10 ppm de potasio, además de 2.5 ml de HCl 2N a cada uno y agua

desionizada hasta enrasar. Para el calcio, se prepararon patrones de 0, 1, 2, 3 y 4 ppm, en cinco matraces de 50 ml, a los que se añadieron 0, 5, 10, 15 y 20 ml de solución de 10 ppm de calcio, 1.25 ml de HCl 2N y 1.5 ml de SrCl₂ al 5%, y se enrasaron con agua desionizada. Para el magnesio se prepararon patrones de 0, 0.2, 0.3, 0.4 y 0.5 ppm, añadiendo 0, 1, 1.5, 2 y 2.5 ml de la solución patrón de 10 ppm de magnesio a cinco matraces de 50 ml, junto con 1.25 ml de HCl 2N, 1.5 ml de SrCl₂ al 5%, y agua desionizada hasta enrasar.

En la espectroscopía de absorción atómica, una radiación de longitud de onda característica, producida por una lámpara de cátodo hueco que contiene el elemento a determinar, se dirige hacia un espectrofotómetro a través de una llama de aire-acetileno en la que se pulveriza la disolución de la muestra. Ésto provoca la evaporación de la disolución pulverizada y su disociación en los átomos que la componen, los cuales absorben parte de la luz emitida, siendo dicha absorción la que se registra y permite relacionarla con la concentración.

La longitud de onda del espectrofotómetro fue ajustada a 769.9 nm, 422.67 nm y 285.2 nm para el potasio, calcio y magnesio respectivamente. En el caso del potasio la lectura fue por emisión, mientras que en los otros dos por absorción. Se realizaron tres lecturas por tratamiento, es decir una por repetición.

Los resultados se expresaron en porcentaje sobre el total de materia seca mediante de la siguiente expresión:

$$\% M = \frac{V_D \times n}{V_M \times P_M \times 100}$$

Donde: % M = porcentaje del elemento sobre materia seca, VD = volumen de la disolución, n = lectura del espectrofotómetro (ppm), VM = volumen del extracto clorhídrico tomado y PM = peso de la muestra mineralizada.

2.1.6. Parámetros estudiados

Los parámetros estudiados fueron:

2.1.6.1. Parámetros productivos

La recolección de los frutos se inició el día 02 de enero del 2008 y se prolongó hasta el 23 de junio del mismo año con dos recolecciones semanales.

Los frutos se recogían manualmente, se distribuían en función de la U.R. a la que perteneciesen y se transportaban al laboratorio. Una vez allí, se separaban los frutos por categorías en función del peso y la presencia o no de deformaciones (Tabla 2.5),

registrándose estos datos para cada tratamiento y unidad de repetición, y obteniéndose los siguientes parámetros:

- Número total de frutos y de frutos comerciales acumulados por planta.
- Peso de la producción total y comercial acumulada por planta (g/planta).
- Peso medio de los frutos de producción comercial acumulada por planta (g/fruto).
- Porcentaje acumulado del número de frutos comerciales sobre la producción total.

Tabla 2.5 Categorías de los frutos en función de su peso.

<i>Categoría</i>		<i>Peso de los frutos</i>
<i>Producción comercial</i>	Primera	> 13g
	Primera deformados	> 13g
	Segunda	13g > peso >7g
	Segunda deformados	13g > peso >7g
<i>Producción no comercial</i>	Tercera o no comercial	7g > peso >3g
<i>Abortos</i>	Abortos	< 3g

2.1.6.2. *Parámetros vegetativos*

Con el objetivo de contabilizar el número de hojas que aparecían por U.R. se realizó un conteo quincenalmente. Para ello, se marcaron las hojas totalmente expandidas, realizando una marca con un rotulador tipo permanente en alguno de los folíolos. La marca era diferente para cada una de las fechas, permitiendo así asignar a cada hoja un periodo de tiempo concreto. Una vez finalizada la toma de datos de los parámetros productivos y de tipburn las plantas se arrancaron, se recogieron las hojas de cada unidad de repetición, se contaron y clasificaron según las diferentes marcas y se les retiró el peciolo (este mismo sistema de clasificación ya se había aplicado con anterioridad a las hojas ya marcadas que se habían ido secando a lo largo del ciclo de cultivo). Los folíolos y peciolos se introdujeron en una estufa eléctrica a 65 °C, un mínimo de 72 horas, quedando así determinado el peso seco generado por unidad de repetición y periodo de tiempo, y, al conocer el número de hojas correspondientes a cada U.R. y marca, el peso seco por peciolo, limbo y hoja. Con los pesos secos generados por planta y periodo se obtuvo la velocidad media de crecimiento relativo o RGR (*relative growth rate*), la cual constituye una medida del crecimiento independiente de la masa de la planta, al venir referida a la unidad de peso inicial, y se calcula como el cociente de la diferencia entre los logaritmos neperianos de los pesos de la planta en dos momentos determinados y la

variación de tiempo en días, $(RGR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1})$ (Gardner *et al.*, 1985, Bonciarelli, 1978).

2.1.6.3. Tipburn

2.1.6.3.1. Índice de tipburn en hojas

Cada dos semanas se procedía al conteo por U.R. de las hojas de diferentes marcas, diferenciando aquellas hojas que presentaban cualquier grado de afección de aquellas completamente sanas, lo que posteriormente nos permitió conocer el número total de hojas emergidas por planta y periodo de tiempo, y el porcentaje de hojas afectadas de tipburn respecto al número total.

2.1.6.3.2. Afección de sépalos en flores

Las flores totalmente desarrolladas también se marcaron quincenalmente, realizando una marca con un rotulador tipo permanente en su peciolo. Esta marca era de diferente color para cada una de las fechas, permitiéndonos asignar a cada flor e inflorescencia un periodo de tiempo concreto.

Del mismo modo que con las hojas se diferenciaron aquellas flores que presentaban cualquier grado de afección en los sépalos de aquellas completamente sanas. De esa manera se pudo obtener el número total de flores por planta y periodo, y el porcentaje de flores afectadas de tipburn respecto al número total de flores.

2.1.7. Análisis estadístico de los resultados

Obtenidos los datos experimentales, se realizó el análisis estadístico de cada ensayo, consistente en un análisis multifactorial de la varianza (ANOVA) y separación de medias según LSD ($P \leq 0.05$) para cada parámetro, con el fin de determinar las diferencias entre los distintos parámetros. La desviación estándar se calculó como la raíz cuadrada del cociente entre el valor absoluto de la suma de cuadrados del residual y los grados de libertad del error. Para el análisis estadístico se utilizó el programa “*Statgraphics Versión 5.1 Plus*”.

2.2. Experimento 2:

2.2.1. Características del experimento

El material vegetal empleado fueron plantas frescas de fresón del cv. “Camarosa”, procedentes de la propia universidad, parte de la cuales fueron trasladadas al mismo vivero de altura que en el primer experimento.

Los factores en estudio fueron el efecto de la modalidad de trasplante, la fecha del mismo y la procedencia de las plantas. Para estudiar dichos efectos se evaluaron dos parámetros, la producción y el desarrollo vegetativo.

El experimento se planteó como un diseño factorial de bloques al azar, con tres unidades de repetición (U.R.) por tratamiento. Los tratamientos en estudio fueron:

1. Cepellón, vivero de altura, 1ª fecha de trasplante. (CepVAF1)
2. Cepellón, vivero de altura, 2ª fecha de trasplante. (CepVAF2)
3. Cepellón, vivero de altura, 3ª fecha de trasplante. (CepVAF3)
4. Raíz desnuda, vivero de altura, 1ª fecha de trasplante. (RdVAF1)
5. Raíz desnuda, vivero de altura, 2ª fecha de trasplante. (RdVAF2)
6. Raíz desnuda, vivero de altura, 3ª fecha de trasplante. (RdVAF3)
7. Cepellón, vivero de bajura, 1ª fecha de trasplante. (CepVBF1)
8. Cepellón, vivero de bajura, 2ª fecha de trasplante. (CepVBF2)
9. Cepellón, vivero de bajura, 3ª fecha de trasplante. (CepVBF3)
10. Cepellón, vivero de bajura + tratamiento de frío, 1ª f. de trasp. (Cep.FrVBF1)

Cada una de las U.R estaba formada por dos sacos de fibra de coco con 8 plantas cada uno, lo que hace un total de 480 plantas (10 tratamientos x 3 U.R/tratamiento x 16 plantas/U.R). Estos tratamientos fueron divididos en varios ensayos:

- Ensayo 1, Cepellón-Raíz desnuda. Se compararon los dos tipos de planta según su modalidad de trasplante (cepellón y raíz desnuda), ambos procedentes del vivero de altura, y las tres fechas de trasplante (2 tipos planta x 3 fechas trasplante x 3 U.R. = 18 U.R. x 16 plantas/ U.R.= 288 plantas).
- Ensayo 2, Viveros. Se compararon las 2 procedencias de las plantas (vivero altura y bajura), todas con cepellón, y las tres fechas de trasplante (2 procedencias x 3 fechas trasplante x 3 U.R. = 18 U.R. x 16 plantas/ U.R.= 288 plantas).
- Ensayo 3, Fecha y tipo. Se compararon los tres tipos de plantas (CepVA, RdVA y CepVB) y las tres fechas de trasplante (3 tipos x 3 fechas x 3U.R = 9 U.R. x 16 plantas/U.R.= 144 plantas).

- Ensayo 4, Tratamiento de frío. Se compararon las plantas sometidas al tratamiento térmico (17 días en una cámara frigorífica a 7°C) con las procedentes de los viveros de altura y bajura, todas ellas con cepellón y de la primera fecha de trasplante (CepVAF1, CepVBF1 y Cep.FrVBF1) (3 tratamientos x 3 U.R = 9 U.R. x 16 plantas/U.R.= 144 plantas).

La plantación de los estolones se llevó a cabo en las instalaciones de la UPV los días 11, 24 de julio y 9 de agosto de 2007. En la primera fecha se plantaron las plantas destinadas al vivero de altura y al vivero de bajura de la primera fecha de trasplante, y en las dos últimas, las destinadas al vivero de bajura de la segunda y tercera fecha de trasplante respectivamente, minimizando así las diferencias de crecimiento anteriores al trasplante.

Se utilizaron dos sustratos, uno para plantas con cepellón y otro para las de raíz desnuda. Las primeras se plantaron en bandejas de 54 alveolos, con un volumen de 130 cm³ por alveolo y cuyo sustrato presentaba una proporción de 5:1 de turba y perlita (*Agroperlita F-13*®), siendo la turba empleada una mezcla 1:1 de turba negra y rubia. Los estolones para las plantas de raíz desnuda se dispusieron en bandejas de 35 alveolos, con un volumen por alveolo de 200 cm³, utilizándose como sustrato una mezcla 5:1 de arena y grava previamente esterilizadas en el autoclave. Los estolones para las plantas de raíz desnuda se colocaron a remojo durante 10 minutos en un baño de agua con metalaxil 8% y mancoceb 64% (2g/L) antes de su plantación.

Posteriormente las plantas destinadas al vivero de altura fueron trasladadas a Ademuz el día 30 Julio del 2007, mientras que las destinadas al vivero de bajura permanecieron en la Universidad Politécnica de Valencia. El día 7 de septiembre se introdujeron las plantas del tratamiento térmico en la cámara frigorífica (7°C), donde permanecieron hasta su fecha de trasplante (24 de septiembre).

Las fechas de trasplante al invernadero fueron:

- F1- 24 septiembre 2007. (4 grupos de 3 U.R. cada uno).
- F2- 17 octubre 2007. (3 grupos de 3 U.R. cada uno).
- F3- 8 noviembre 2007. (3 grupos de 3 U.R. cada uno).

El invernadero fue el mismo que el del primer experimento, por lo que también se registraron la temperatura y la humedad relativa del interior de éste a lo largo de todo el ciclo de cultivo (Figuras 2.1 y 2.2, anejo 6).

La solución nutritiva empleada fue suministrada del mismo modo que en el primer experimento, es decir, mediante un sistema de riego localizado, con emisores autocompensantes y antidrenantes de 2,0 litros/hora conectados a un microtubo y una piqueta, empleándose uno por planta.

2.2.2. Control del riego

Durante todo el ciclo de cultivo se regó con una solución nutritiva estándar (basada en la preconizada por Lieten y Misotten, 1993), cuya composición puede verse en la tabla 2.6. La cantidad de solución aportada se controló mediante el número de riegos, el cual variaba en función de la radiación solar incidente, y la duración de éstos, la cual se ajustaba para mantener el volumen de drenaje en torno a los valores deseados.

Tabla 2.6 Composición de la solución nutritiva, expresada en mMol/L

Sol. estándar (mMol/L)	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CE (dS/m)
	12.41	1.20	2.45	0.50	5.00	3.95	2.96	2.01

Los porcentajes de drenaje se mantuvieron en torno al 30-35%. Para ello, se controlaron a lo largo de todo el cultivo, tanto los volúmenes de riego aplicados como los de drenaje. Del mismo modo, se tomaron dos lecturas semanales del pH y la conductividad eléctrica, tanto de la solución aplicada como de la de drenaje, para comprobar la evolución de las sales en el sustrato, intentando que se mantuvieran en los valores recomendados (Sonneveld *et al.*, 1994; Baixauli y Aguilar, 2002).

2.2.3. Determinación del contenido en almidón de las raíces

La preparación de las muestras y extracción del almidón contenido en cada una de ellas se realizó siguiendo el método Mehouchi *et al.* (1995), cuantificándose a través de un equipo de cromatografía líquida (HPLC), Spectra System, compuesto por una bomba P100, refractómetro diferencial RI50, columna Hypersil APS-2, y un sistema de procesado de datos Chrom-Card 32 para Windows NT. El solvente empleado fue una mezcla de acetonitrilo y agua ultra pura (75/25), trabajando a un flujo de 1 ml/min, e inyectándose 20 µL por muestra.

El almidón se determinó rompiendo su molécula, cuantificándose como glucosa en función de los picos obtenidos, que se compararon con una recta de calibrado previamente elaborada. Los resultados se expresaron en mg glucosa /g materia seca.

2.2.4. Parámetros estudiados

Los parámetros estudiados fueron:

2.2.4.1. Parámetros productivos

La recolección de los frutos se inició el día 18 de diciembre del 2007, y se prolongó hasta el 23 de junio del mismo año, con dos recolecciones semanales. El método de recolección y clasificación fue idéntico al del primer experimento. (Véase apartado correspondiente, Experimento 1).

2.2.4.2. Parámetros vegetativos

El método de estudio de los parámetros vegetativos también fue idéntico al del primer experimento. (Véase apartado correspondiente, Experimento 1).

2.2.5. Manejo agronómico

Al localizarse este experimento en el mismo lugar y momento que el primero, el manejo agronómico fue equivalente. (Véase apartado correspondiente, Experimento 1).

2.2.6. Análisis estadístico de los resultados

El análisis estadístico de cada ensayo, consistió en un análisis multifactorial de la varianza (ANOVA) y separación de medias según LSD ($P \leq 0.05$) para cada parámetro, con el fin de determinar las diferencias entre éstos. La desviación estándar se calculó del mismo modo que en el experimento anterior y se analizó con el mismo programa informático. (Véase apartado correspondiente, Experimento 1).

3. Resultados y discusión

3.1. Resultados

3.1.1. Experimento 1, ensayo 1: Comparación de los cuatro niveles de nitrógeno total presentes en la solución nutritiva.

3.1.1.1. *Parámetros productivos*

Los distintos niveles de nitrógeno total estudiados, no han afectado de manera importante a los parámetros productivos. No se han constatado diferencias significativas en cuanto al número total de frutos, producción total, número de frutos comerciales, producción comercial, peso medio del fruto comercial y porcentaje de frutos comerciales entre las soluciones (Tabla 3.1, anejo 7¹). Ésto ha ocurrido tanto para la producción precoz como para la final, considerando la primera como el acumulado de la cosecha desde el inicio del cultivo hasta el 31 de marzo de 2008, y la segunda como el acumulado de la cosecha del ciclo completo (desde el inicio hasta el 26 de junio de 2008).

3.1.1.2. *Parámetros vegetativos*

El número de hojas por planta ha presentado pocas variaciones entre los distintos niveles de N ensayados para todos los periodos estudiados, tanto para los valores sin acumular como para los acumulados (Tablas 3.2 y 3.3). Del mismo modo, tampoco se han constatado diferencias estadísticamente significativas para el peso seco por planta ni en el caso de los valores sin acumular ni en el de los acumulados, presentando, sin embargo, la solución de 13 mMol/L mayores valores a lo largo de todo el ciclo (Tablas 3.4 y 3.5). Para el peso seco promedio por hoja y limbo sí se han presentado diferencias e.s., siendo superior en las soluciones con las mayores concentraciones de N total (13 y 16 mMol/L) ($P \leq 0.05$, Tabla 3.7). Ésto no ha ocurrido en el caso de los peciolos, no constatándose diferencias e.s. ni en su peso seco promedio ni en su longitud (Tabla 3.7).

En cuanto al índice de crecimiento relativo o “RGR”, tampoco se han observado diferencias significativas entre soluciones en ninguno de los periodos estudiados (Tabla 3.6).

¹ Todas las tablas de resultados se encuentran en el anejo 7. Por lo que en adelante se omitirá dicha información y solamente se dará el número de la tabla sin especificar el anejo.

3.1.1.3. *Parámetros relacionados con la incidencia de tipburn*

En el análisis del porcentaje de hojas afectadas sin acumular, se han observado diferencias e.s. entre los distintos niveles de N para los periodos comprendidos entre el 9 de abril y el 2 de mayo y entre el 2 y el 27 de mayo. En el primero los mayores porcentajes de afección han correspondido a las soluciones con concentraciones de 13 y 16 mMol/L, y en el segundo a las soluciones de 7 y 13 mMol/L ($P \leq 0.05$, Tabla 3.8).

En el porcentaje acumulado de hojas afectadas por tipburn, no han aparecido diferencias e.s. entre los distintos niveles de N, excepto en el periodo del 9 de abril al 27 de mayo, donde los mayores valores se han dado para la solución de 13 mMol/L, existiendo diferencias e.s. entre ésta y las otras tres soluciones nutritivas (7, 10 y 16 mMol/L) ($P \leq 0.05$, Tabla 3.9).

3.1.1.4. *Parámetros relacionados con la afección de sépalos en flores*

En la evaluación del porcentaje de flores afectadas por tipburn sin acumular, sólo se han observado diferencias e.s. en el periodo comprendido entre el 6 de mayo y el 3 de junio de 2008, correspondiendo los valores más elevados a las soluciones de 7 y 13 mMol/L ($P \leq 0.05$, Tabla 3.10)

En el caso de los valores acumulados, no se han apreciado diferencias significativas entre las distintas soluciones nutritivas en todo el ciclo de cultivo (Tabla 3.11).

3.1.2. Experimento 1, ensayo 2: Comparación de los tres porcentajes de amonio presentes en la solución nutritiva.

3.1.2.1. *Parámetros productivos*

Los distintos porcentajes de amonio no han afectado de manera importante a los parámetros productivos, no habiéndose constatado diferencias significativas en ninguno de los parámetros estudiados (número total de frutos, producción total, número de frutos comerciales, producción comercial, peso medio del fruto comercial y porcentaje de frutos comerciales) ni para la producción precoz, ni para la final (Tabla 3.12).

3.1.2.2. *Parámetros vegetativos*

Los distintos niveles de ion amonio tampoco han influido en el número de hojas generadas por planta, ni en el caso de los valores sin acumular ni en el de los acumulados (Tablas 3.13 y 3.14).

De igual manera, el peso seco generado por planta y periodo, tanto sin acumular como acumulado, tampoco se ha visto influido por los diferentes niveles de amonio pre-

sentes en la solución nutritiva, no siendo significativo en ninguno de los periodos estudiados. Se observa, sin embargo, una tendencia creciente en el peso seco acumulado (sin llegar a ser e.s.) conforme aumenta el nivel de amonio a partir de la segunda quincena de mayo (Tablas 3.15 y 3.16).

Con respecto al peso seco promedio por hoja, limbo y peciolo, no se han observado diferencias e.s. en todo el ciclo, ni tampoco en la longitud de los peciolos (cm), (Tabla 3.18).

Por último, en lo que al índice de crecimiento relativo o “RGR” se refiere, sólo se han observado diferencias significativas en la primera fase del cultivo (desde el trasplante hasta el 14 de enero), correspondiendo el valor más elevado a la solución más rica en amonio (14%) ($P \leq 0.05$, Tabla 3.17).

3.1.2.3. Parámetros relacionados con la incidencia de tipburn

En el análisis del porcentaje de hojas afectadas por tipburn sin acumular, sólo se han constatado diferencias significativas en el periodo comprendido entre el 2 y el 27 de mayo, incrementándose el grado de afección por tipburn a medida que aumenta el porcentaje de amonio ($P \leq 0.05$, Tabla 3.19).

En el caso del porcentaje acumulado de hojas afectadas, se han dado diferencias significativas tanto en el periodo del 29 de enero al 18 de febrero, donde la solución con un 10% de amonio ha presentado algo de afección mientras que las otras dos no, como en el comprendido entre el 2 de mayo y el 24 de junio, en el cual, las soluciones con mayor porcentaje de amonio (10% y 14%) han presentado un porcentaje más elevado de hojas afectadas que el presentado por la restante (6%), siendo la solución con un 14% la que mayores valores ha presentado en ambos periodos ($P \leq 0.05$, Tabla 3.20).

3.1.2.4. Parámetros relacionados con la afección de sépalos en flores

Tanto para el análisis del porcentaje de flores afectadas por tipburn sin acumular, como para el acumulado, se ha observado, en las últimas etapas del cultivo (meses de mayo y junio), una tendencia creciente e.s. en la incidencia de esta fisiopatía conforme aumenta el nivel de amonio en la solución nutritiva ($P \leq 0.05$, Tablas 3.21 y 3.22).

3.1.2.5. Contenido de cationes en hojas

En cuanto al análisis del porcentaje sobre materia seca de calcio, magnesio y potasio en las hojas de las plantas, solamente se han podido constatar diferencias estadísticamente significativas entre los tres porcentajes de amonio para el catión calcio, ob-

servándose una tendencia decreciente en los contenidos de éste conforme aumenta el nivel de amonio en la solución nutritiva ($P \leq 0.05$, Tabla 3.23), no existiendo estas diferencias entre las tres soluciones para los otros dos cationes medidos (magnesio y potasio).

3.1.3. Experimento 2, ensayo 1: Comparación de los dos tipos de planta (cepellón y raíz desnuda), ambas procedentes del vivero de altura, en las tres fechas de trasplante.

3.1.3.1. Parámetros productivos

3.1.3.1.1. Número total de frutos y producción total (g planta⁻¹).

Para el número total de frutos formados por planta, tanto precoz como final, se han constatado diferencias e.s. entre los dos tipos de planta (cepellón y raíz desnuda), pero solamente de la primera fecha de trasplante (24 de septiembre) al existir una interacción significativa entre los dos factores en estudio, siendo mayor en el caso de las plantas con cepellón. En cuanto a las diferencias entre las fechas de trasplante, se ha podido observar una clara disminución del número acumulado de frutos generados por planta conforme se retrasaba ésta, tanto en el caso de la producción precoz como en el de la final (hasta 26 de junio) ($P \leq 0.05$, Tablas 3.24 y 3.25).

En el caso de la producción total por planta no se han observado diferencias significativas entre los dos tipos de planta en todo el ciclo de cultivo, pero sí entre las fechas de trasplante, habiéndose constatado una diferencia e.s. entre la primera fecha y las otras dos, tanto para la producción precoz como para la final, siendo ampliamente superior dicha producción en el caso de la fecha de trasplante más precoz ($P \leq 0.05$, Tabla 3.24).

3.1.3.1.2. Número de frutos comerciales, producción comercial, peso medio del fruto comercial y porcentaje de frutos comerciales.

Respecto al número de frutos comerciales, solamente se han observado diferencias significativas entre las plantas con cepellón y las plantas con raíz desnuda para el acumulado final, habiéndose podido comprobar que las primeras han generado a lo largo de todo el ciclo un mayor número de frutos comerciales. Sin embargo, la producción comercial de los dos tipos de planta no ha presentado diferencias significativas ni para el acumulado precoz ni para el final, lo que es debido al mayor peso medio de los frutos comerciales de las plantas con raíz desnuda, sí presentando este último parámetro diferencias e.s. entre los dos tipos de planta. En resumen, las plantas con cepellón han desarrollado un mayor número de frutos comerciales con un menor peso unitario, mientras que las otras han desarrollado un menor número de frutos con un mayor peso unitario.

rio, no existiendo diferencias e.s. entre ambas para la producción comercial acumulada, tanto precoz como final. En cuanto al porcentaje de frutos comerciales, tampoco se han presentado diferencias entre los dos tipos de planta ($P \leq 0.05$, Tabla 3.24).

En el caso de las fechas de trasplante, tanto para el número de frutos comerciales como para su producción, se ha constatado una clara diferencia entre la primera fecha y el resto, sucediendo el mismo fenómeno citado anteriormente: a mayor número de frutos producido mayor competencia entre éstos y menor peso unitario, por lo que también ha existido una diferencia e.s. en este último parámetro, correspondiendo a la última fecha de trasplante, la cual ha tenido el menor número de frutos comerciales generados, el mayor peso medio por fruto comercial, igualando así su producción, e incluso superando ligeramente, a la de la segunda fecha de trasplante. El porcentaje de frutos comerciales ha ido aumentando conforme se retrasaba la fecha de trasplante, existiendo diferencias e.s. entre las tres fechas ($P \leq 0.05$, Tabla 3.24).

3.1.3.2. Parámetros vegetativos

En la evaluación del número de hojas formadas por planta y periodo sin acumular, se han evidenciado diferencias e.s. entre los dos tipos de planta (cepellón y raíz desnuda) en los periodos comprendidos entre el trasplante y el 7 de enero, entre el 7 de enero y el 7 de febrero y entre el 27 de marzo y el 22 de abril, existiendo estas diferencias exclusivamente para la primera fecha de trasplante en el primer y último periodo ($P \leq 0.05$, Tablas 3.26 y 3.27).

Para este mismo parámetro, ha existido una diferencia significativa entre la primera fecha de trasplante (24 septiembre) y las otras dos (17 de octubre y 8 de noviembre), siendo mayor en el caso de la más precoz, existiendo también una diferencia en el número de hojas formadas por planta y periodo sin acumular, entre la segunda y la tercera fechas para el primer periodo (el comprendido entre el momento del trasplante y el 7 de enero), e independientemente del tipo de planta, siendo mayor en el caso de las trasplantadas el 17 de octubre ($P \leq 0.05$, Tablas 3.26 y 3.27).

El número acumulado de hojas formadas por planta, ha sido mayor a lo largo de todo el ciclo en las plantas con cepellón, pero únicamente en el caso de las trasplantadas en la primera fecha de trasplante (24 de septiembre), no sucediendo así para las dos últimas (17 de octubre y 8 de noviembre) ($P \leq 0.05$, Tablas 3.28 y 3.29).

Para este mismo parámetro, entre las tres fechas de trasplante ha existido una tendencia decreciente significativa conforme se retrasaba ésta, siendo esta tendencia más

acusada en las primeras etapas del cultivo (hasta el 7 de febrero), fecha a partir de la cual sólo se han hallado diferencias e.s. entre la primera fecha de trasplante y el resto, al igualarse los valores de la segunda y tercera fechas ($P \leq 0.05$, Tablas 3.28 y 3.29).

Para el peso seco acumulado por planta, sólo han aparecido diferencias e.s. entre los dos tipos de planta para la primera fecha de trasplante (siendo mayor en el caso de las plantas con cepellón). Ésto ha sucedido en todos los periodos estudiados salvo en el último, en el cual han existido diferencias entre los dos tipos de planta para las tres fechas de trasplante, debido a la falta de significancia de la interacción, aproximándose, sin embargo, mucho su P-valor al 0.05.

En el caso de las tres fechas de trasplante, independientemente del tipo de trasplante, han aparecido diferencias e.s. entre todas hasta finales de enero, correspondiendo los mayores valores de peso seco acumulado a las plantas trasplantadas en la primera fecha (24 de septiembre), y los menores a las de la última fecha (8 de noviembre). A partir del mes de febrero hasta el final del cultivo solamente se han constatado diferencias entre las plantas trasplantadas el 24 de septiembre y las trasplantadas en las otras dos fechas posteriores (17 octubre y 8 de noviembre) ($P \leq 0.05$, Tablas 3.32 y 3.33).

Por último, comentar que para el peso seco promedio por hoja, limbo y peciolo, también han aparecido diferencias e.s. entre las tres fechas, aumentando el peso unitario de éstos conforme se retrasa el trasplante; existiendo además una diferencia significativa entre las plantas con cepellón y las plantas con raíz desnuda para el peso seco promedio por limbo, siendo mayor en el caso de las segundas independientemente de la fecha de trasplante ($P \leq 0.05$, Tabla 3.34).

3.1.3.3. Contenido en almidón de las raíces

Para este parámetro, se han constatado diferencias significativas entre las plantas con cepellón y las plantas con raíz desnuda, presentando las primeras un mayor contenido en almidón en el momento del trasplante en cualquiera de las tres fechas ($P \leq 0.05$, Tablas 3.35 y 3.36).

También se han producido diferencias e.s. para este mismo parámetro entre las fechas de trasplante, existiendo además una interacción entre el tipo de planta y la fecha de trasplante. En el caso de las plantas con cepellón, los mayores contenidos en almidón han correspondido a las dos fechas de trasplante más tardías (17 de octubre y 8 de noviembre), mientras que en las de raíz desnuda, exclusivamente a la última fecha de tras-

plante (8 de noviembre), no hallándose diferencias significativas entre las otras dos más tempranas ($P \leq 0.05$, Tablas 3.35 y 3.36).

3.1.3.4. Número de estolones

Para el número total de estolones generados por planta a lo largo de todo el ciclo, se han podido constatar diferencias e.s. entre los dos tipos de planta independientemente de la fecha de trasplante, siendo mayor en el caso de las plantas con raíz desnuda ($P \leq 0.05$, Tabla 3.35).

Asimismo, también han existido diferencias entre las tres fechas de trasplante, constatándose un aumento del número de estolones formados conforme se retrasa el trasplante ($P \leq 0.05$, Tabla 3.35).

3.1.4. Experimento 2, ensayo 2: Comparación de las plantas procedentes del vivero de altura y del vivero de bajura (ambas con cepellón) en las tres fechas de trasplante.

3.1.4.1. Parámetros productivos

3.1.4.1.1. Número total de frutos y producción total ($g\ planta^{-1}$).

En cuanto al número total de frutos, han existido diferencias e.s. entre los viveros de procedencia de las plantas para las tres fechas de trasplante, siendo mayor en el caso del vivero de altura tanto para el acumulado precoz como para el final. Para este mismo parámetro, también han existido diferencias significativas entre las tres fechas de trasplante, independientemente del tipo de planta, correspondiendo los valores más altos a la primera fecha de trasplante (24 de septiembre) y no existiendo diferencias entre la segunda y la tercera fechas, como ya se había constatado en el primer ensayo ($P \leq 0.05$, Tabla 3.37).

Para la producción total han existido las mismas diferencias en cuanto a fechas de trasplante se refiere, pero no en cuanto a los viveros de procedencia de los plantones, siendo significativas estas diferencias solamente en la producción precoz, donde el vivero de altura continua dando un mayor valor, pero no en la final, en la que no se aprecian diferencias entre ambos ($P \leq 0.05$, Tabla 3.37).

3.1.4.1.2. Número de frutos comerciales, producción comercial, peso medio del fruto comercial y porcentaje de frutos comerciales.

Tanto para el número de frutos comerciales como para su producción, sólo han existido diferencias significativas entre los viveros, independientemente de la fecha de trasplante, en el acumulado precoz, no sucediendo así en el acumulado final. En cuanto

a las fechas de trasplante se refiere, sí se han constatado diferencias para el número de frutos comerciales entre la fecha de trasplante más temprana (24 de septiembre) y las otras dos, siendo mayor en el caso de la primera, tanto para el acumulado precoz como final. En el caso de la producción comercial por planta ha existido la misma diferencia significativa en el acumulado precoz, pero no en el final, donde la primera fecha de trasplante ha seguido dando el mayor valor, pero la tercera (8 de noviembre) ha superado significativamente a la segunda (17 de octubre), independientemente del tipo de planta. Ésto se debe al mayor peso unitario del fruto comercial de la tercera fecha respecto de las otras dos, pudiéndose también constatar para este parámetro, una diferencia e.s. entre la segunda fecha y la primera, siendo menor en el caso de esta última ($P \leq 0.05$, Tabla 3.37).

Asimismo el porcentaje de frutos comerciales ha presentado una tendencia creciente y e.s. conforme se retrasaba la fecha de trasplante, no existiendo estas diferencias entre los viveros de procedencia ($P \leq 0.05$, Tabla 3.37).

3.1.4.2. Parámetros vegetativos

En cuanto al número acumulado de hojas formadas, en general no se han constatado diferencias entre los dos viveros de procedencia (altura y bajura), pero sí han existido las diferencias habituales entre las plantas trasplantadas el 24 de septiembre, que han continuado presentando el mayor desarrollo, y el resto ($P \leq 0.05$, Tablas 3.40 y 3.41).

Del mismo modo, en el análisis del peso seco acumulado por planta, tampoco se han constatado, en general, diferencias entre los dos viveros de procedencia, mientras que sí lo han hecho entre la primera fecha de trasplante y las otras dos posteriores, independientemente del vivero de procedencia, siendo considerablemente mayor en el caso de la fecha más temprana (24 de Septiembre) ($P \leq 0.05$, Tablas 3.44 y 3.45).

Por último, en cuanto al peso seco promedio por hoja y por limbo se han observado diferencias e.s. entre las tres fechas de trasplante para las plantas procedentes del vivero de altura, aumentando el peso conforme se retrasa la fecha de trasplante, y para las plantas procedentes del de bajura entre la primera y las restantes, ocurriendo el mismo fenómeno pero sin llegar a ser significativa la diferencia entre las dos últimas. Del mismo modo, también se han observado diferencias para estos dos parámetros entre los diferentes viveros en las dos últimas fechas de trasplante, siendo para la del 17 de octubre menor el peso seco por hoja y limbo en el caso de las procedentes del vivero de altura (recordemos que generaron mayor número de hojas), y para la del 8 de noviembre

menor en el caso de las del vivero de bajura (las cuales también generaron mayor número de hojas) ($P \leq 0.05$, Tablas 3.46 y 3.47).

3.1.4.3. Contenido en almidón de las raíces

Para el contenido en almidón, se han producido diferencias significativas entre las plantas procedentes del vivero de altura y las del de bajura para las dos primeras fechas de trasplante, pero no en el caso de la tercera, presentando siempre las plantas procedentes del vivero de altura un mayor contenido en almidón ($P \leq 0.05$, Tablas 3.48 y 3.49).

Para este mismo parámetro, las plantas del vivero de bajura han ido aumentando su contenido en almidón conforme se retrasaba el trasplante, existiendo diferencias e.s. entre las tres fechas de trasplante, mientras que en el caso de las plantas procedentes del vivero de altura solamente han existido diferencias significativas entre las trasplantadas el 24 de septiembre y las trasplantadas en las otras dos fechas posteriores, siendo mayor la cantidad de almidón almacenada en las raíces en el caso de estas últimas ($P \leq 0.05$, Tablas 3.48 y 3.49).

3.1.4.4. Número de estolones

El número de estolones formado hasta el 10 de junio, ha sido mayor en el caso de las plantas procedentes del vivero de bajura, presentándose también diferencias significativas entre las tres fechas de trasplante, aumentando este parámetro a medida que se retrasa el trasplante ($P \leq 0.05$, Tabla 3.48).

3.1.5. Experimento 2, ensayo 3: Comparación de los tres tipos de planta' (CepVA, RdVA y CepVB) en las tres fechas de trasplante.

3.1.5.1. Parámetros productivos

3.1.5.1.1. Número total de frutos.

En cuanto al número total de frutos precoces por planta (acumulado hasta 31 de marzo) han existido diferencias significativas entre los tres tipos de planta, siendo las plantas procedentes del vivero de altura (tanto con cepellón como con raíz desnuda, CepVA y RdVA) las que mayores valores han presentado, constatándose también diferencias e.s. entre las tres fechas de trasplante, siendo la más temprana (24 de septiembre) la que más frutos totales ha producido, y no existiendo diferencias entre las otras dos ($P \leq 0.05$, Tabla 3.50).

Para el número total de frutos finales (acumulado hasta el 26 de junio) se ha producido una interacción significativa entre los dos factores en estudio, generando diferencias e.s. entre los tres tipos de planta y entre las tres fechas de trasplante. Para la pri-

mera fecha de trasplante las plantas CepVA han presentado mayores valores que las RdVA, mostrando las CepVB valores intermedios, para la segunda fecha las plantas procedentes del vivero de altura (CepVA y RdVA) han presentado mayores valores que las CepVB, las cuales han generado el menor número de frutos totales, y para la última fecha de trasplante no ha existido ningún tipo de diferencia entre los tres tipos de planta. Para este mismo parámetro entre las tres fechas de trasplante, se han hallado las diferencias usuales entre la más temprana (24 de septiembre) y el resto (17 de octubre y 8 de noviembre) para las plantas con cepellón (CepVA y CepVB), mientras que para el caso de las plantas RdVA además de éstas, también han existido diferencias entre las dos fechas más tardías, presentando la del 17 de octubre unos mayores valores que la del 8 de noviembre ($P \leq 0.05$, Tablas 3.50 y 3.51).

3.1.5.1.2. Producción total ($g\ planta^{-1}$), número de frutos comerciales, producción comercial, peso medio del fruto comercial y porcentaje de frutos comerciales.

Tanto para la producción total como para el número de frutos comerciales y la producción comercial, han existido diferencias entre los tres tipos de planta sólo para el acumulado precoz, correspondiendo los mayores valores a las procedentes del vivero de altura (tanto con cepellón como con raíz desnuda), pero no para el acumulado final, donde no han existido diferencias ($P \leq 0.05$, Tabla 3.50).

Para estos mismos parámetros, entre las tres fechas de trasplante, sí se ha constatado una diferencia significativa tanto en el acumulado precoz como en el final entre la primera y las otras dos, siendo mayor en el caso de la fecha de trasplante más precoz ($P \leq 0.05$, Tabla 3.50).

Para el porcentaje de frutos comerciales esta tendencia ha sido inversa, aumentando el valor conforme se retrasaba la fecha de trasplante, no existiendo diferencias entre los tres tipos de planta ($P \leq 0.05$, Tabla 3.50).

Por último, para el peso medio del fruto comercial, tanto para el periodo precoz (hasta 31 de marzo) como para el final (hasta 26 de junio), se ha constatado una tendencia significativa creciente conforme se retrasaba la fecha de trasplante, no comportándose igual los tres tipos de plantas, al existir una interacción significativa entre los dos factores. Los valores más elevados en la primera fecha de trasplante han correspondido a las plantas que menor número de frutos han producido, es decir las plantas RdVA, en la segunda fecha de trasplante tanto a éstas como a las de CepVB, y en la tercera mientras que para el acumulado final no han existido diferencias entre los tres tipos de plan-

ta, sí lo han hecho para el acumulado precoz, en el cual los mayores valores los han presentado las de CepVB, los menores las de CepVA y los valores intermedios las de RdVA. Entre las tres fechas de trasplante, en general, la tendencia en el peso medio del fruto comercial ha sido creciente conforme se retrasaba la fecha de trasplante, constatándose para el caso de las plantas procedentes del vivero de altura (CepVA y RdVA), tanto para el acumulado precoz como para el final, una diferencia entre las trasplantadas el 8 de noviembre y las trasplantadas el 17 de octubre y el 24 de septiembre, siendo mayor en el caso de las primeras, y para el caso de las de CepVB, unas diferencias e.s. entre las tres para el acumulado precoz, siendo mayor conforme se retrasa el trasplante, y entre la primera y las otras dos más tardías para el acumulado final, constatándose la misma tendencia ($P \leq 0.05$, Tablas 3.50 y 3.51).

3.1.5.2. *Parámetros vegetativos*

Para el número acumulado de hojas formadas por planta se ha observado una interacción significativa entre los dos factores, existiendo, para todos los periodos estudiados, diferencias significativas entre las plantas con raíz desnuda (RdVA) y las plantas con cepellón (CepVA y CepVB) de la primera fecha de trasplante, siendo menor en el caso de las plantas con raíz desnuda. Para este mismo parámetro también han existido diferencias entre las fechas de trasplante, correspondiendo los mayores valores a la fecha de trasplante más precoz independientemente del tipo de planta, ($P \leq 0.05$, Tablas 3.54 y 3.55).

Para el peso seco acumulado por planta las interacciones entre los dos factores han resultado significativas hasta el 6 de marzo, pudiéndose generalizar que en todos estos periodos en los cuales la interacción ha resultado significativa, se han constatado diferencias entre las plantas con raíz desnuda (RdVA) y las plantas con cepellón (CepVA y CepVB) de la primera fecha de trasplante, presentando menores valores las primeras. A partir del 6 de marzo hasta el 22 de abril, al no resultar significativa la interacción, estas diferencias se han producido para todas las fechas de trasplante. Por último, desde el 22 de abril hasta el final del cultivo (14 de julio) han desaparecido todas las diferencias entre los tres tipos de planta ($P \leq 0.05$, Tablas 3.58 y 3.59).

Para este mismo parámetro, también han existido diferencias e.s. entre las diferentes fechas de trasplante, pudiéndose generalizar que, para el primer periodo (del trasplante hasta el 7 de enero), estas diferencias se dieron entre las tres fechas (excepto para las plantas de CepVB en las cuales sólo se dio entre la primera fecha y las restantes) con

una tendencia decreciente conforme se retrasaba el trasplante, y únicamente entre la primera fecha y las dos siguientes, independientemente del tipo de planta, para el resto de periodos hasta el final del cultivo ($P \leq 0.05$, Tablas 3.58 y 3.59).

Por último, en cuanto al peso seco promedio por hoja, limbo y peciolo comentar que sí se han constatado diferencias e.s., correspondiendo en general los valores más elevados a las plantas que han generado menor número de hojas. Para el peso seco promedio por hoja y limbo la interacción entre el tipo de planta y la fecha de trasplante ha sido significativa, presentando los mayores valores para la primera fecha de trasplante las plantas RdVA, para la segunda las plantas CepVB y para la tercera las plantas CepVA, no ocurriendo así para el p.s. promedio por peciolo (al no ser significativa la interacción entre los dos factores), correspondiendo los mayores valores a la tercera fecha de trasplante independientemente del tipo de planta ($P \leq 0.05$, Tablas 3.60 y 3.61).

3.1.5.3. Contenido en almidón de las raíces

El contenido en almidón en el momento del trasplante de las plantas con cepellón procedentes del vivero de altura (CepVA) ha sido siempre superior al de los otros dos tipos de planta (RdVA y CepVB) salvo en la tercera fecha de trasplante, en la cual se han igualado los valores de las plantas con cepellón (CepVB y CepVA), existiendo una diferencia e.s. entre estas dos y las plantas con raíz desnuda procedentes del vivero de altura (RdVA), las cuales han presentado los valores más bajos ($P \leq 0.05$, Tablas 3.62 y 3.63)

En cuanto a las fechas de trasplante, para las plantas CepVA han existido diferencias entre la primera y las otras dos posteriores, siendo mayor el contenido en almidón conforme se retrasaba la fecha. Para las plantas RdVA solamente se han dado diferencias entre la última fecha, con el valor más elevado de mg de almidón almacenado en las raíces, y las otras dos más tempranas. Y, por último, para las plantas CepVB han existido diferencias e.s. entre las tres fechas con una tendencia creciente conforme se retrasaba el trasplante ($P \leq 0.05$, Tablas 3.62 y 3.63).

3.1.5.4. Número de estolones

Las plantas que han generado un mayor número de estolones hasta el 10 de junio, han sido las procedentes del vivero de altura con raíz desnuda (RdVA), y las que menos, las procedentes del vivero de altura con cepellón (CepVA), presentando las plantas del vivero de bajura con cepellón (CepVB) un valor intermedio, todas ellas independientemente de la fecha de trasplante. Por otro lado, el número de estolones formados au-

mentó, independientemente del tipo de planta, conforme se retrasaba la fecha de trasplante ($P \leq 0.05$, Tabla 3.62).

3.1.6. Experimento 2, ensayo 4: Comparación de las plantas procedentes de los viveros de altura, bajura y bajura con tratamiento de frío; todas con cepellón y de la primera fecha de trasplante (24 septiembre del 2007).

3.1.6.1. Parámetros productivos

No se han podido constatar ningún tipo de diferencias significativas entre las tres procedencias (vivero de altura, vivero de bajura y vivero de bajura con tratamiento de frío) para ninguno de los parámetros productivos estudiados (Tabla 3.64).

3.1.6.2. Parámetros vegetativos

Para el número acumulado de hojas generadas por planta, se han constatado diferencias entre las tres procedencias desde el inicio del cultivo hasta el 22 de abril, correspondiendo el valor más elevado a las plantas procedentes del vivero de altura, el intermedio a las del vivero de bajura y el más bajo a las plantas procedentes del vivero de bajura sometidas al tratamiento de frío (17 días en una cámara frigorífica a 7°C) ($P \leq 0.05$, Tabla 3.66)

Para el peso seco acumulado, solamente se han producido diferencias significativas en el periodo del 6 al 27 de marzo, en el cual, las plantas procedentes del vivero de altura han presentado un mayor peso seco acumulado que las del vivero de bajura, y éstas, a su vez, que el acumulado por la plantas sometidas al tratamiento de frío ($P \leq 0.05$, Tabla 3.68).

En cuanto al peso seco promedio por hoja, limbo y peciolo no se han constatado ningún tipo de diferencias e.s. entre los tres tratamientos (Tabla 3.69).

3.1.6.3. Contenido en almidón de las raíces

Para este parámetro solamente han existido diferencias entre las plantas procedentes del vivero de altura y las otras dos, correspondiendo el mayor contenido en almidón a las primeras y no existiendo diferencias significativas entre las dos últimas (procedentes del vivero de bajura y del vivero de bajura sometidas al tratamiento de frío) ($P \leq 0.05$, Tabla 3.70).

3.1.6.4. Número de estolones

No han existido diferencias significativas entre las tres procedencias para este parámetro (Tabla 3.70).

3.2. Discusión de resultados

3.2.1. Experimento 1

Los diferentes niveles de nitrógeno no han afectado de manera importante a ninguno de los parámetros productivos, y en el caso de los parámetros vegetativos sólo han influido significativamente en el peso seco promedio por hoja y limbo, constatándose que las soluciones con mayores concentraciones de nitrógeno (13 y 16 mMol/L) han generado las hojas más grandes y con mayor peso seco, correspondiendo los mayores valores a la de 13 mMol/L. Esta solución, ha generado también el mayor peso seco acumulado por planta al final del cultivo (aunque sin llegar a ser e.s.), no correspondiendo el mayor crecimiento vegetativo con la mayor concentración de nitrógeno (16mMol/L) posiblemente por el aumento de la salinidad de la solución nutritiva y su repercusión en el descenso del rendimiento (tanto productivo como vegetativo), como ya apuntaron Sonneveld y van der Burg (1991) y Grattan y Grieve (1999).

Según Saure (1998) los aportes elevados de nitratos favorecen el crecimiento de la planta, lo que puede llevar a una mayor aparición de tipburn. Sin embargo, en nuestro caso la mayor incidencia se ha dado con valores medio-altos de nitratos (13 mMol/L) pero no con los más elevados (16 mMol/L). Esto puede deberse a que esta primera solución, al presentar un mayor equilibrio entre nivel de nitrógeno y salinidad, ha promovido un mayor crecimiento vegetativo (en torno a un 10%) y un mayor rendimiento productivo (sobre un 20%) que las otras tres (aunque sin llegar a ser e.s. debido a la alta variabilidad entre repeticiones).

Este aumento en la incidencia de tipburn de la solución con 13 mMol/L parece estar en concordancia con lo comentado en la introducción, en el sentido de que un mayor desarrollo de la planta se traduce en una mayor predisposición a la incidencia de tipburn, mientras que con una menor tasa de crecimiento la probabilidad de afección por tipburn disminuye al hacerse las plantas más tolerantes al estrés ocasionado por los factores externos (Saure 1998).

Aunque varios estudios sobre el efecto de la conductividad de la solución y la nutrición de calcio han revelado que niveles altos de conductividad eléctrica (CE) reducen la absorción de calcio desde la solución nutritiva (Morgan, 2001), en nuestro caso no se han obtenido resultados clarificadores al analizar el porcentaje de calcio, magnesio y potasio en la materia seca de las plantas del ensayo 1 (datos no mostrados), ya que son las soluciones con los contenidos más altos de nitrógeno (13 y 16 mMol/L) y las

mayores salinidades las que han presentado los porcentajes de calcio más elevados. Esto podría presagiar una menor incidencia de tipburn en dichas soluciones al estar cada vez más considerada la deficiencia de calcio como la principal causa del tipburn (Mason y Guttridge, 1975 y Coosemans, 1989). Sin embargo, en nuestro caso ha sucedido justo lo contrario, es decir, dichas soluciones (13 y 16 mMol/L) son las que han presentado los mayores porcentajes de calcio y también la mayor incidencia de tipburn (ambos superiores en el caso de la de 13 mMol/L), hecho que coincide con lo constatado por Cresswell (1991) y Wissemeier (1996), que no encontraron correlaciones entre la incidencia de tipburn y el contenido en calcio de las hojas o incluso en los márgenes de las mismas.

Por el contrario, los diferentes porcentajes de amonio en la solución nutritiva sí han tenido una repercusión interesante en la incidencia de tipburn tanto en hojas como en flores, incrementándose ésta a medida que se aumentaba el porcentaje de amonio sobre el total de nitrógeno aportado, lo que está en consonancia con lo constatado por Massey y Winsor (1980), que observaron que la inclusión del 20% del nitrógeno total como $\text{NH}_4\text{-N}$, aunque tuvo un escaso efecto sobre el rendimiento, si aumentó en un 24% la incidencia de pudrición apical o “*blossom-end rot*” en tomate durante las 4 primeras semanas de cosecha.

Es de remarcar que este aumento en el porcentaje de amonio (a un mismo nivel de N total), además de aumentar la incidencia de tipburn, también ha influido positivamente tanto en el rendimiento productivo de las plantas como en el vegetativo, presentando la solución con un 14% de amonio una mayor producción comercial y un mayor desarrollo que las otras dos, pero recalando que, aunque sí parece existir una clara correlación entre estos dos últimos parámetros y el porcentaje de amonio, las diferencias entre soluciones no han sido e.s. debido a la variabilidad entre repeticiones, lo que sugiere la necesidad de realizar futuros estudios que corroboren dicha hipótesis. Sin embargo se puede afirmar que, en las condiciones específicas en las que se ha desarrollado el cultivo, la inclusión de hasta un 14% de amonio en la solución nutritiva es recomendable, en tanto en cuanto mejora el rendimiento productivo sin llegar a incrementar lo suficiente la incidencia de tipburn como para que ésta sea contraproducente, lo cual coincide con lo expuesto por Sonneveld (2004), que recomienda la inclusión de amonio en la solución nutritiva como método para la reducción del pH en el ambiente radical. Éste aconseja no exceder nunca el 25% de amonio respecto del N total ya que puede suponer una seria reducción del crecimiento por fitotoxicidad, remarcando, sin embargo, que las

concentraciones necesarias para el control del pH son muy inferiores a las concentraciones fitotóxicas, y asegurando que un 15% parece ser seguro salvo en el caso de cultivos con una gran sensibilidad a la deficiencia de calcio. Del mismo modo, manifiesta que el aumento del rendimiento productivo puede ser explicado por la reducción de la clorosis férrica debida a la disminución del pH en el ambiente radical, al observarse dicho comportamiento fundamentalmente en los cultivos con una especial sensibilidad a la clorosis.

Asimismo, se ha podido comprobar que a medida que se ha incrementado el porcentaje de amonio, ha disminuido el porcentaje de calcio y magnesio en la materia seca de las hojas de las plantas, lo que también concuerda con lo constatado por Kurvits y Kirkby (1980), que observaron que las concentraciones de K, Ca, Mg y Na en la materia seca de las plantas que recibían $\text{NO}_3\text{-N}$ eran mayores que en las que recibían $\text{NH}_4\text{-N}$, y con lo comentado por Urrestarazu (2004), que aconseja que la proporción de $\text{NH}_4\text{-N}$ (incluida en las solución nutritiva para evitar el aumento del pH) fluctúe entre un 5 y un 10% del N total aplicado para evitar una seria reducción de la absorción de calcio.

Por otro lado, cuando se ha tratado de relacionar la afeción de hojas y flores con el índice de crecimiento relativo (RGR), tanto en el ensayo de los niveles de nitrógeno total como en el de los porcentajes de amonio, no se ha podido encontrar ninguna correlación entre ambos, al no coincidir los periodos con los mayores porcentajes de hojas y flores afectadas con aquellos en los que se ha dado el máximo crecimiento. Esto puede deberse a que la incidencia de tipburn no sólo está influenciada por la tasa de crecimiento de las plantas, sino también por una gran cantidad de factores externos (humedad del aire, temperatura del suelo, fotoperiodo, concentración de nutrientes en el suelo, etc.), lo cual puede llevar a resultados contradictorios (Saure, 1998). Sin embargo, Ferrer (2005) sí encontró una clara correlación entre el índice de crecimiento relativo y la incidencia de tipburn, lo que apunta a la necesidad de un mayor grado de estudio al respecto.

Por último, exponer que la incidencia de esta fisiopatía, tanto en el caso de las soluciones con diferentes niveles de nitrógeno total, como en el de las soluciones con diferentes porcentajes de amonio, no se ha producido hasta mediados de abril, coincidiendo con un aumento de la temperatura y la humedad relativa (figuras 2.1 y 2.2, anejo 6) tras un inicio de la primavera frío y lluvioso, lo que está en concordancia con el hecho de que prolongados periodos de bajas temperaturas seguidos de tiempos cálidos parecen favorecer la aparición de tipburn, al provocar una reducción de la tolerancia al estrés, inducida por un aumento del crecimiento y de la transpiración debido a las altas tempe-

raturas (Saure, 1998 y Van den Ende, 1954). A esto hay que añadir la creciente intensidad en iluminación y el aumento del fotoperiodo típicos de estos meses, los cuales también pueden aumentar la incidencia de tipburn o incrementar su severidad (Saure, 1998), y el aumento del estrés hídrico al que fueron sometidas las plantas a partir del día 8 de mayo (fecha en la que se disminuyeron los porcentajes de drenaje al 0-5%), lo que coincide con lo observado por Saure (1998), que constató que la incidencia de tipburn aumentaba considerablemente cuando la planta era sometida a un nivel de estrés por encima del nivel que era capaz de tolerar.

En resumen, aunque la incidencia de tipburn ha sido bastante variable entre soluciones debido al gran número de factores que intervienen en ella, y por tanto no se puede concluir nada con total seguridad, sí se ha constatado que, tanto en el ensayo de los niveles de N total como en el de los porcentajes de amonio, ésta se ha presentado ligada a un mayor número de frutos y a una mayor producción, ambos tanto totales como comerciales. Dicho de otro modo, aquellas soluciones que han promovido un mayor crecimiento vegetativo y por tanto una mayor producción son las que han desarrollado una mayor incidencia de tipburn, lo cual ya había sido constatado en experimentos anteriores similares, en los que los mayores valores de los parámetros productivos se dieron precisamente con las proporciones de nutrientes que mayor incidencia de tipburn ocasionaron (Escrivá, 2000; Peris, 2002; Ferrer 2005).

3.2.2. Experimento 2

3.2.2.1. Comportamiento de las plantas con cepellón

La modalidad de trasplante no ha repercutido en el rendimiento productivo de las plantas, presentando las plantas trasplantadas con cepellón una producción tanto total como comercial muy similar a las trasplantadas con raíz desnuda, a pesar de haber generado un mayor número de frutos; lo que se debe al mayor peso medio del fruto comercial de las segundas. Por tanto, las plantas trasplantadas con raíz desnuda, aunque crean un menor número de frutos, no muestran una merma en su producción al existir menor competencia entre éstos y tener un peso unitario mayor que el de los frutos de las plantas con cepellón. Tanto el hecho de que el número de flores formadas fuera mayor en las plantas no trasplantadas que en las trasplantadas, como que no existieran diferencias para los niveles productivos finales entre las dos modalidades de trasplante, coinciden con lo constatado por Vaquero (2004).

En cambio, los parámetros vegetativos sí se han visto influidos por la modalidad de trasplante, presentando las plantas con cepellón, a lo largo de todo el ciclo, un mayor número de hojas y un mayor peso seco que las plantas con raíz desnuda, pero únicamente en el caso de las trasplantadas en la primera fecha de trasplante (24 de septiembre), no siendo así para las otras dos fechas posteriores. Este comportamiento, se debe muy probablemente al efecto del uso del cepellón en la reducción del estrés post-trasplante, en comparación con las plantas de raíz desnuda, como ya apuntaron Durner *et al.*, 2002, el cual se hace más patente en la primera fecha de trasplante al presentar las plantas un menor grado de reposo vegetativo (Guttridge, 1985; Durner, 1986).

Por otra parte la concentración de almidón en las raíces ha sido sensiblemente mayor en el caso de las plantas con cepellón, independientemente de la fecha de trasplante (figura 3.8, anejo 7), lo que coincide con lo constatado por Vaquero en 2004 y con lo ya comentado en la introducción, en la que se profundiza en la justificación del uso de plantas con cepellón, haciendo especial hincapié en el proceso de trasplante a raíz desnuda, el cual, aunque usualmente se realiza entre las 24-48 horas siguientes al arrancado para evitar el excesivo desecamiento de las raíces y minimizar la incidencia de enfermedades, no evita que las plantas pierdan parte de sus raíces y tengan que volver a emitir nuevas tras el trasplante; lo que afecta al nivel de reservas acumuladas, especialmente de almidón (Agriberia, 2002).

El mayor número de estolones ha correspondido a las plantas con raíz desnuda, lo que probablemente se debe al menor número de yemas inducidas a flor y al menor desarrollo vegetativo presentado por éstas, el cual ha permitido una mayor incidencia de luz solar visible (400-700 nm) en la corona, y por tanto unas condiciones óptimas de inducción de estolones, como ya apuntaron Takeda *et al.* (2008). Éstos constataron que las plantas con un mayor desarrollo vegetativo, o con una mayor densidad de plantación, desarrollaban un mayor número de flores, y por tanto un menor número de estolones, al recibir su corona únicamente radiaciones por encima de los 700 nm. (cercasas al infrarrojo), siendo las restantes absorbidas por las hojas a través de la fotosíntesis, lo cual genera las condiciones fotoinductivas idóneas que aseguran un buen número de yemas florales y permiten a las plantas (iniciadas como *plug plants* durante el mes de julio) dar una cosecha otoñal considerable. Este mayor número de estolones en las plantas con raíz desnuda, corrobora el antagonismo existente entre ambos procesos (floración-fructificación y producción de estolones), el cual sugiere que, aunque ambos procesos están regidos por el binomio fotoperiodo y la temperatura, en el caso de estar sujetas

todas las plantas a las mismas condiciones climáticas (como es el caso de este experimento), las yemas vegetativas axilares no inician la formación de los estolones mientras no finaliza la diferenciación de todas las yemas inducidas e iniciadas a floración (Herrero, 2004).

3.2.2.2. Influencia de los viveros de procedencia

Los viveros de procedencia de los plantones han afectado a los parámetros productivos únicamente en la producción precoz, donde las plantas procedentes del vivero de altura han generado un mayor número de frutos y una mayor producción en cualquiera de las tres fechas de trasplante, mientras que las procedentes del vivero de bajura, al generar un menor número de frutos, han presentado frutos comerciales con un mayor peso medio unitario. En la producción final no se ha constatado ninguna diferencia salvo para el número de frutos totales, mayor en el caso de las procedentes del vivero de altura. Todo ello coincide con lo constatado por Lopez *et al.* (2008), los cuales observaron que las bajas temperaturas durante la fase de vivero aumentaban la producción precoz de las plantas con cepellón y disminuían el peso unitario de los frutos pero no afectaban al rendimiento productivo final.

Por otro lado, ninguno de los parámetros vegetativos se ha visto influido por la procedencia de las plantas, no presentándose diferencias importantes entre los viveros ni en el número de hojas ni en el peso seco. La única diferencia entre viveros se ha dado para el número de estolones formados, siendo mayor en las plantas sin incidencia de bajas temperaturas o procedentes del vivero de bajura por el ya mencionado antagonismo entre fructificación y producción de estolones.

En cuanto al contenido en almidón de las raíces, las plantas procedentes del vivero de altura han presentado un mayor contenido que las del de bajura para las dos primeras fechas de trasplante (24 de septiembre y 17 de octubre), pudiendo ser estos mayores niveles en almidón los responsables de las diferencias entre las producciones precoces de los dos viveros. Diferencias que posteriormente, conforme las plantas de bajura han ido equiparando sus niveles de almidón a los de las plantas de altura, han desaparecido igualándose las producciones finales.

En la introducción, se esperaba que las plantas procedentes del vivero de altura, dieran una mayor producción que las del vivero de bajura, debido a que las bajas temperaturas propias de las zonas más elevadas generan unas condiciones óptimas de inducción floral que repercuten en una mayor producción de inflorescencias y consecuente-

mente en un mayor potencial productivo. Sin embargo, esto sólo ha sucedido en el caso de los parámetros productivos precoces, pero no en el de los finales, lo que puede explicarse tanto por las mayores reservas de almidón de las plantas procedentes del vivero de altura, que influyen positivamente en las primeras etapas al facilitar el asentamiento de las plantas, como por el hecho de que la inducción floral puede estar sujeta a la adaptación de las plantas a las zonas de bajura, al encontrarse fuertes interacciones entre “*variedad x fotoperiodo x temperatura*” (Durner *et al.*(1984), cita de Maroto y López, 1988). Es decir, aunque los cultivares no reflorecientes necesitan de días cortos y temperaturas bajas para inducir un número elevado de yemas florales, incluso en ausencia de frío (temperaturas superiores a 10°C), las plantas de fresón no reflorecientes de cultivares californianos adaptados a climatologías de inviernos cálidos, son capaces de dar producciones apreciables con tamaños del fruto aceptables, como ya constató Vaquero (2004). Este comportamiento puede estar relacionado con la mayor duración del periodo de crecimiento de las plantas, la cual induce un menor vigor vegetativo y por tanto un mayor rendimiento productivo, debido al antagonismo entre crecimiento vegetativo y floración. Este vigor vegetativo post-trasplante, según Durner *et al.* (1986), está asociado con el frío acumulado y el fotoperiodo.

El comportamiento de las plantas en referencia al contenido de almidón en las raíces, parece indicar que, si bien en ausencia de frío (temperaturas inferiores a 10°C) las plantas de fresón son capaces de acumular almidón como han constatado algunos autores (Maas, 1987), es necesario el frío para que se alcancen niveles importantes del mismo, y que con temperaturas bajas la acumulación de almidón en raíces tiene lugar con anterioridad a lo que ocurre en ausencia de frío. En este sentido, López *et al.*, (2002) encontraron también diferencias en el inicio de la acumulación de almidón entre plantas procedentes de viveros a distinta altitud, y por tanto con un régimen de temperaturas distinto, de manera que con temperaturas más bajas el inicio en la acumulación de almidón era más precoz y los valores finales en el contenido en almidón eran mayores, cosa que también ha sucedido en el presente experimento.

3.2.2.3. Influencia de la fecha de trasplante

La fecha de trasplante ha sido el factor con mayor influencia en todos los parámetros medidos, tanto productivos como vegetativos, independientemente de la modalidad de trasplante y de la procedencia de los plantones, siendo las plantas de la primera fecha (24 de septiembre) las que han generado una producción, tanto total como comercial,

sensiblemente mayor (aproximadamente un 40%) a la de las otras dos fechas, con un mayor número de frutos totales y comerciales, un menor peso medio del fruto comercial y un menor porcentaje de frutos comerciales debido a la mayor competencia producida por el elevado número de inflorescencias desarrolladas. Esta primera fecha también ha presentado un mayor desarrollo vegetativo a lo largo de todo el ciclo de cultivo, reflejado tanto en el número de hojas formadas como en el peso seco acumulado por planta, lo que ha repercutido en un menor peso unitario por hoja, por el ya mencionado aumento de la competencia entre éstas, siendo esta tendencia inversa para el número de estolones ($F3 > F2 > F1$), con idéntica explicación a la dada para el apartado “Comportamiento de las plantas con cepellón”.

De la misma manera, el contenido en almidón ha mostrado una tendencia creciente conforme se retrasaba la fecha de trasplante salvo en las plantas con cepellón procedentes del vivero de altura, las cuales han presentado dicha tendencia únicamente hasta la segunda fecha de trasplante, no existiendo diferencias entre ésta y la tercera (tabla 3.63, anejo 7).

Todo esto coincide con lo ya constatado por Herrero en 2004 y con lo comentado en la introducción, en la que se explicó la influencia de la fecha de trasplante, entre otros parámetros, sobre el grado de reposo vegetativo, el nivel de reservas, la temperatura incidente tras el trasplante, el tiempo transcurrido entre el trasplante y el inicio de la floración de las plantas, etc., y su repercusión en el rendimiento productivo de las plantas.

En resumen, las plantas de la primera fecha de trasplante ya han estado el suficiente tiempo en vivero bajo condiciones inductivas como para:

- Diferenciar un elevado número de yemas florales.
- Entrar en reposo vegetativo.
- Acumular el número de horas de frío necesario para dar una formación abundante de hojas y flores tras el trasplante (Guttridge, 1985).
- Almacenar la cantidad de almidón en raíces (especialmente en el caso del vivero de altura) necesaria para garantizar un correcto asentamiento y una rápida entrada en producción tras el trasplante (Bringhurst *et al.*, 1960).

Pero han sido trasplantadas con la suficiente antelación como para evitar un solapamiento de los procesos de formación de nuevas raíces y de emisión de hojas y ramilletes florales, que puede repercutir negativamente en los parámetros productivos

(Dijkstra, 1989; Maroto *et al.*, 1996), permitiendo así a la planta disponer de un período más o menos largo para emitir el nuevo sistema radical y comenzar el nuevo período de inducción floral que tiene lugar tras la plantación en el terreno definitivo, asegurando un correcto asentamiento y desarrollo del cultivo.

3.2.2.4. Influencia del tratamiento térmico en cámara frigorífica

En cuanto a la producción precoz se refiere, se ha constatado que las plantas del VB sometidas al tratamiento de frío (las cuales permanecieron desde el día 7 de septiembre hasta su fecha de trasplante, el 24 de septiembre, a 7°C en la cámara frigorífica) dieron una producción total y comercial algo mayor que las procedentes del VB no sometidas a dicho tratamiento, así como un menor peso medio del fruto comercial (aunque sin llegar ser ninguna de estas diferencias e.s. debido a la variabilidad entre repeticiones).

En cuanto al rendimiento productivo final, sólo se ha constatado un ligeramente menor rendimiento (tampoco e.s.) en las plantas procedentes del vivero de bajura sometidas al tratamiento de frío (CepVB Fr), en comparación con las no sometidas a dicho tratamiento (CepVA y CepVB). Esto se debe probablemente a que las plantas, al no haber recibido frío todavía cuando fueron introducidas en la cámara, se encontraban en plena actividad vegetativa, lo que provocó una respuesta negativa por su parte ante un tiempo excesivo a bajas temperaturas (Vaquero, 2004).

Todo lo anteriormente expuesto coincide con lo constatado por Lopez *et al.* (2008), los cuales observaron que el tratamiento térmico aumentaba la producción precoz de las plantas con cepellón y disminuía el peso unitario de los frutos pero no afectaba al rendimiento productivo final.

4. Conclusiones

El grado de incidencia de tipburn ha estado directamente relacionado con el desarrollo de las plantas, de manera que aquellas soluciones que han promovido un mayor desarrollo son las que han mostrado una mayor incidencia de tipburn. Estas soluciones también han presentado los mayores porcentajes de calcio en hojas, lo que indica que la concentración de calcio no es el único factor a tener en cuenta en la incidencia de tipburn.

Los porcentajes más elevados de amonio han incrementado el crecimiento vegetativo y el rendimiento productivo, pero también la incidencia de tipburn, aunque sin llegar a comprometer el buen desarrollo del cultivo, al disminuir los niveles de calcio.

Ni la incidencia de tipburn ni la afección de sépalos se han traducido en una disminución de la producción, aunque esta última ha repercutido directamente en la calidad visual de los frutos.

Las plantas trasplantadas con raíz desnuda han alcanzado una producción final comparable a las plantas con cepellón con independencia de la fecha de trasplante, sin embargo, han generado un menor número de frutos con un mayor peso medio, siendo estas diferencias especialmente evidentes en la primera fecha de trasplante, al existir un menor grado de reposo vegetativo y por tanto un mayor influencia de la modalidad de trasplante.

Asimismo la realización del trasplante a raíz desnuda ha provocado una reducción en los contenidos de almidón en las raíces previos al trasplante, independientemente de la fecha del mismo.

Por tanto, en vista de los resultados obtenidos en este experimento y en experimentos anteriores, la elección de un formato u otro debe basarse en criterios de uso restringido de desinfectantes del suelo en viveros y/o en criterios económicos.

La ubicación del vivero ha afectado exclusivamente a la producción precoz, generando un mayor número de frutos y una mayor producción comercial las plantas procedentes del vivero de altura, no constatándose diferencias en cuanto a la producción final.

Los cultivares utilizados han sido capaces de acumular almidón en las raíces incluso en ausencia de frío ($T \geq 10^{\circ}\text{C}$), sin embargo con temperaturas inferiores el inicio en la acumulación ha sido más precoz y los valores finales mayores, incrementando la producción temprana.

El tratamiento con frío adicional a las plantas de bajura no ha mejorado ninguno de los parámetros productivos y además ha reducido ligeramente el desarrollo vegetativo.

Las fechas de trasplante han influido de manera determinante en todos los parámetros estudiados, tanto vegetativos como productivos, correspondiendo la mayor producción comercial y total y el mayor desarrollo vegetativo a las plantas trasplantadas en la primera fecha de trasplante (24 de septiembre), no existiendo estas diferencias entre las dos posteriores.

El peso medio del fruto comercial ha aumentado conforme se retrasaba la fecha de trasplante, correspondiendo los mayores valores a las plantas trasplantadas el 8 de noviembre.

Estos resultados sugieren que es recomendable adelantar en lo posible la fecha de trasplante salvo que se quieran obtener frutos de gran calibre.

5. Bibliografía

- Adams, P., 1991.** Effects of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rock wool. *J. Hort. Sci.* 66: 201-207 .
- Adams, P.; Ho, L. C., 1993.** Effects of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and on the incidence of blossom-end rot. *Pl. Soil*, 154:127-132.
- Aloni, B., 1986.** Enhancement of leaf tipburn by restricting root growth in Chinese cabbage plants. *Journal of Horticultural Science*, 61 (4): 509-513.
- Aloni, B.; Pressman, E., 1987.** The effects of salinity and gibberellic acid on blackheart disorder in celery (*Apium graveolens* L.). *Journal of Horticultural Science* v62 (2), pp. 205-209.
- Anderson, H. M., Guttridge, C. G., 1975.** Survival and vigour of cold stored strawberry runner plants after different lifting dates, storage temperatures and pre-storage treatments. *Experimental Horticulture*. 27, 48-57.
- Artículo Agriberia, 2002.** Alternativas al sistema de plantación tradicional en el cultivo del fresón en Huelva, www.agriberia.com (consultada el 25-01-08).
- Ashkar, S. A. y Ries, S. K. 1971.** Lettuce tipburn as related to nutrient imbalance and nitrogen composition. *J. Am. Soc. Hortc. Sci.* 96: 448-452. (Cita de Saure).
- Atkinson, C. J.; Ruiz, L. P. y Mansfield, T. A. 1992.** Calcium in xylem sap and the regulation of its delivery to the shoot. *J. Exp. Bot.* 43:1315-1324.
- Baixauli, C., Aguilar, J.M., 2002.** Cultivo sin suelo de hortalizas. Aspectos prácticos y experiencias. Generalitat Valenciana, Valencia, España, pp 110.
- Barta. D.J. y Tibbits. T.W., 1986.** Effects of artificial enclosure of young lettuce leaves on tipburn incidence and leaf calcium concentration. *J. Amer. Hort. Soc. Sci.* 11: 413-416. (Cita de Saure).
- Barta. D. J. y Tibbits. T. W. 2000.** Calcium localization and tipburn development in lettuce leaves during early enlargement. *J. Amer. Soc. Sci.* 125(3): 294-298.
- Bartual, R.; Cerdá, J. J.; Marsal, J.I .; y Castell, V., 1993.** Labores preparatorias, plantación y cultivo forzado. El fresón, aspectos técnicos y perspectivas. Caja Rural Valencia, 19-25.
- Bartual, R.; Marsal, J.I., 2002.** La nueva variedad de fresón “Carisma”. Hoja divulgativa. Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación.

- Bonciarelli F., 1978.** Agronomía. Ed. Academia, S.L., León.
- Bould, C.; Tsai-Fua, Ch., 1976.** Mobility of calcium in fruit plant. Proc. 4th Intern. Coll. on the control of plant nutrition, Gent 1:104-108.
- Bradfield, E. G. y Guttridge, C. G., 1979.** The dependence of calcium transport and leaf tipburn in strawberry on relative humidity and nutrient concentration. *Annals of Botany*, 43: 363-372.
- Bradfield, E. G. y Guttridge, C. G., 1981.** The effect of Mg:Ca ratio and osmotic potential of nutrient solutions of calcium transport into emergent leaves of the strawberry plant cv. *Cambridge Favourite*. *Journal of Plant Nutrition*, 4:1, 33-44.
- Bradfield, E. G. y Guttridge, C. G., 1984.** Effects of night-time humidity and nutrient solution concentration on the calcium content of tomato fruit. *Scientia Horticulturae*, 22: 207-217.
- Branzanti E.C., 1985.** La fresa. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Bringhurst, R. S., Voth, V., van Hook, D., 1960.** Relationship of root starch content and chilling history to performance of California strawberries. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 75:373-381.
- Cebolla, V.; Serrano, F., 2008.** Enhanced efficacy of soil disinfestations treatments with 1.3-Dichloropropene and chloropicrin under low temperature conditions for strawberry mother plants. Book of abstracts, VI International Strawberry Symposium, 2008. Huelva, Spain, pp 83.
- Chiu, T. F. and Bould, C., 1976.** Effects of calcium and potassium on ⁴⁵Ca mobility growth and nutritional disorders of strawberry plants (*Fragaria* spp.). *Journal of Horticultural Science*, 51: 525-531.
- Choi, J. H.; Chung, G. C. y Shu, S. R., 1997.** Effect of night humidity on the vegetative growth and the mineral composition of tomato and strawberry. *Scientia Horticulturae*, 293-299.
- Collier, G. F. y Huntington, V. C. 1983.** The relationship between leaf growth, calcium accumulation and distribution, and tipburn development in field-grown butterhead lettuce. *Scientia Horticulturae*, 21: 123-128.
- Collier, G. F. y Tibbits, T. W., 1982.** Tipburn of lettuce. *Horticultural Reviews*, 4:49-65.
- Collier, G. F. y Wurr, D. C. E., 1981.** The relationship of tipburn incidence in head lettuce to evaporative water loss and leaf dimensions. *J. Hortic. Sci.* 56: 9-13.
- Coosemans, J., 1989.** Leaf tipburn on strawberry. *Acta Horticulturae*, 265: 489-496.

- Cox, E. F. y Dearman, A. S., 1981.** The effect of trickle irrigation, misting and row position on the incidence of tipburn of field lettuce. *Scientia Hort.*; 15(2): 101-106.
- Cresswell, G. C., 1991.** Effect of lowering nutrient solution concentration at night on leaf calcium levels and the incidence of tipburn in lettuce (var *Gloria*). *J. Plant Nutrition*, 14: 913-924.
- Dijkstra, K., 1989.** The use of cold-stored waiting-bed plants for a late harvest. *Acta Horticulturae*, 265 (II): 207-214.
- Durner E.F., Poling E. B., and Maas J.L., 2002.** Recent advances in strawberry plug transplant technology. *HortTechnology.*, 12(4): 545-550.
- Durner, E. F., Barden, J. A., Himelrick, D.C., Poling, E.B., 1984.** Photoperiod and temperature effects on flower and runner development in day-neutral, Junebearing and everbearing strawberries. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 109, pp 396-400.
- Durner, E. F., Poling, E. B., and Albregts, E. A., 1986.** Early season yield responses of selected strawberry cultivars to photoperiod and chilling in Florida winter production system, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 111, 53.
- Edo, M., 2002.** “Utilización de plantas de fresón con corona engrosada: Importancia del nivel de reservas, estimación indirecta de las mismas y su relación en el comportamiento productivo”. ETSIA. Valencia.
- FAOSTAT** (base de datos estadísticos de la FAO), www.fao.org (consultada el 10-02-08).
- Ferrer, M., 2005.** Influencia de la composición aniónica de la solución nutritiva y de la tasa de crecimiento sobre la incidencia de “tipburn” en cultivo sin suelo de fresón. ETSIA. Valencia.
- Gardner, F.P.; Pearce, R.B.; Mitchel, R.L., 1985.** *Physiology of crop plants*. Iowa State University Press.
- Gilbert, F. A., 1948.** A study of the effect of varying boron and calcium nutrient level and the interrelationship of boron to calcium in the nutrition of strawberry. Thesis, Rutgers University. New Jersey. New Jersey. (Cita de Mason y Guttridge).
- Grattan, S. R. y Grieve, C. M., 1999.** Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 78: 127-157.
- Greeve, E.W., 1936.** The effect of shortening the length of the day on flower-bud differentiation and on the chemical composition of strawberry plants grown during the normal growing season. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 34, pp 386-371.

- Grupta, U.C., Jame, Y. W., Campbell, C.A., Leyshon A.J., Nicholaicbuck, W., 1985.** Boron toxicity and deficiency: a review. *Can. J. Soil Sci.* 65, 381-409. (Cita de Grattan y Grieve).
- Guardiola, J. L.; García-Luis, A., 1990.** *Fisiología Vegetal I: Nutrición y Transporte*. Ed. Síntesis.
- Haynes, R.J.; Goh, K.M., 1987.** Effects of nitrogen and potassium applications on strawberry growth, yield and quality. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 18(4): 457-471.
- Herrero, M. L., 2004.** Influencia de la fecha de forzado y de la realización o no de trasplante sobre los parámetros productivos de plantas de fresón con múltiples coronas en plantaciones otoñales. ETSIA. Valencia.
- Ho, L. C y Adams, P. 1989.** Effects of diurnal changes in the salinity of the nutrient solution on the accumulation of calcium by tomato fruit. *Annals of Botany*, 64: 373-382.
- Kuo, C. G.; Tsay, J. S.; Tsai, C. L. y Chen, R. J., 1981.** Tipburn of chinese cabbage in relation to calcium nutrition and distribution. *Scientia Horticulturae*, 14: 13 1-13 8.
- Kurvits, A.; Kirkby, E.A., 1980.** The grown and mineral composition of sunflower plants (*Helianthus annuus*), utilizing nitrate- or ammonium-nitrogen when grown in a continuous flowing culture system. *Acta Hort.*, 98: 139-148.
- Lieten, F., Misotten C., 1993.** Nutrient uptake of strawberry plants (*cv. Elsanta*) grown on substrate. *ISHS Acta Horticulturae*, 348: 299-306.
- López-Galarza, S.; Maroto, J.V; San Bautista, A; Pascual, B; Alagarda, J., 2002.** Differences in carbohydrate content of waiting-bed strawberry plants during development in the nursery. *Scientia Hort.*, 94, 53-62.
- López-Galarza, S.; San Bautista, A; Martínez, A; Pascual, B; Maroto, J.V., 2008.** Strategies for autumn strawberry plantings using different plug plants formats in mild winter climates. *Book of abstracts, VI International Strawberry Symposium, 2008*. Huelva, Spain, pp 302.
- Maas, E.V.; Hoffman, G.J., 1977.** Crop salt tolerance - Current assessment. *J. of the irrigation and Drainage Div.*, 103, noIR2, pp. 115-134.
- Maas, J.L., 1986.** Photoperiod and temperature effects on starch accumulation in strawberry roots. *Advances in Strawberry Production*, 5, 22-24.
- MAPA.** Anuario de Estadística Agroalimentaria, 2006, www.mapya.es (consultada el 10-02-08).

- Marín, C., 2002.** “Relación entre los cambios en la composición de pigmentos de las hojas y el nivel de reservas de la planta de fresón: Influencia sobre la producción”. ETSIA. Valencia.
- Maroto, J.V. y López, S., 1988.** Producción de fresas y fresones. Agroguías Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Maroto, J.V., 1997.** Etiología y descripción de las principales fisiopatías de la horticultura mediterránea.
- Maroto, J.V.; López-Galarza, S.; San Bautista, A.; Alagarda, J.; Pascual Iranzo, B., 1996.** “Producción de fresón con plantas de corona engrosada en el litoral mediterráneo valenciano”. *Agrícola Vergel*, enero: 24-29.
- Marschener, H., 1983.** General introduction to the mineral nutrition of plants. *Encyclopedia of Plant Physiology N. S.* 15^a. Springer, Berlin, pp 4-60.
- Marsh, R. P. y Shive, J. W., 1941.** Boron as factor in the calcium metabolism of the corn plant. *Soil Sci.* 51: 141-151.
- Mason, G. F. y Guttridge, C. G., 1974.** The role of calcium, boron and some divalent ions in leaf tipburn of strawberry. *Scientia Horticulturae*, 299-308.
- Mason, G. F. y Guttridge, C. G., 1975.** The influence of relative humidity and nutrition on leaf tipburn of strawberry. *Acta Horticulturae*, 339-349.
- Massey, D.M.; Winsor, G.W., 1980.** Some responses of tomatoes to nitrogen in recirculating solutions. *Acta Hort.* 98:127-137.
- Mehouachi, J.; Cerna, D.; Zaragoza, S.; Agusti, M.; Talon, M.; Primo-Millo, E., 1995.** Defoliation increases fruit abscission and reduced carbohydrates level in the developing fruit and body tissues of citrus. *Plant Sci.* 107, 189-197.
- Morgan, L., 2001.** El calcio: su importancia en hidroponía. *Practical Hydroponic & Greenhouses*, 38, Australia.
- Nagata, R. T. y Stratton, M. L., 1994.** Development of an objective test for tipburn evaluation. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 107: 99-101.
- Palzkill, D. A.; Tibbits, T. W. y Struckmeyer, B. E., 1980.** High relative humidity promotes tipburn on young cabbage plants. *HortScience*, 15: 659-660.
- Palzkill, D. A.; Tibbits, T. W. y Williams, P. H., 1976.** Enhancement of calcium sport to inner leaves of cabbage for prevention of tipburn. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101(6): 615-648.

- Paranjpe, A.V., Cantliffe, D.J.; Lamb, M; Stoffella, J. y Powell, C., 2003.** Winter strawberry production in greenhouse using soilless substrate: an alternative to methyl bromide. Proc. Fla. State Hort. Soc.
- Peris, F., 2002.** Incidencia de tipburn en cultivo sin suelo de fresón (*Fragaria x ananassa* Duch.): Influencia de la solución nutritiva y la dosis de riego. ETSIA. Valencia.
- Rowse, H. R.1974.** The effect of irrigation on the length, weight, and diameter of lettuce roots. Plant Soil, 40: 381-391. (Cita de Saure).
- San Bautista, A., 1997.** Estudios agronómicos de nuevos sistemas y estrategias productivas del fresón en la Comunidad Valenciana. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Sanz, A., 2002.** España es el segundo país productor de fresa del mundo. Vida Rural nº 144. Marzo.
- Saure, M. C., 1998.** Causes of the tipburn disorder in leaves of vegetables. Scientia Horticulturae, 76:131-147.
- Shear, C.B., 1975.** Calcium related disorders of fruit vegetables. HortScience, 10:361-365.
- Sonneveld, C., 2002.** Composition of nutrient solutions. Hydroponic production of vegetables and ornamentals, pp 179-210. Embryo Publications, Athens, Greece.
- Sonneveld, C., 2004.** Nutrient solutions in substrate culture - composition and use. I congreso internacional de horticultura intensive. Fundación Ruralcaja, 2004. Valencia España.
- Sonneveld, C.; Burg, van der, A.M.M., 1991.** Sodium chloride salinity in fruit vegetable crops in soilless culture. Netherlands J.Agric. Sci., 39:115-122. (Cita de Urrestarazu).
- Sonneveld, C.; Straver, N., 1994.** Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates. Res. Sta. Floriculture and glasshouse vegetables. Netherlands. 8,45, pp. 259-268.
- Takeda F., Glenn D.M., Stutte G.W., 2008.** Bud formation in short-day cultivar under non-photo-inductive conditions. Book of abstracts, VI International Strawberry Symposium, 2008. Huelva, Spain, pp 69.
- Taylor, D.R., 2002.** The Physiology of Flowering in Strawberry. Proc. 4th Int. Strawberry Symp. Eds. T. Hietaranta et al. Acta Hort. 567, ISHS.
- Tibbits, T. W. Y Rao, R. R., 1968.** Light intensity and duration in the development of lettuce tipburn. Proc. Am. Soc. Hortc. Sci. 93: 454-461.
- Urrestarazu, M., 2004.** Tratado de cultivo sin suelo, Mundi-prensa libros. Madrid-Barcelona, España.

- Van de Geijn, S. C. y Smeulders, F. 1981.** Diurnal changes in the flux of calcium toward meristems transpiring leaves in tomato and maize plants. *Planta*, 151: 265-271.
- Van den Ende, J., 1954.** Groeifwijkingen di samenhangen met de waterhuishouding in de plant. *Meded. Dir. Tuinbouw* 17: 615-636. (Cita de Saure).
- Vaquero, J.M., 2004.** Influencia del trasplante y del material de plantación en plantas de fresón sin estímulo de bajas temperaturas en cultivo sin suelo. ETSIA. Valencia.
- Varley, M.J.; Burrage, S.W., 1981.** New solution for lettuce. *Grower* 95 (15): 19-21, 23-25. (Cita de Urrestarazu).
- Voth, V., 1989.** The effect of nursery location latitude on winter planted strawberries. *Acta Horticulturae*, 265, 283 – 284.
- Wissemeyer, A. H., 1996.** Calcium-Mangel bei Salat (*Latuca sativa* L.) und Poinsettie (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex YJotzseh): Einflub von genotyp und Umwelt. Verlag Ulich E. Gner, pp 299. Stuttgart.
- Zuang, H.; Musard, M., 1986.** Cultures légumières sur substrats. Ctifl. Paris, France.

6. Anejos

6.1. Anejo 1. Importancia económica del cultivo.

Tabla 1.1 Análisis de la producción a nivel estatal de los países de la U.E para el año 2006 (FAOSTAT).

Países	tm.	Países	tm.	Países	tm.
Alemania	173230	España	333500	Lituania	3460
Austria	14488	Estonia	2323	Luxemburgo	40
Bélgica	44000	Finlandia	10377	Países Bajos	39200
Bulgaria	8761	Francia	57221	Polonia	193666
Checa, República	18205	Grecia	7335	Portugal	2500
Chipre	1700	Hungría	1848	Reino Unido	62600
Dinamarca	6070	Irlanda	1299	Rumania	21612
Eslovaquia	602	Italia	131305	Suecia	10932
Eslovenia	2048	Letonia	4010	TOTAL	1152332

6.2. Anejo 2. Reducción de la producción en función de la salinidad.

Maas y Hoffman (1977) constataron que existe una relación lineal entre la salinidad del suelo y la disminución en la producción de los cultivos:

$$Y = 100 - b(CEs - a)$$

Donde "Y" es la producción del cultivo en % con respecto al máximo, "CEs" es la conductividad eléctrica del extracto de saturación en dS m⁻¹ y "a" y "b" son dos parámetros cuyos valores son constantes para cada cultivo. El valor "a" representa el máximo de conductividad para la cual la producción es del 100 %, pudiéndose definir como el umbral de salinidad para cada cultivo. El parámetro "b" se puede considerar como el porcentaje de disminución de rendimiento por unidad de CEs que supere el valor de "a" (expresa la sensibilidad del cultivo a los aumentos de salinidad). En el caso de la fresa "a"= 1 y "b"= 33.3.

Tabla 1.2 Reducción de la producción en función de la conductividad eléctrica del agua de riego y del extracto de saturación (Fuente: F.A.O).

Disminución del rendimiento (%)	Conductividad eléctrica del extracto de saturación (dS/m, a 25 °C)	Conductividad eléctrica del agua de riego (dS/m, a 25 °C)
0	1,0	0,7
10	1,3	0,9
25	1,8	1,2
50	2,5	1,7
100	4,0	2,7

6.3. Anejo 3. Composición química de las soluciones nutritivas.

Tabla 2.7 Solución 1

		Aniones mMol/l					Cationes mMol/l				
		NO-3	H2PO-4	SO2-4	HCO3-	Cl-	NH4+	K+	Ca2+	Mg2+	Na+
Agua de riego		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solución ideal		6,30	1,20	1,00	0,00	0,00	0,70	2,80	2,25	0,75	0,00
Aportes previstos		6,30	1,20	1,00	0,00	0,00	0,70	2,80	2,25	0,75	0,00
	mMol/l										
H3PO4			0,00		0,00						
HNO3		0,00			0,00						
Ca(NO3)2	2,25	4,95					0,45		2,25		
KNO3	0,38	0,38						0,38			
NH4NO3	0,25	0,25					0,25				
K2SO4	0,610			0,61				1,22			
MgSO4	0,390			0,39						0,39	
NH4H2PO4			0,00				0,00				
KH2PO4	1,20		1,20					1,20			
Mg(NO3)2	0,36	0,72								0,36	
NaCl						0,00					0,00
Aportes reales		6,30	1,20	1,00	0,00	0,00	0,70	2,80	2,25	0,75	0,00
Solución nutritiva final	mMol/l	6,30	1,20	1,00	0,00	0,00	0,70	2,80	2,25	0,75	0,00
Diferencia	mMol/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solución nutritiva final	Meq/l	6,30	1,20	2,00	0,00	0,00	0,70	2,80	4,50	1,50	0,00
Aniones	9,50										
Cationes	9,50										
CE calculada											
CE prevista	0,95	0,95	0,79	0,79							

Tabla 2.8 Solución 2

		Aniones mMol/l					Cationes mMol/l				
		NO-3	H2PO-4	SO2-4	HCO3-	Cl-	NH4+	K+	Ca2+	Mg2+	Na+
Agua de riego		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solución ideal		9,00	1,20	1,00	0,00	0,00	1,00	4,00	2,70	0,90	0,00
Aportes previstos		9,00	1,20	1,00	0,00	0,00	1,00	4,00	2,70	0,90	0,00
	mMol/l										
H3PO4			0,00		0,00						
HNO3		0,00			0,00						
Ca(NO3)2	2,70	5,94				0,54		2,70			
KNO3	1,58	1,58					1,58				
NH4NO3	0,46	0,46				0,46					
K2SO4	0,610		0,61				1,22				
MgSO4	0,390		0,39						0,39		
NH4H2PO4			0,00			0,00					
KH2PO4	1,20		1,20				1,20				
Mg(NO3)2	0,51	1,02							0,51		
NaCl						0,00					0,00
Aportes reales		9,00	1,20	1,00	0,00	0,00	1,00	4,00	2,70	0,90	0,00
Solución nutritiva final	mMol/l	9,00	1,20	1,00	0,00	0,00	1,00	4,00	2,70	0,90	0,00
Diferencia	mMol/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solución nutritiva final	Meq/l	9,00	1,20	2,00	0,00	0,00	1,00	4,00	5,40	1,80	0,00
Aniones	12,20										
Cationes	12,20										
CE calculada											
CE prevista	1,22	1,22	1,02	1,02							

Tabla 2.9 Solución 3

		Aniones mMol/l					Cationes mMol/l				
		NO-3	H2PO-4	SO2-4	HCO3-	Cl-	NH4+	K+	Ca2+	Mg2+	Na+
Agua de riego		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solución ideal		11,70	1,20	1,00	0,00	0,00	1,30	5,20	3,15	1,05	0,00
Aportes previstos		11,70	1,20	1,00	0,00	0,00	1,30	5,20	3,15	1,05	0,00
mMol/l											
H3PO4			0,00		0,00						
HNO3		0,00			0,00						
Ca(NO3)2	3,15	6,93					0,63		3,15		
KNO3	2,78	2,78						2,78			
NH4NO3	0,67	0,67					0,67				
K2SO4	0,610			0,61				1,22			
MgSO4	0,390			0,39						0,39	
NH4H2PO4			0,00				0,00				
KH2PO4	1,20		1,20					1,20			
Mg(NO3)2	0,66	1,32								0,66	
NaCl						0,00					0,00
Aportes reales		11,70	1,20	1,00	0,00	0,00	1,30	5,20	3,15	1,05	0,00
Solución nutritiva final	mMol/l	11,70	1,20	1,00	0,00	0,00	1,30	5,20	3,15	1,05	0,00
Diferencia	mMol/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solución nutritiva final	Meq/l	11,70	1,20	2,00	0,00	0,00	1,30	5,20	6,30	2,10	0,00
Aniones	14,90										
Cationes	14,90										
CE calculada											
CE prevista	1,49	1,49	1,24	1,24							

Tabla 2.10 Solución 4

		Aniones mMol/l					Cationes mMol/l				
		NO-3	H2PO-4	SO2-4	HCO3-	Cl-	NH4+	K+	Ca2+	Mg2+	Na+
Agua de riego		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solución ideal		14,40	1,20	1,00	0,00	0,00	1,60	6,40	3,60	1,20	0,00
Aportes previstos		14,40	1,20	1,00	0,00	0,00	1,60	6,40	3,60	1,20	0,00
	mMol/l										
H3PO4			0,00		0,00						
HNO3		0,00			0,00						
Ca(NO3)2	3,60	7,92				0,72		3,60			
KNO3	3,98	3,98					3,98				
NH4NO3	0,88	0,88				0,88					
K2SO4	0,610		0,61				1,22				
MgSO4	0,390		0,39						0,39		
NH4H2PO4			0,00			0,00					
KH2PO4	1,20		1,20				1,20				
Mg(NO3)2	0,81	1,62							0,81		
NaCl						0,00					0,00
Aportes reales		14,40	1,20	1,00	0,00	0,00	1,60	6,40	3,60	1,20	0,00
Solución nutritiva final	mMol/l	14,40	1,20	1,00	0,00	0,00	1,60	6,40	3,60	1,20	0,00
Diferencia	mMol/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solución nutritiva final	Meq/l	14,40	1,20	2,00	0,00	0,00	1,60	6,40	7,20	2,40	0,00
Aniones	17,60										
Cationes	17,60										
CE calculada											
CE prevista	1,76	1,76	1,47	1,47							

Tabla 2.11 Solución 5

		Aniones mMol/l					Cationes mMol/l				
		NO-3	H2PO-4	SO2-4	HCO3-	Cl-	NH4+	K+	Ca2+	Mg2+	Na+
Agua de riego		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solución ideal		12,22	1,20	1,00	0,00	0,00	0,78	5,20	3,54	1,18	0,00
Aportes previstos		12,22	1,20	1,00	0,00	0,00	0,78	5,20	3,54	1,18	0,00
mMol/l											
H3PO4			0,00		0,00						
HNO3		0,00			0,00						
Ca(NO3)2	3,54	7,79					0,71		3,54		
KNO3	2,78	2,78						2,78			
NH4NO3	0,07	0,07					0,07				
K2SO4	0,610			0,61				1,22			
MgSO4	0,390			0,39						0,39	
NH4H2PO4			0,00				0,00				
KH2PO4	1,20		1,20					1,20			
Mg(NO3)2	0,79	1,58								0,79	
NaCl						0,00					0,00
Aportes reales		12,22	1,20	1,00	0,00	0,00	0,78	5,20	3,54	1,18	0,00
Solución nutritiva final	mMol/l	12,22	1,20	1,00	0,00	0,00	0,78	5,20	3,54	1,18	0,00
Diferencia	mMol/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solución nutritiva final	Meq/l	12,22	1,20	2,00	0,00	0,00	0,78	5,20	7,08	2,36	0,00
Aniones	15,42										
Cationes	15,42										
CE calculada											
CE prevista	1,54	1,54	1,28	1,28							

Tabla 2.12 Solución 6

		Aniones mMol/l					Cationes mMol/l				
		NO-3	H2PO-4	SO2-4	HCO3-	Cl-	NH4+	K+	Ca2+	Mg2+	Na+
Agua de riego		0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solución ideal		11,18	1,20	1,00	0,00	0,00	1,82	5,20	2,76	0,92	0,00
Aportes previstos		11,18	1,20	1,00	0,00	0,00	1,82	5,20	2,76	0,92	0,00
mMol/l											
H3PO4			0,00		0,00						
HNO3		0,00			0,00						
Ca(NO3)2	2,76	6,07					0,55		2,76		
KNO3	2,78	2,78						2,78			
NH4NO3	1,27	1,27					1,27				
K2SO4	0,610			0,61				1,22			
MgSO4	0,390			0,39						0,39	
NH4H2PO4			0,00				0,00				
KH2PO4	1,20		1,20					1,20			
Mg(NO3)2	0,53	1,06								0,53	
NaCl						0,00					0,00
Aportes reales		11,18	1,20	1,00	0,00	0,00	1,82	5,20	2,76	0,92	0,00
Solución nutritiva final	mMol/l	11,18	1,20	1,00	0,00	0,00	1,82	5,20	2,76	0,92	0,00
Diferencia	mMol/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Solución nutritiva final	Meq/l	11,18	1,20	2,00	0,00	0,00	1,82	5,20	5,52	1,84	0,00
Aniones	14,38										
Cationes	14,38										
CE calculada											
CE prevista	1,44	1,44	1,20	1,20							

6.4. Anejo 4. Tratamientos fitosanitarios realizados.

Tabla 2.13 Abonados y tratamientos fitosanitarios realizados durante el ciclo de cultivo y materia activa de los productos empleados.

Fecha	Productos comerciales	Dosis	Experimento	Fila
15-ene-08	Amblyline cal	10 depredadores/m ²	1	1 y 2
12-feb-08	Actigil AA 8-8-6	3 ml/l	1	1 y 2
19-feb-08	Actigil AA 8-8-6	3 ml/l	1	1 y 2
03-mar-08	Codaphos Ca	3 ml/l	1	1 y 2
11-mar-08	Codaphos Ca	3 ml/l	1	1 y 2
11-mar-08	Orytis Aragro + Apolo 50 Aragro + Arbofine	0.8 ml/l 0.3 ml/l 10 ml/l	2	5
13-mar-08	Aliette	2.5 g/l	1	1 y 2
25-mar-08	Oriline Activ	3 depredadores /m ²	1 y 2	1,2,3,4 y 5
16-abr-08	Costar	500 mg/l	1 y 2	1,2,3,4 y 5

Materia activa de los productos fitosanitarios:

- **Actigil AA 8-8-6:** 8% p/p N; 8% p/p P₂O₅; 6% p/p K₂O; 5% p/p Aminoácidos. Contiene microelementos quelatados (B, Mo, Mn y Zn).
- **Aliette:** Fosetil-Al 80% p/p
- **Amblyline cal:** *Amblyseius californicus*
- **Apolo 50 Aragro:** Clofentezin 50 % p/v, 500 g/l.
- **Arbofine:** Aceite parafínico 78% p/v.
- **Codaphos Ca:** Pentóxido de Fósforo (P₂O₅) 16 p/p y Óxido de Calcio (CaO) p/p.
- **Costar:** 18 % p/p *Bacillus thuringiensis*
- **Oriline Activ:** *Orius laevigatus*
- **Orytis Aragro:** Acrinatrín 7'5% p/v, 75 g/l.

6.5. Anejo 5. Número de flores retiradas.

Tabla 2.14 Número de flores retiradas el 16 de enero del 2008.

EXPERIMENTO 1		EXPERIMENTO 2	
Solución	Nº de flores retiradas	Solución	Nº de flores retiradas
S1 R1	15	CEP VA F1 R1	10
S1 R2	14	CEP VA F1 R2	10
S1 R3	24	CEP VA F1 R3	13
S2 R1	6	CEP VA F2 R1	24
S2 R2	17	CEP VA F2 R2	10
S2 R3	18	CEP VA F2 R3	33
S3 R1	11	CEP VA F3 R1	14
S3 R2	27	CEP VA F3 R2	16
S3 R3	18	CEP VA F3 R3	16
S4 R1	8	RD VA F1 R1	2
S4 R2	15	RD VA F1 R2	2
S4 R3	11	RD VA F1 R3	14
S5 R1	22	RD VA F2 R1	13
S5 R2	14	RD VA F2 R2	10
S5 R3	16	RD VA F2 R3	23
S6 R1	15	RD VA F3 R1	9
S6 R2	31	RD VA F3 R2	18
S6 R3	20	RD VA F3 R3	17
		CEP VB F1 R1	10
		CEP VB F1 R2	29
		CEP VB F1 R3	17
		CEP VB F2 R1	33
		CEP VB F2 R2	23
		CEP VB F2 R3	33
		CEP VB F3 R1	21
		CEP VB F3 R2	8
		CEP VB F3 R3	9
		CEP Fr VB F1 R1	25
		CEP Fr VB F1 R2	6
		CEP Fr VB F1 R3	13

6.6. Anejo 6. Registro de las temperaturas y humedades relativas.

Figura 2.1 Evolución de la temperatura en el cultivo en invernadero de fresón desde el 7 de septiembre del 2007 al 30 de julio del 2008.

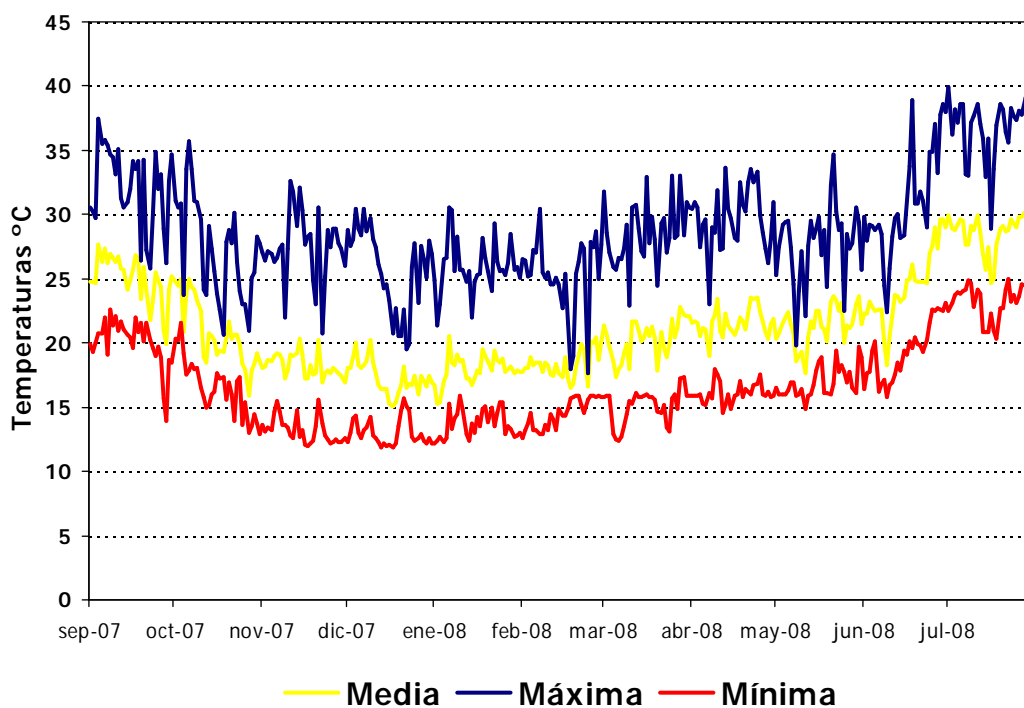
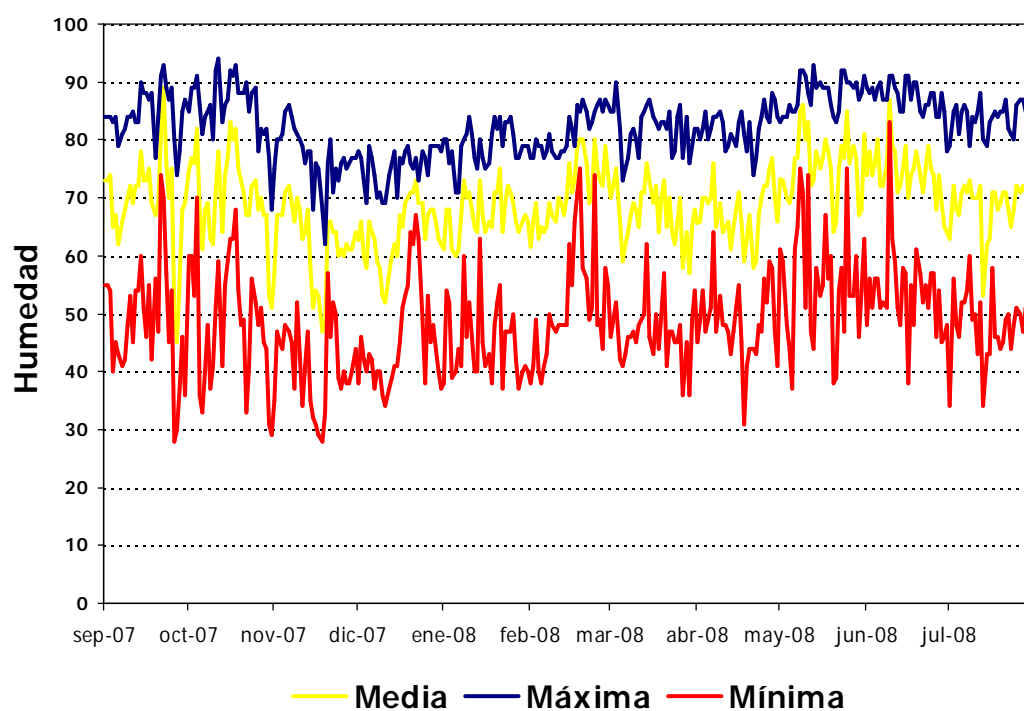


Figura 2.2 Evolución de la humedad relativa en el cultivo en invernadero del fresón desde el 7 de septiembre del 2007 al 30 de julio del 2008.



6.7. Anejo 7. Tablas de resultados.

Tabla 3.1 Evaluación de los parámetros productivos del experimento 1, ensayo 1: Comparación de los cuatro niveles de nitrógeno total presentes en la solución nutritiva. Precoz: Hasta el 31 de Marzo de 2008. Final: Hasta el 26 de Junio de 2008.

	Nº total frutos por planta		Producción total (g planta ⁻¹)		Nº frutos comerciales por planta		Producción comercial (g planta ⁻¹)		Peso medio fruto comercial (g fruto ⁻¹)		% de frutos comerciales	
	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final
Nivel N												
7 mMol/L	7,2	32,4	102,6	365,0	6,3	25,7	98,1	330,3	15,5	12,9	88,6	79,2
10 mMol/L	7,4	33,8	102,0	374,7	6,8	27,1	98,7	339,9	14,5	12,5	91,4	80,4
13 mMol/L	9,1	38,7	131,2	435,2	8,2	31,7	126,2	399,8	15,3	12,6	89,7	81,9
16 mMol/L	8,7	35,7	114,3	380,2	7,5	27,6	108,4	338,9	14,4	12,2	86,3	77,2
Significación (P Valor)	0,1871	0,3479	0,3203	0,4449	0,2688	0,2904	0,3845	0,4067	0,6209	0,2434	0,6894	0,2140

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, (P≤0.05).

Tabla 3.2 Evaluación del número de hojas formadas por planta sin acumular del experimento 1, ensayo 1: Comparación de los cuatro niveles de nitrógeno total presentes en la solución nutritiva.

	28-dic-07	14-ene-08	29-ene-08	18-feb-08	3-mar-08	25-mar-08	9-abr-08	2-may-08	27-may-08	30-jun-08
Nivel N										
7 mMol/L	13,12	1,88	1,65	3,02	2,46	6,17	4,75	6,02	8,75	11,23
10 mMol/L	12,96	2,17	1,61	3,06	3,50	7,05	5,73	7,11	9,87	12,52
13 mMol/L	13,77	1,75	2,00	3,04	3,08	6,59	4,81	6,23	9,15	11,79
16 mMol/L	13,36	1,83	1,83	3,86	2,90	5,52	4,94	6,67	8,86	10,29
Significación (P Valor)	0,5875	0,7436	0,6204	0,2899	0,4728	0,1895	0,5273	0,8284	0,3347	0,4982

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, (P≤0.05).

Tabla 3.3 Evaluación del número de hojas formadas por planta acumulado del experimento 1, ensayo 1: Comparación de los cuatro niveles de nitrógeno total presentes en la solución nutritiva.

	28-dic-07	14-ene-08	29-ene-08	18-feb-08	3-mar-08	25-mar-08	9-abr-08	2-may-08	27-may-08	30-jun-08
Nivel N										
7 mMol/L	13,13	15,00	16,65	19,67	22,12	28,29	33,04	39,06	47,82	59,05
10 mMol/L	12,96	15,12	16,73	19,80	23,29	30,33	36,07	43,17	53,04	65,57
13 mMol/L	13,77	15,52	17,52	20,56	23,65	30,23	35,04	41,27	50,42	62,21
16 mMol/L	13,36	15,19	17,02	20,87	23,77	29,29	34,23	40,89	49,75	60,04
Significación (P Valor)	0,5875	0,8718	0,7420	0,7212	0,7834	0,7272	0,4948	0,5967	0,4370	0,2924

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

Tabla 3.4 Evaluación del peso seco generado por planta sin acumular ($g\ planta^{-1}$) del experimento 1, ensayo 1: Comparación de los cuatro niveles de nitrógeno total presentes en la solución nutritiva.

	28-dic-07	14-ene-08	29-ene-08	18-feb-08	3-mar-08	25-mar-08	9-abr-08	2-may-08	27-may-08	30-jun-08
Nivel N										
7 mMol/L	3,86	0,38	0,29	0,73	0,72	2,57	2,44	3,59	4,42	4,01
10 mMol/L	4,12	0,44	0,27	0,66	0,89	2,55	2,43	3,94	4,83	4,47
13 mMol/L	4,55	0,39	0,39	0,73	0,92	2,68	2,38	4,13	5,18	4,86
16 mMol/L	3,94	0,37	0,38	1,05	0,84	2,15	2,28	4,18	4,87	3,93
Significación (P Valor)	0,2814	0,7569	0,3560	0,1399	0,8111	0,6163	0,9755	0,8966	0,2749	0,4959

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

Tabla 3.5 Evaluación del peso seco generado por planta acumulado (g planta⁻¹) del experimento 1, ensayo 1: Comparación de los cuatro niveles de nitrógeno total presentes en la solución nutritiva.

	28-dic-07	14-ene-08	29-ene-08	18-feb-08	3-mar-08	25-mar-08	9-abr-08	2-may-08	27-may-08	30-jun-08
Nivel N										
7 mMol/L	3,86	4,24	4,53	5,26	5,98	8,54	10,97	14,57	18,99	23,00
10 mMol/L	4,12	4,56	4,83	5,49	6,38	8,93	11,36	15,30	20,13	24,60
13 mMol/L	4,55	4,95	5,34	6,07	7,00	9,68	12,06	16,19	21,37	26,23
16 mMol/L	3,94	4,32	4,70	5,74	6,58	8,73	11,02	15,20	20,06	23,99
Significación (P Valor)	0,2814	0,2382	0,2091	0,4012	0,5135	0,6360	0,6080	0,7302	0,4604	0,2348

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

Tabla 3.6 Evaluación del índice de crecimiento relativo (ICR) o “relative growth rate” (RGR), calculado como el cociente de la diferencia entre los logaritmos neperianos de los pesos de la planta en dos momentos determinados y la variación de tiempo en días ($RGR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1}$) del experimento 1, ensayo 1: Comparación de los cuatro niveles de nitrógeno total presentes en la solución nutritiva.

	14-ene-08	29-ene-08	18-feb-08	3-mar-08	25-mar-08	9-abr-08	2-may-08	27-may-08	30-jun-08
Nivel N									
7 mMol/L	0,005465	0,004462	0,007472	0,009063	0,016154	0,016780	0,012285	0,010651	0,005654
10 mMol/L	0,005944	0,003761	0,006200	0,010319	0,015531	0,016488	0,012915	0,011041	0,005917
13 mMol/L	0,004945	0,005134	0,006426	0,009984	0,014650	0,014834	0,012857	0,011169	0,006079
16 mMol/L	0,005443	0,005753	0,010116	0,009714	0,012830	0,015391	0,013764	0,011240	0,005243
Significación (P Valor)	0,8357	0,4137	0,0603	0,9411	0,4298	0,9132	0,9177	0,9648	0,8173

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

Tabla 3.7 Evaluación del peso seco promedio por hoja, limbo y peciolo, y evaluación de la longitud de los peciolos (mm) el 28 de Abril de 2008 del experimento 1, ensayo 1: Comparación de los cuatro niveles de nitrógeno total presentes en la solución nutritiva.

	Peso seco hoja (g hoja ⁻¹)	Peso seco limbo (g limbo ⁻¹)	Peso seco peciolo (g peciolo ⁻¹)	Longitud peciolos (mm)
Nivel N				
7 mMol/L	0,359 b	0,283 b	0,0763	132,0
10 mMol/L	0,331 c	0,258 c	0,0733	138,2
13 mMol/L	0,383 a	0,305 a	0,0780	142,5
16 mMol/L	0,367 ab	0,291 ab	0,0760	131,7
Significación (P Valor)	0,0058	0,0035	0,8662	0,2035

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, (P≤0.05).

Tabla 3.8 Evaluación del porcentaje de hojas afectadas por tipburn sin acumular del experimento 1, ensayo 1: Comparación de los cuatro niveles de nitrógeno total presentes en la solución nutritiva.

	CE (dS/m)	14-ene-08	29-ene-08	18-feb-08	3-mar-08	25-mar-08	9-abr-08	2-may-08	27-may-08	24-jun-08
Nivel N										
7 mMol/L	0,95	0,00	-	1,21	0,00	1,94	0,00	2,20 b	9,01 ab	2,84
10 mMol/L	1,22	1,15	-	0,93	0,47	2,51	0,83	1,76 b	6,00 b	1,40
13 mMol/L	1,49	2,30	-	0,74	2,50	6,16	1,32	8,33 a	14,43 a	4,85
16 mMol/L	1,76	0,00	-	0,00	0,68	1,72	0,61	6,54 a	7,56 b	5,00
Significación (P Valor)		0,2192	-	0,5656	0,3231	0,1638	0,6541	0,0134	0,0368	0,7213

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, (P≤0.05).

Tabla 3.9 Evaluación del porcentaje de hojas afectadas por tipburn acumulado del experimento 1, ensayo 1: Comparación de los cuatro niveles de nitrógeno total presentes en la solución nutritiva.

	CE (dS/m)	14-ene-08	29-ene-08	18-feb-08	3-mar-08	25-mar-08	9-abr-08	2-may-08	27-may-08	24-jun-08
Nivel N										
7 mMol/L	0,95	0,00	0,00	0,61	0,44	1,04	0,83	1,14 b	3,13 b	3,07
10 mMol/L	1,22	1,15	0,51	0,68	0,63	1,44	1,30	1,42 b	2,58 b	2,33
13 mMol/L	1,49	2,30	1,08	0,88	1,38	3,23	2,86	4,19 a	6,78 a	6,38
16 mMol/L	1,76	0,00	0,00	0,00	0,18	0,65	0,64	2,08 b	3,48 b	3,88
Significación (P Valor)		0,2192	0,2133	0,1013	0,1983	0,0747	0,0838	0,0147	0,0095	0,0739

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

Tabla 3.10 Evaluación del porcentaje de flores afectadas por tipburn sin acumular del experimento 1, ensayo 1: Comparación de los cuatro niveles de nitrógeno total presentes en la solución nutritiva.

	CE (dS/m)	16-ene-08	30-ene-08	20-feb-08	5-mar-08	26-mar-08	11-abr-08	6-may-08	3-jun-08
Nivel N									
7 mMol/L	0,95	0,00	-	-	3,13	2,02	0,00	3,77	5,09 a
10 mMol/L	1,22	1,15	-	-	0,00	3,83	0,94	4,06	2,68 b
13 mMol/L	1,49	2,68	-	-	0,76	5,49	1,10	5,94	4,82 a
16 mMol/L	1,76	0,00	-	-	0,58	1,78	1,35	4,12	2,11 b
Significación (P Valor)		0,2006	-	-	0,7093	0,1159	0,3387	0,7661	0,0212

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

Tabla 3.11 Evaluación del porcentaje de flores afectadas por tipburn acumulado del experimento 1, ensayo 1: Comparación de los cuatro niveles de nitrógeno total presentes en la solución nutritiva.

	CE (dS/m)	16-ene-08	30-ene-08	20-feb-08	5-mar-08	26-mar-08	11-abr-08	6-may-08	3-jun-08
Nivel N									
7 mMol/L	0,95	0,00	0,00	0,00	1,11	1,59	1,15	1,91	2,77
10 mMol/L	1,22	1,15	0,51	0,42	0,32	2,24	1,82	2,53	2,58
13 mMol/L	1,49	2,68	1,23	0,84	0,80	2,99	2,47	3,65	3,99
16 mMol/L	1,76	0,00	0,00	0,00	0,23	0,92	1,03	2,11	2,10
Significación (P Valor)		0,2006	0,1976	0,2209	0,8471	0,2454	0,3518	0,4557	0,2706

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

Tabla 3.12 Evaluación de los parámetros productivos del experimento 1, ensayo 2: Comparación de los tres porcentajes de amonio presentes en la solución nutritiva. Precoz: Hasta el 31 de Marzo de 2008. Final: Hasta el 26 de Junio de 2008.

	Nº total frutos por planta		Producción total (g planta ⁻¹)		Nº frutos comerciales por planta		Producción comercial (g planta ⁻¹)		Peso medio fruto comercial (g fruto ⁻¹)		% de frutos comerciales	
	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final
% NH ₄ ⁺												
6%	8,3	36,5	117,7	408,5	7,1	29,0	111,7	370,5	15,6	12,7	86,1	79,7
10%	9,1	38,7	131,2	435,2	8,2	31,7	126,2	399,8	15,3	12,6	89,7	81,9
14%	7,8	42,8	106,5	477,1	6,8	33,9	102,3	432,5	14,9	12,8	87,9	79,5
Significación (P Valor)	0,3875	0,1987	0,4762	0,2527	0,3907	0,1913	0,5089	0,2694	0,5457	0,6240	0,6399	0,6606

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, (P≤0.05).

Tabla 3.13 Evaluación del número de hojas formadas por planta sin acumular del experimento 1, ensayo 2: Comparación de los tres porcentajes de amonio presentes en la solución nutritiva.

	28-dic-07	14-ene-08	29-ene-08	18-feb-08	3-mar-08	25-mar-08	9-abr-08	2-may-08	27-may-08	30-jun-08
% NH ₄ ⁺										
6%	13,35	1,83	2,21	3,52	2,58	6,60	5,52	6,69	9,25	10,00
10%	13,77	1,75	2,00	3,04	3,00	6,59	4,81	6,23	9,15	11,79
14%	12,35	2,40	1,88	3,08	3,08	6,48	5,23	7,88	10,98	12,46
Significación (P Valor)	0,2825	0,0705	0,6510	0,6150	0,4636	0,9887	0,6264	0,3928	0,1130	0,3600

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, (P≤0.05).

Tabla 3.14 Evaluación del número de hojas formadas por planta acumulado del experimento 1, ensayo 2: Comparación de los tres porcentajes de amonio presentes en la solución nutritiva.

	28-dic-07	14-ene-08	29-ene-08	18-feb-08	3-mar-08	25-mar-08	9-abr-08	2-may-08	27-may-08	30-jun-08
% NH ₄ ⁺										
6%	13,35	15,19	17,40	20,92	23,50	30,10	35,63	42,31	51,56	61,56
10%	13,77	15,52	17,52	20,56	23,65	30,23	35,04	41,27	50,42	62,21
14%	12,35	14,75	16,63	19,71	22,71	29,19	34,42	42,29	53,27	65,73
Significación (P Valor)	0,2825	0,7450	0,7539	0,7370	0,8685	0,9081	0,9280	0,9581	0,8322	0,6428

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, (P≤0.05).

Tabla 3.15 Evaluación del peso seco generado por planta sin acumular (g planta⁻¹) del experimento 1, ensayo 2: Comparación de los tres porcentajes de amonio presentes en la solución nutritiva.

	28-dic-07	14-ene-08	29-ene-08	18-feb-08	3-mar-08	25-mar-08	9-abr-08	2-may-08	27-may-08	30-jun-08
% NH ₄ ⁺										
6%	4,14	0,42	0,48	0,90	0,73	2,73	2,78	3,80	4,64	3,76
10%	4,55	0,39	0,39	0,73	0,92	2,68	2,38	4,13	5,18	4,86
14%	3,92	0,50	0,37	0,71	0,80	2,40	2,41	5,32	5,83	6,71
Significación (P Valor)	0,3941	0,1531	0,3192	0,5921	0,5026	0,7691	0,6227	0,1903	0,7798	0,0810

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, (P≤0.05).

Tabla 3.16 Evaluación del peso seco generado por planta acumulado ($g\ planta^{-1}$) del experimento 1, ensayo 2: Comparación de los tres porcentajes de amonio presentes en la solución nutritiva.

	28-dic-07	14-ene-08	29-ene-08	18-feb-08	3-mar-08	25-mar-08	9-abr-08	2-may-08	27-may-08	30-jun-08
% NH_4^+										
6%	4,14	4,55	5,03	5,93	6,66	9,38	12,17	15,97	20,60	24,36
10%	4,55	4,95	5,34	6,07	7,00	9,68	12,06	16,19	21,37	26,23
14%	3,92	4,41	4,78	5,49	6,29	8,69	11,10	16,42	22,24	28,96
Significación (P Valor)	0,3941	0,5255	0,5736	0,6008	0,6272	0,6425	0,6821	0,9659	0,6866	0,0975

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

Tabla 3.17 Evaluación del índice de crecimiento relativo (ICR) o “relative growth rate” (RGR), calculado como el cociente de la diferencia entre los logaritmos neperianos de los pesos de la planta en dos momentos determinados y la variación de tiempo en días ($RGR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1}$) del experimento 1, ensayo 2: Comparación de los tres porcentajes de amonio presentes en la solución nutritiva.

	14-ene-08	29-ene-08	18-feb-08	3-mar-08	25-mar-08	9-abr-08	2-may-08	27-may-08	30-jun-08
% NH_4^+									
6%	0,005613 b	0,006607	0,008167	0,008290	0,015740	0,017250	0,011740	0,010237	0,004997
10%	0,004947 b	0,005137	0,006427	0,009983	0,014650	0,014833	0,012857	0,011170	0,006080
14%	0,007087 a	0,005297	0,007007	0,009660	0,014563	0,016267	0,017127	0,012263	0,007767
Significación (P Valor)	0,0164	0,2213	0,5731	0,3582	0,8186	0,5863	0,0840	0,8559	0,2055

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

Tabla 3.18 Evaluación del peso seco promedio por hoja, limbo y peciolo, y evaluación de la longitud de los peciolos (mm) el 28 de Abril de 2008 del experimento 1, ensayo 2: Comparación de los tres porcentajes de amonio presentes en la solución nutritiva.

	Peso seco hoja (g hoja ⁻¹)	Peso seco limbo (g limbo ⁻¹)	Peso seco peciolo (g peciolo ⁻¹)	Longitud peciolos (mm)
% NH ₄ ⁺				
6%	0,366	0,287	0,0790	141,8
10%	0,383	0,305	0,0780	142,5
14%	0,379	0,297	0,0820	166,3
Significación (P Valor)	0,7522	0,7002	0,7854	0,1101

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, (P≤0.05).

Tabla 3.19 Evaluación del porcentaje de hojas afectadas por tipburn sin acumular del experimento 1, ensayo 2: Comparación de los tres porcentajes de amonio presentes en la solución nutritiva.

	CE (dS/m)	14-ene-08	29-ene-08	18-feb-08	3-mar-08	25-mar-08	9-abr-08	2-may-08	27-may-08	24-jun-08
% NH ₄ ⁺										
6%	1,54	0,00	-	0,00	1,59	5,47	0,35	2,93	6,86 b	1,80
10%	1,49	2,30	-	0,74	2,50	6,16	1,32	8,33	14,43 ab	4,85
14%	1,44	0,00	-	0,00	2,36	8,16	0,45	6,41	20,97 a	13,32
Significación (P Valor)		0,0788	-	0,4219	0,8203	0,6449	0,8820	0,2376	0,0171	0,4433

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, (P≤0.05).

Tabla 3.20 Evaluación del porcentaje de hojas afectadas por tipburn acumulado del experimento 1, ensayo 2: Comparación de los tres porcentajes de amonio presentes en la solución nutritiva.

	CE (dS/m)	14-ene-08	29-ene-08	18-feb-08	3-mar-08	25-mar-08	9-abr-08	2-may-08	27-may-08	24-jun-08
% NH ₄ ⁺										
6%	1,54	0,00	0,00	0,00 b	0,37	2,48	2,01	2,22	3,36 b	3,01 b
10%	1,49	2,30	1,08	0,88 a	1,38	3,23	2,86	4,19	6,78 a	6,38 ab
14%	1,44	0,00	0,00	0,00 b	0,72	3,64	2,97	3,98	8,67 a	10,20 a
Significación (P Valor)		0,0788	0,0789	0,0000	0,2726	0,6437	0,6356	0,2278	0,0077	0,0286

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, (P≤0.05).

Tabla 3.21 Evaluación del porcentaje de flores afectadas por tipburn sin acumular del experimento 1, ensayo 2: Comparación de los tres porcentajes de amonio presentes en la solución nutritiva.

	CE (dS/m)	16-ene-08	30-ene-08	20-feb-08	5-mar-08	26-mar-08	11-abr-08	6-may-08	3-jun-08
% NH ₄ ⁺									
6%	1,54	0,00	-	0,93	1,75	5,40	1,52	3,92	2,19 c
10%	1,49	2,68	-	0,00	0,76	5,49	1,10	5,94	4,82 b
14%	1,44	0,00	-	1,39	0,00	4,37	3,95	7,02	7,22 a
Significación (P Valor)		0,0794	-	0,6242	0,2748	0,8283	0,2860	0,3295	0,0002

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, (P≤0.05).

Tabla 3.22 Evaluación del porcentaje de flores afectadas por tipburn acumulado del experimento 1, ensayo 2: Comparación de los tres porcentajes de amonio presentes en la solución nutritiva.

	CE (dS/m)	16-ene-08	30-ene-08	20-feb-08	5-mar-08	26-mar-08	11-abr-08	6-may-08	3-jun-08
% NH ₄ ⁺									
6%	1,54	0,00	0,00	0,40	0,84	3,03	2,62	3,05	2,84 b
10%	1,49	2,68	1,23	0,84	0,80	2,99	2,47	3,65	3,99 ab
14%	1,44	0,00	0,00	0,46	0,30	2,47	2,93	4,30	5,20 a
Significación (P Valor)		0,0794	0,0791	0,7408	0,6803	0,7372	0,9280	0,3663	0,0183

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, (P≤0.05).

Tabla 3.23 Evaluación del porcentaje de calcio, magnesio y potasio en hojas de fresa sobre materia seca del experimento 1, ensayo 2: Comparación de los tres porcentajes de amonio presentes en la solución nutritiva.

	CE (dS/m)	pH	Calcio	Magnesio	Potasio
% NH ₄ ⁺					
6%	1,54	7,96	1,666 a	0,565	1,657
10%	1,49	7,89	1,562 a	0,551	1,478
14%	1,44	6,35	1,041 b	0,533	1,694
Significación (P Valor)			0,0396	0,6315	0,0570

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, (P≤0.05.).

Tabla 3.24 Evaluación de los parámetros productivos del experimento 2, ensayo 1: Comparación de los dos tipos de planta (cepellón y raíz desnuda), ambas procedentes del vivero de altura, en las tres fechas de trasplante. Precoz: Hasta el 31 de Marzo de 2008. Final: Hasta el 26 de Junio de 2008.

	Nº total frutos por planta		Producción total (g planta ⁻¹)		Nº frutos comerciales por planta		Producción comercial (g planta ⁻¹)		Peso medio fruto comercial (g fruto ⁻¹)		% de frutos comerciales	
	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final
Tipo planta												
CEP	14,2	55,7 a	151,2	546,7	10,9	41,0 a	134,5	471,3	12,6 b	11,7 b	78,1	74,6
RD	13,4	51,2 b	155,2	539,7	10,4	38,3 b	139,7	470,6	13,6 a	12,4 a	79,0	75,3
Fecha trasplante												
24-sep-07	20,1 a	73,6 a	203,9 a	701,7 a	14,5 a	52,7 a	176,0 a	591,8 a	12,2 b	11,3 b	72,2 b	71,8 c
17-oct-07	11,3 b	46,9 b	124,3 b	470,8 b	8,8 b	34,9 b	111,0 b	407,8 b	12,6 b	11,7 b	77,9 b	74,5 b
8-nov-07	10,0 b	39,9 c	131,5 b	457,1 b	8,6 b	31,4 c	124,2 b	413,3 b	14,5 a	13,2 a	85,6 a	78,6 a
Análisis de la varianza.												
Parámetros (g.l.)	Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺											
Tipo planta (n=1)	0,76	2,26**	0,25	0,09	0,55	1,86*	0,65	0,00	14,79**	11,85*	0,52	0,75
Fecha trasplante (n=2)	90,80**	93,20**	83,83**	93,77**	84,79**	92,69**	75,79**	90,49**	72,76**	62,29**	69,46**	66,73**
Tipo planta x Fecha trasplante (n= 2)	3,82*	2,33*	2,61	2,34	3,85	0,99	2,04	2,97	1,78	3,71	2,75	10,49
Residuos (n=12)	4,62	2,21	13,30	3,80	10,81	4,46	21,53	6,54	10,67	22,16	27,27	22,04
Desviación estándar ^a	1,24	2,73	17,54	27,65	1,20	2,51	18,31	28,12	0,48	0,60	3,03	1,30

** , *; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas con Raíz desnuda.

Tabla 3.25 Análisis de las interacciones entre el tipo de planta y la fecha de trasplante para el número total de frutos por planta del experimento 2, ensayo 1: Comparación de los dos tipos de planta (cepellón y raíz desnuda), ambas procedentes del vivero de altura, en las tres fechas de trasplante. Precoz: Hasta el 31 de Marzo de 2008. Final: Hasta el 26 de Junio de 2008.

Tipo planta x Fecha trasplante	N° total frutos por planta	
	Precoz	Final
CEP		
24-sep-07	21,83	78,93
17-oct-07	10,87	46,73
08-nov-07	9,97	41,43
RD		
24-sep-07	18,43	68,20
17-oct-07	11,70	46,97
08-nov-07	10,06	38,37
LSD ($P \leq 0.05$)	2,21	4,87
P Valor	0,0268	0,0132

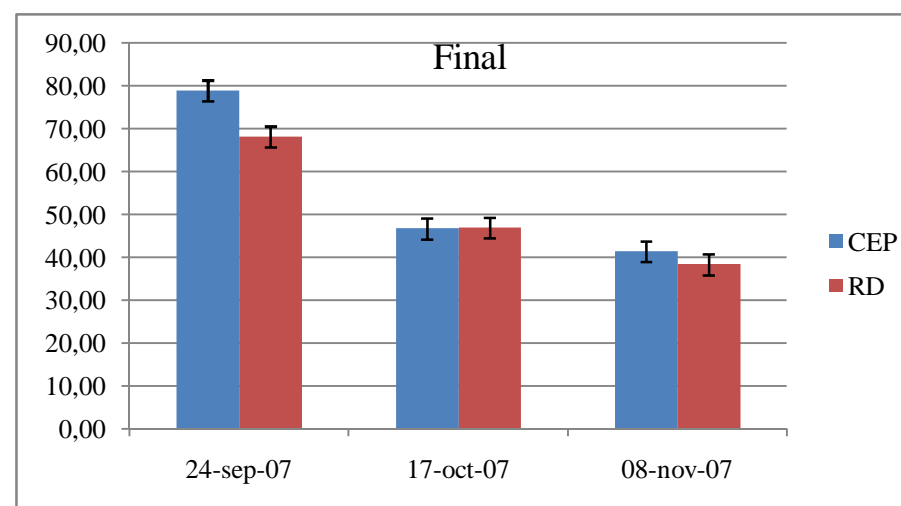
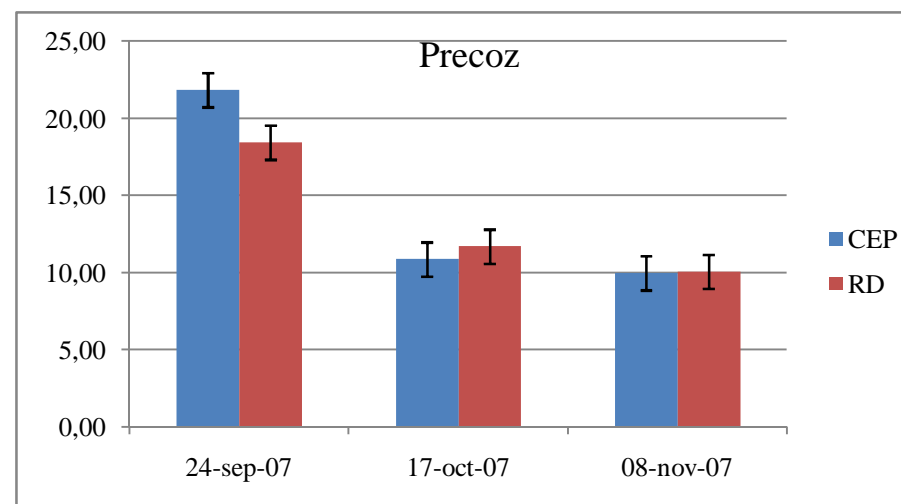


Tabla 3.26 Evaluación del número de hojas formadas por planta sin acumular del experimento 2, ensayo 1: Comparación de los dos tipos de planta (cepellón y raíz desnuda), ambas procedentes del vivero de altura, en las tres fechas de trasplante.

	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
Tipo planta								
CEP	15,5 a	6,4 a	4,0 a	3,4	3,1	7,0	12,5 a	48,4
RD	12,7 b	4,4 b	2,6 b	2,1	2,6	5,5	8,2 b	48,4
Fecha trasplante								
24-sep-07	26,3 a	11,1 a	5,9 a	4,5 a	3,9 a	10,9 a	17,8 a	60,9 a
17-oct-07	10,0 b	2,6 b	2,1 b	2,0 b	2,2 b	3,7 b	7,7 b	38,1 b
8-nov-07	6,0 c	2,5 b	1,9 b	1,7 b	2,3 b	4,0 b	5,6 b	46,2 b
Análisis de la varianza.	Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺							
Parámetros (g.l.)								
Tipo planta (n=1)	2,30**	4,64*	8,78*	10,65	6,25	3,59	11,85**	0,00
Fecha trasplante (n=2)	91,72**	78,91**	67,47**	40,28**	61,15**	73,54**	73,82**	62,46**
Tipo planta x Fecha trasplante (n=2)	5,51**	5,63	8,85	18,72	0,05	4,00	8,74**	10,89
Residuos (n=12)	0,47	10,82	14,90	30,35	34,21	18,87	5,59	26,65
Desviación estándar ^a	0,77	1,83	1,07	1,34	0,72	2,07	1,80	7,57

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda.

Tabla 3.27 Análisis de la interacción entre el tipo de planta y la fecha de trasplante para el número de hojas formadas por planta sin acumular del experimento 2, ensayo 1: Comparación de los dos tipos de planta (cepellón y raíz desnuda), ambas procedentes del vivero de altura, en las tres fechas de trasplante.

Tipo planta x Fecha trasplante	07-ene-08	22-abr-08
CEP		
24-sep-07	30,69	22,56
17-oct-07	9,81	8,78
08-nov-07	5,90	6,22
RD		
24-sep-07	21,84	13,11
17-oct-07	10,15	6,61
08-nov-07	6,09	5,00
LSD ($P \leq 0.05$)	1,37	3,20
P Valor	0,0000	0,0035

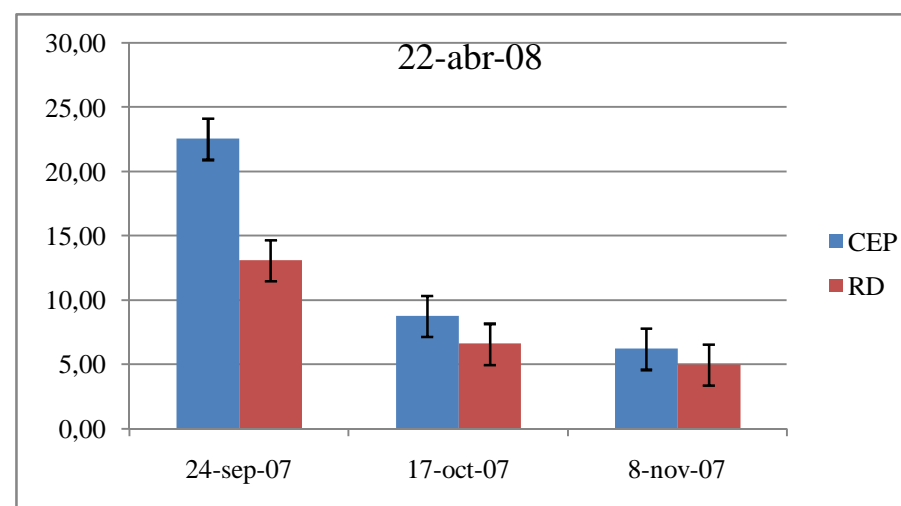
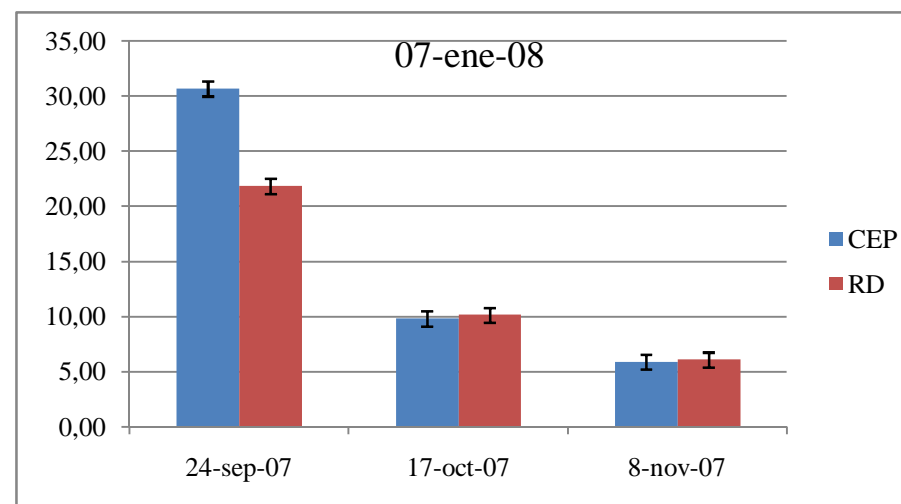


Tabla 3.28 Evaluación del número de hojas formadas por planta acumulado del experimento 2, ensayo 1: Comparación de los dos tipos de planta (cepellón y raíz desnuda), ambas procedentes del vivero de altura, en las tres fechas de trasplante.

	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
Tipo planta								
CEP	15,5 a	21,8 a	25,8 a	29,2 a	32,3 a	39,2 a	51,7 a	100,1 a
RD	12,7 b	17,1 b	19,7 b	21,8 b	24,4 b	29,9 b	38,1 b	86,5 b
Fecha trasplante								
24-sep-07	26,3 a	37,4 a	43,3 a	47,8 a	51,7 a	62,7 a	80,5 a	141,4 a
17-oct-07	10,0 b	12,6 b	14,7 b	16,7 b	18,9 b	22,6 b	30,3 b	68,4 b
8-nov-07	6,0 c	8,5 c	10,4 c	12,1 c	14,4 c	18,4 b	24,0 b	70,1 b
Análisis de la varianza.	Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺							
Parámetros (g.l)								
Tipo planta (n=1)	2,30**	3,07**	3,84**	4,63**	4,81**	4,71**	6,09**	3,28*
Fecha trasplante (n=2)	91,72**	89,33**	88,98**	86,00**	86,22**	85,91**	83,98**	81,78**
Tipo planta x Fecha trasplante (n=2)	5,51**	5,64**	6,15**	7,48**	6,82**	6,43**	6,98**	8,53**
Residuos (n=12)	0,47	1,95	1,04	1,89	2,15	2,95	2,94	6,41
Desviación estándar ^a	0,77	2,31	1,94	2,88	3,22	4,53	5,79	11,66

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda.

Tabla 3.29 *Análisis de la interacción entre el tipo de planta y la fecha de trasplante para el número de hojas formadas por planta acumulado del experimento 2, ensayo 1: Comparación de los dos tipos de planta (cepellón y raíz desnuda), ambas procedentes del vivero de altura, en las tres fechas de trasplante.*

Tipo planta x Fecha trasplante	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
CEP								
24-sep-07	30,69	44,23	51,71	58,08	62,26	75,04	97,59	163,48
17-oct-07	9,81	12,30	14,88	17,14	19,58	23,58	32,36	70,25
08-nov-07	5,90	8,98	10,82	12,37	14,93	19,04	25,26	66,71
RD								
24-sep-07	21,84	30,47	34,81	37,49	41,16	50,27	63,38	119,38
17-oct-07	10,15	12,82	14,53	16,24	18,24	21,69	28,30	66,60
08-nov-07	6,09	8,03	9,89	11,78	13,78	17,69	22,69	73,58
LSD (P≤0.05)	1,37	4,11	3,45	5,12	5,73	8,06	10,30	20,75
P Valor	0,0000	0,0003	0,0000	0,0001	0,0002	0,0010	0,0007	0,0062

Tabla 3.30 Evaluación del peso seco generado por planta sin acumular ($g\ planta^{-1}$) del experimento 2, ensayo 1: Comparación de los dos tipos de planta (cepellón y raíz desnuda), ambas procedentes del vivero de altura, en las tres fechas de trasplante.

	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
Tipo planta								
CEP	4,7 a	1,5	1,4	1,1	1,2 a	2,7	6,2 a	27,5
RD	3,5 b	1,2	1,1	0,9	0,9 b	2,4	4,7 b	26,6
Fecha trasplante								
24-sep-07	8,6 a	2,3 a	1,8 a	1,2	1,1 a	4,0 a	8,2 a	34,7 a
17-oct-07	2,4 b	0,6 b	0,8 b	0,8	0,8 b	1,6 b	4,4 b	23,5 b
8-nov-07	1,3 c	1,1 b	1,1 b	0,9	1,3 a	2,2 b	3,9 b	22,9 b
Análisis de la varianza.	Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺							
Parámetros (g.l)								
Tipo planta (n=1)	3,23**	3,41	7,11	4,45	17,16*	1,32	11,62**	0,56
Fecha trasplante (n=2)	92,98**	73,15**	53,88**	14,23	35,54**	55,59**	71,85**	73,65**
Tipo planta x Fecha trasplante (n=2)	3,14**	3,98	19,22*	25,88	24,07*	1,12	4,63	7,44
Residuos (n=12)	0,64	19,46	19,79	55,44	23,23	41,96	11,89	18,35
Desviación estándar ^a	0,33	0,45	0,32	0,47	0,20	1,06	0,96	3,32

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda.

Tabla 3.31 Análisis de la interacción entre el tipo de planta y la fecha de trasplante para el peso seco generado por planta sin acumular (g planta^{-1}) del experimento 2, ensayo 1: Comparación de los dos tipos de planta (cepellón y raíz desnuda), ambas procedentes del vivero de altura, en las tres fechas de trasplante.

Tipo planta x Fecha trasplante	7-ene-08	7-feb-08	6-mar-08
CEP			
24-sep-07	10,06	2,30	1,18
17-oct-07	2,50	0,89	0,79
08-nov-07	1,52	0,93	1,67
RD			
24-sep-07	7,18	1,31	1,05
17-oct-07	2,27	0,68	0,81
08-nov-07	1,01	1,19	0,92
LSD ($P \leq 0.05$)	0,59	0,57	0,36
P Valor	0,0000	0,0170	0,0140

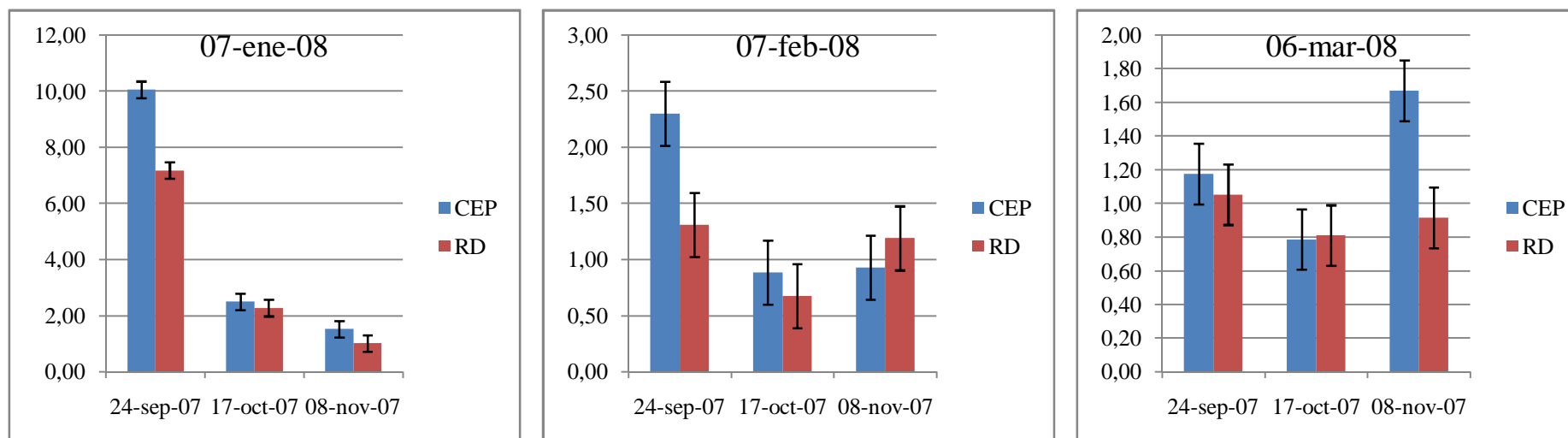


Tabla 3.32 Evaluación del peso seco generado por planta acumulado (g planta^{-1}) del experimento 2, ensayo 1: Comparación de los dos tipos de planta (cepellón y raíz desnuda), ambas procedentes del vivero de altura, en las tres fechas de trasplante.

	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
Tipo planta								
CEP	4,7 a	6,2 a	7,6 a	8,7 a	9,9 a	12,6 a	18,8 a	46,4 a
RD	3,5 b	4,7 b	5,7 b	6,6 b	7,5 b	10,0 b	14,7 b	41,2 b
Fecha trasplante								
24-sep-07	8,6 a	10,9 a	12,7 a	14,0 a	15,1 a	19,0 a	27,2 a	61,9 a
17-oct-07	2,4 b	3,0 b	3,8 b	4,6 b	5,4 b	7,0 b	11,3 b	34,9 b
8-nov-07	1,3 c	2,4 c	3,4 b	4,4 b	5,7 b	7,8 b	11,7 b	34,6 b
Análisis de la varianza.	Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺							
Parámetros (g.l)								
Tipo planta (n=1)	3,23**	3,49**	4,09**	4,54**	5,76**	4,96**	6,69**	3,40*
Fecha trasplante (n=2)	92,98**	92,36**	90,40**	87,26**	86,51**	86,10**	83,66**	85,10**
Tipo planta x Fecha trasplante (n=2)	3,14**	3,15**	4,30**	6,09**	5,51**	4,63*	4,70*	4,49
Residuos (n=12)	0,64	0,99	1,22	2,11	2,23	4,31	4,95	7,00
Desviación estándar ^a	0,33	0,49	0,61	0,85	0,89	1,51	2,20	4,50

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda.

Tabla 3.33 Análisis de la interacción entre el tipo de planta y la fecha de trasplante para el peso seco generado por planta acumulado (g planta^{-1}) del experimento 2, ensayo 1: Comparación de los dos tipos de planta (cepellón y raíz desnuda), ambas procedentes del vivero de altura, en las tres fechas de trasplante.

Tipo planta x Fecha trasplante	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08
CEP							
24-sep-07	10,06	12,68	14,98	16,67	17,84	22,16	31,77
17-oct-07	2,50	3,04	3,94	4,72	5,51	7,21	12,08
08-nov-07	1,52	2,88	3,81	4,58	6,25	8,45	12,66
RD							
24-sep-07	7,18	9,20	10,51	11,28	12,33	15,94	22,64
17-oct-07	2,27	2,98	3,65	4,40	5,20	6,73	10,61
08-nov-07	1,01	1,88	3,07	4,17	5,08	7,24	10,73
LSD ($P \leq 0.05$)	0,59	0,88	1,09	1,52	1,58	2,68	3,92
P Valor	0,0000	0,0002	0,0001	0,0003	0,0006	0,0125	0,0183

Tabla 3.34 Evaluación del peso seco promedio por hoja, limbo y peciolo del experimento 2, ensayo 1: Comparación de los dos tipos de planta (cepellón y raíz desnuda), ambas procedentes del vivero de altura, en las tres fechas de trasplante.

	Peso seco hoja (g hoja ⁻¹)	Peso seco limbo (g limbo ⁻¹)	Peso seco peciolo (g peciolo ⁻¹)
Tipo planta			
CEP	0,41	0,33 b	0,08
RD	0,43	0,35 a	0,08
Fecha trasplante			
24-sep-07	0,35 c	0,27 c	0,08 b
17-oct-07	0,41 b	0,33 b	0,08 b
8-nov-07	0,51 a	0,42 a	0,09 a
Análisis de la varianza.		Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺	
Parámetros (g.l)			
Tipo planta (n=1)	1,49	2,11*	3,66
Fecha trasplante (n=2)	90,87**	91,32**	53,42**
Tipo planta x Fecha trasplante (n=2)	1,54	1,65	3,98
Residuos (n=12)	6,10	4,92	38,94
Desviación estándar ^a	0,02	0,02	0,01

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda.

Tabla 3.35 Evaluación del contenido en almidón de las raíces en el momento del trasplante y del número estolones emitidos (10 de Junio de 2008) del experimento 2, ensayo 1: Comparación de los dos tipos de planta (cepellón y raíz desnuda), ambas procedentes del vivero de altura, en las tres fechas de trasplante. (U.R.: Unidad de repetición= 16 plantas).

	mg almidón por planta	Estolones retirados por U.R.
Tipo planta		
CEP	69,2 a	51,1 b
RD	35,8 b	78,4 a
Fecha trasplante		
24-sep-07	33,1 b	16,8 b
17-oct-07	57,9 a	78,5 a
8-nov-07	66,4 a	99,0 a
Análisis de la varianza.		
Parámetros (g.l)		Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺
Tipo planta (n=1)	49,64**	10,83*
Fecha trasplante (n=2)	35,42**	70,71**
Tipo planta x Fecha trasplante (n=2)	9,00**	2,60
Residuos (n=12)	5,95	15,86
Desviación estándar ^a	7,08	20,25

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda.

Tabla 3.36 Análisis de la interacción entre el tipo de planta y la fecha de trasplante para el contenido en almidón de las raíces en el momento del trasplante del experimento 2, ensayo 1: Comparación de los dos tipos de planta (cepellón y raíz desnuda), ambas procedentes del vivero de altura, en las tres fechas de trasplante.

Tipo planta x Fecha trasplante	mg almidón por planta
CEP	
24-sep-07	43,77
17-oct-07	84,58
08-nov-07	79,16
RD	
24-sep-07	22,52
17-oct-07	31,25
08-nov-07	53,58
LSD ($P \leq 0.05$)	12,59
P Valor	0,0040

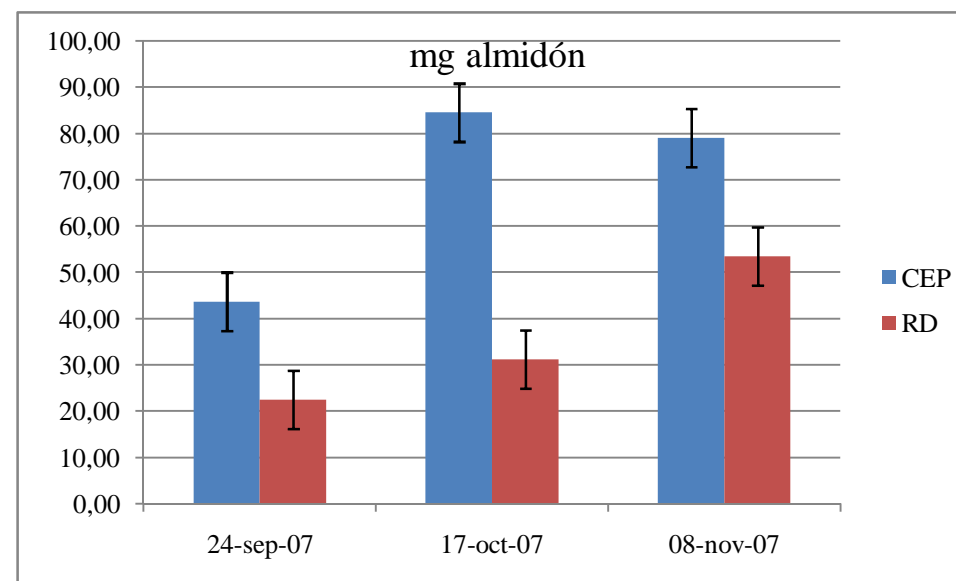


Tabla 3.37 Evaluación de los parámetros productivos del experimento 2, ensayo 2: Comparación de las plantas procedentes del vivero de altura y del vivero de bajura (ambas con cepellón) en las tres fechas de trasplante. Precoz: Hasta el 31 de Marzo de 2008. Final: Hasta el 26 de Junio de 2008.

	Nº total frutos por planta		Producción total (g planta ⁻¹)		Nº frutos comerciales por planta		Producción comercial (g planta ⁻¹)		Peso medio fruto comercial (g fruto ⁻¹)		% de frutos comerciales	
	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final
Vivero												
VA	14,2 a	55,7 a	151,2 a	546,7	10,9 a	41,0	134,5 a	471,3	12,6 b	11,7	78,1	74,6
VB	11,1 b	51,3 b	120,3 b	519,2	8,1 b	37,7	105,3 b	449,5	13,4 a	12,2	76,1	74,6
Fecha trasplante												
24-sep-07	19,6 a	75,9 a	184,4 a	684,9 a	13,5 a	53,0 a	154,1 a	567,9 a	11,4 c	10,7 c	68,4 c	69,7 b
17-oct-07	9,8 b	42,3 b	106,7 b	431,6 b	7,6 b	32,2 b	95,2 b	378,9 c	12,6 b	11,9 b	77,1 b	76,3 a
8-nov-07	8,7 b	42,4 b	116,3 b	482,3 b	7,4 b	33,0 b	110,3 b	434,4 b	15,0 a	13,2 a	85,9 a	77,8 a
Análisis de la varianza.	Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺											
Parámetros (g.l)												
Vivero (n=1)	8,34**	1,75*	13,21*	1,37	15,76**	2,52	17,99*	1,53	5,50*	3,80	0,99	0,00
Fecha trasplante (n=2)	82,33**	92,49**	66,14**	87,16**	67,35**	88,28**	52,59**	80,64**	78,19**	69,82**	80,53**	64,86**
Vivero x Fecha trasplante (n=2)	0,88	1,94	3,15	2,10	2,18	1,52	5,13	2,30	4,80	8,85	6,31	7,83
Residuos (n=12)	8,45	3,83	17,50	9,37	14,71	7,68	24,29	15,53	10,98	17,53	12,17	27,31
Desviación estándar ^a	1,92	3,95	21,82	43,96	1,62	3,48	20,80	42,62	0,69	0,62	2,39	1,83

** , *; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura.

Tabla 3.38 Evaluación del número de hojas formadas por planta sin acumular del experimento 2, ensayo 2: Comparación de las plantas procedentes del vivero de altura y del vivero de bajura (ambas con cepellón) en las tres fechas de trasplante.

	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
Vivero								
VA	15,5	6,4	4,0	3,4	3,1	7,0	12,5	48,4
VB	14,8	5,5	3,6	2,9	3,0	7,0	11,6	49,1
Fecha trasplante								
24-sep-07	30,3 a	12,2 a	7,0 a	6,1 a	4,3 a	11,6 a	21,0 a	64,4 a
17-oct-07	8,4 b	2,3 b	2,3 b	2,0 b	2,3 b	4,6 b	8,1 b	38,7 b
8-nov-07	6,8 c	3,4 b	2,0 b	1,4 b	2,6 b	4,8 b	7,1 b	43,3 b
Análisis de la varianza.	Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺							
Parámetros (g.l)								
Vivero (n=1)	0,09	0,79	0,57	1,03	0,05	0,00	0,48	0,09
Fecha trasplante (n=2)	98,77**	87,19**	79,35**	84,45**	63,98**	80,83**	89,97**	77,80**
Vivero x Fecha trasplante (n=2)	0,80**	2,04	1,00	0,05	2,50	5,89	2,17	1,23
Residuos (n=12)	0,35	9,99	19,08	14,47	33,47	13,28	7,38	20,88
Desviación estándar ^a	0,78	1,84	1,39	1,06	0,82	1,61	2,22	7,10

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura.

Tabla 3.39 Análisis de la interacción entre el vivero de procedencia de las plantas y la fecha de trasplante para el número de hojas formadas por planta sin acumular del experimento 2, ensayo 2: Comparación de las plantas procedentes del vivero de altura y del vivero de bajura (ambas con cepellón) en las tres fechas de trasplante

Vivero x Fecha trasplante	07-ene-08
VA	
24-sep-07	30,69
17-oct-07	9,81
08-nov-07	5,89
VB	
24-sep-07	29,81
17-oct-07	6,96
08-nov-07	7,73
LSD (P≤0.05)	1,39
P Valor	0,0008

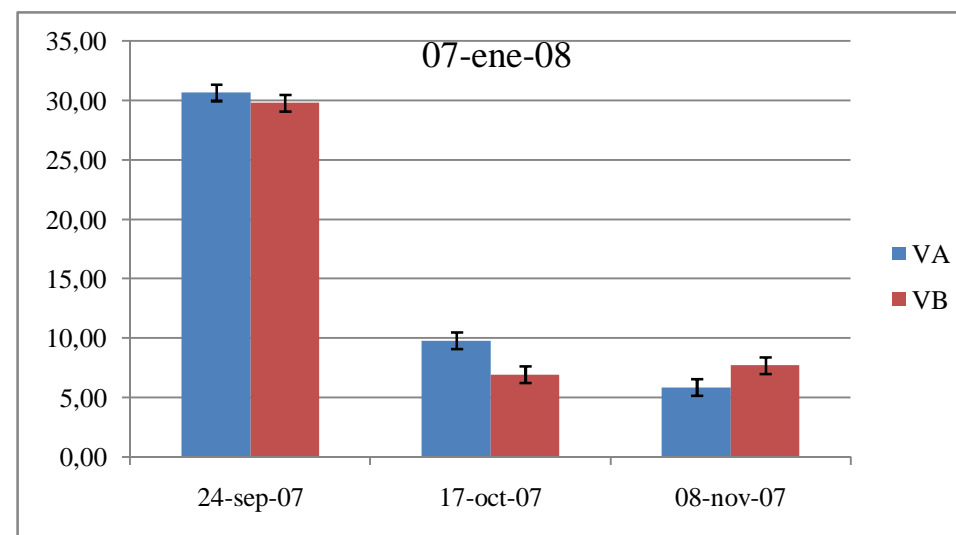


Tabla 3.40 Evaluación del número de hojas formadas por planta acumulado del experimento 2, ensayo 2: Comparación de las plantas procedentes del vivero de altura y del vivero de bajura (ambas con cepellón) en las tres fechas de trasplante.

	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
Vivero								
VA	15,5	21,8	25,8	29,2	32,3	39,2	51,7	100,1
VB	14,8	20,4	23,9	26,9	29,9	36,9	48,5	97,6
Fecha trasplante								
24-sep-07	30,3 a	42,4 a	49,5 a	55,6 a	59,9 a	71,5 a	92,6 a	156,9 a
17-oct-07	8,4 b	10,7 b	13,0 b	15,0 b	17,1 b	21,7 b	29,8 b	68,5 b
8-nov-07	6,8 c	10,2 b	12,2 b	13,6 b	16,2 b	21,0 b	28,0 b	71,3 b
Análisis de la varianza.	Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺							
Parámetros (g.l)								
Vivero (n=1)	0,09	0,23	0,28	0,35	0,33	0,24	0,29	0,09
Fecha trasplante (n=2)	98,77**	97,38**	97,37**	97,53**	97,06**	96,52**	95,89**	93,58**
Vivero x Fecha trasplante (n=2)	0,80**	0,79	0,84	0,72	0,69	0,91	1,15	1,18
Residuos (n=12)	0,35	1,60	1,51	1,40	1,91	2,33	2,67	5,15
Desviación estándar ^a	0,78	2,37	2,65	2,86	3,51	4,50	6,13	11,78

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura.

Tabla 3.41 Análisis de la interacción entre el vivero de procedencia de las plantas y la fecha de trasplante para el número de hojas formadas por planta acumulado del experimento 2, ensayo 2: Comparación de las plantas procedentes del vivero de altura y del vivero de bajura (ambas con cepellón) en las tres fechas de trasplante.

Vivero x Fecha trasplante	07-ene-08
VA	
24-sep-07	30,69
17-oct-07	9,81
08-nov-07	5,89
VB	
24-sep-07	29,81
17-oct-07	6,96
08-nov-07	7,73
LSD (P≤0.05)	1,39
P Valor	0,0008

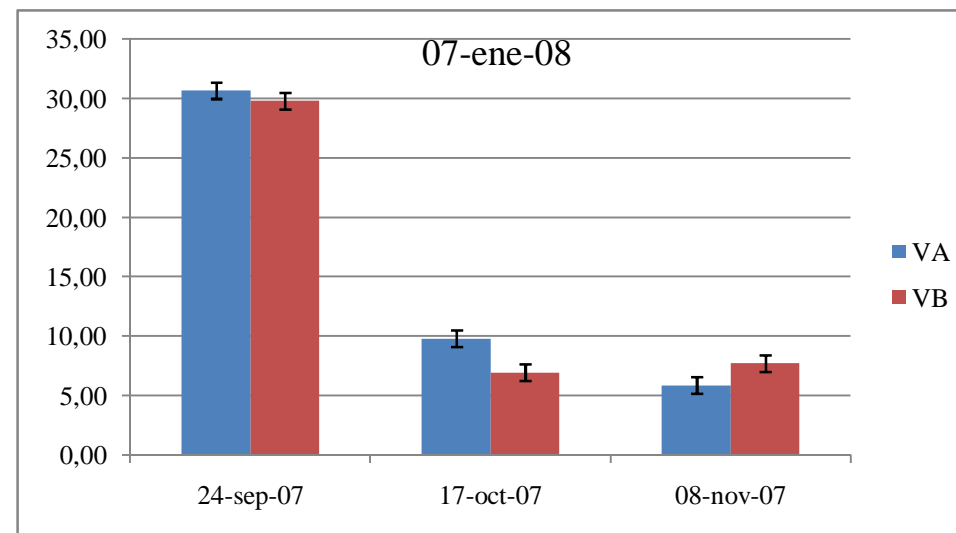


Tabla 3.42 Evaluación del peso seco generado por planta sin acumular ($g\ planta^{-1}$) del experimento 2, ensayo 2: Comparación de las plantas procedentes del vivero de altura y del vivero de bajura (ambas con cepellón) en las tres fechas de trasplante.

	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
Vivero								
VA	4,7	1,5	1,4	1,1	1,2	2,7	6,2	27,5
VB	4,6	1,3	1,1	0,9	1,1	3,0	6,1	28,3
Fecha trasplante								
24-sep-07	9,8 a	29,0 a	2,1 a	1,7 a	1,2 b	3,9 a	9,1 a	34,8 a
17-oct-07	2,2 b	0,6 c	0,7 b	0,7 b	0,8 c	2,2 b	4,8 b	25,6 b
8-nov-07	1,9 b	1,4 b	0,9 b	0,7 b	1,5 a	2,5 b	4,7 b	23,4 b
Análisis de la varianza.	Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺							
Parámetros (g.l)								
Vivero (n=1)	0,01	1,22	4,50	1,41	3,19	1,56	0,04	0,41
Fecha trasplante (n=2)	98,54**	75,68**	71,38**	64,62**	58,55**	44,40*	77,72**	64,24**
Vivero x Fecha trasplante (n=2)	0,63*	4,46	1,38	0,76	8,97	10,52	3,58	7,20
Residuos (n=12)	0,83	18,64	22,74	33,21	29,30	43,52	18,66	28,15
Desviación estándar ^a	0,41	0,42	0,41	0,42	0,23	0,92	1,22	4,00

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura.

Tabla 3.43 Análisis de la interacción entre el vivero de procedencia de las plantas y la fecha de trasplante para el peso seco generado por planta sin acumular (g planta^{-1}) del experimento 2, ensayo 2: Comparación de las plantas procedentes del vivero de altura y del vivero de baja (ambas con cepellón) en las tres fechas de trasplante.

Vivero x Fecha trasplante	07-ene-08
VA	
24-sep-07	10,06
17-oct-07	2,50
08-nov-07	1,52
VB	
24-sep-07	9,61
17-oct-07	1,98
08-nov-07	2,28
LSD ($P \leq 0.05$)	0,73
P Valor	0,0340

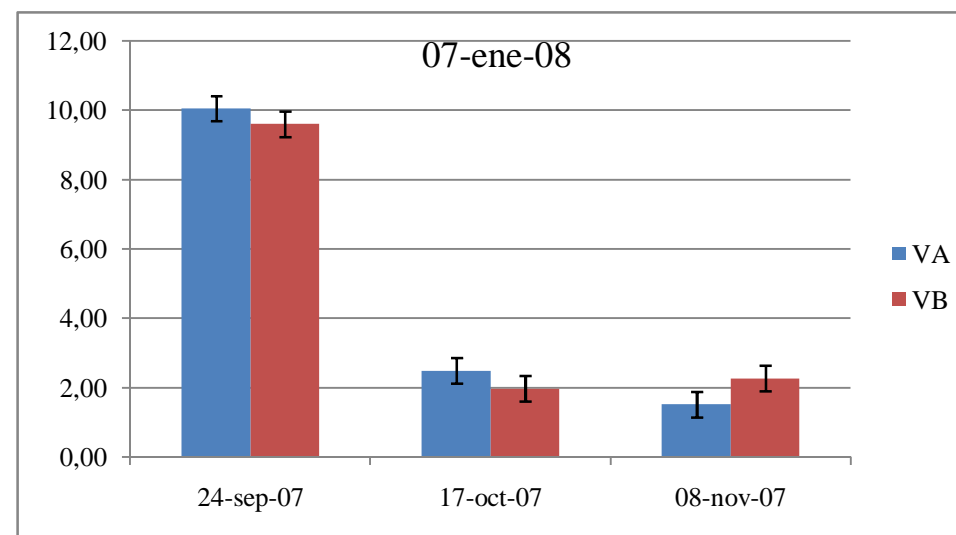


Tabla 3.44 Evaluación del peso seco generado por planta acumulado (g planta⁻¹) del experimento 2, ensayo 2: Comparación de las plantas procedentes del vivero de altura y del vivero de bajura (ambas con cepellón) en las tres fechas de trasplante.

	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
Vivero								
VA	4,7	6,2	7,6	8,7	9,9	12,6	18,8	46,4
VB	4,6	6,0	7,0	8,0	9,1	12,1	18,2	46,5
Fecha trasplante								
24-sep-07	9,8 a	12,1 a	14,2 a	15,9 a	17,0 a	21,0 a	30,0 a	64,8 a
17-oct-07	2,2 b	2,8 b	3,6 b	4,2 b	5,1 b	7,3 b	12,1 b	37,7 b
8-nov-07	1,9 b	3,3 b	4,2 b	4,8 b	6,3 b	8,8 b	13,5 b	36,9 b
Análisis de la varianza.	Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺							
Parámetros (g.l)								
Vivero (n=1)	0,01	0,08	0,31	0,40	0,55	0,17	0,13	0,00
Fecha trasplante (n=2)	98,54**	97,69**	96,58**	96,90**	96,14**	94,29**	92,54**	84,10**
Vivero x Fecha trasplante (n=2)	0,63*	0,82	0,92	0,62	0,40	1,09	1,58	3,64
Residuos (n=12)	0,83	1,41	2,20	2,07	2,91	4,45	5,74	12,25
Desviación estándar ^a	0,41	0,63	0,90	0,96	1,15	1,63	2,49	6,07

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura.

Tabla 3.45 Análisis de la interacción entre el vivero de procedencia de las plantas y la fecha de trasplante para el peso seco generado por planta acumulado (g planta^{-1}) del experimento 2, ensayo 2: Comparación de las plantas procedentes del vivero de altura y del vivero de bajura (ambas con cepellón) en las tres fechas de trasplante.

Vivero x Fecha trasplante	07-ene-08
VA	
24-sep-07	10,06
17-oct-07	2,50
08-nov-07	1,52
VB	
24-sep-07	9,61
17-oct-07	1,98
08-nov-07	2,28
LSD ($P \leq 0.05$)	0,73
P Valor	0,0340

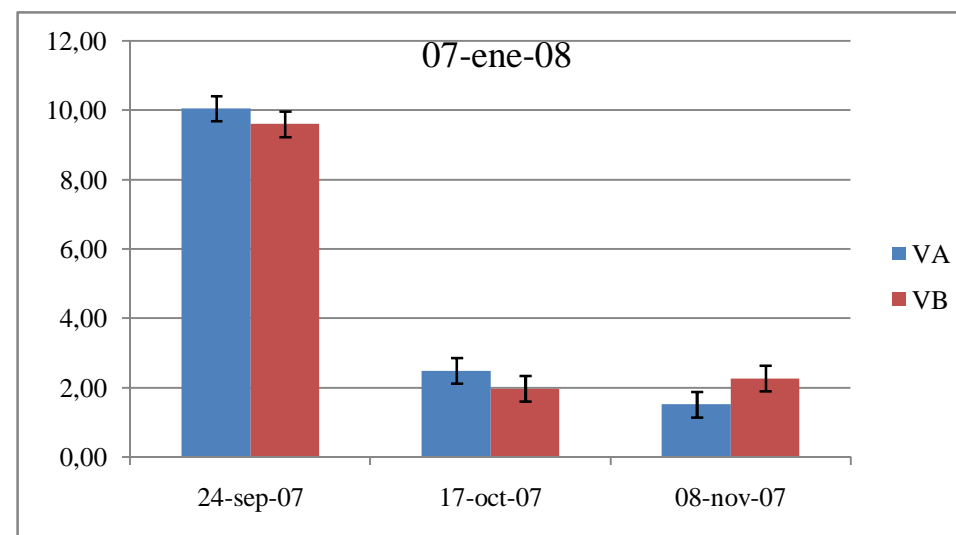


Tabla 3.46 Evaluación del peso seco promedio por hoja, limbo y peciolo del experimento 2, ensayo 2: Comparación de las plantas procedentes del vivero de altura y del vivero de bajura (ambas con cepellón) en las tres fechas de trasplante.

	Peso seco hoja (g hoja ⁻¹)	Peso seco limbo (g limbo ⁻¹)	Peso seco peciolo (g peciolo ⁻¹)
Vivero			
VA	0,41	0,33	0,08
VB	0,41	0,33	0,08
Fecha trasplante			
24-sep-07	0,33 c	0,25 c	0,08 b
17-oct-07	0,42 b	0,34 b	0,08 b
8-nov-07	0,49 a	0,40 a	0,09 a
Análisis de la varianza.		Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺	
Parámetros (g.l)			
Vivero (n=1)	0,00	0,08	0,35
Fecha trasplante (n=2)	85,19**	85,84**	53,13**
Vivero x Fecha trasplante (n=2)	7,50*	7,65**	11,92
Residuos (n=12)	7,31	6,44	34,60
Desviación estándar ^a	0,02	0,02	0,01

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura.

Tabla 3.47 Análisis de la interacción entre el vivero de procedencia de las plantas y la fecha de trasplante para peso seco promedio por hoja y limbo del experimento 2, ensayo 2: Comparación de las plantas procedentes del vivero de altura y del vivero de bajura (ambas con cepellón) en las tres fechas de trasplante.

Vivero x Fecha trasplante	Peso seco hoja (g hoja ⁻¹)	Peso seco limbo (g limbo ⁻¹)
VA		
24-sep-07	0,337	0,255
17-oct-07	0,393	0,316
08-nov-07	0,513	0,425
VB		
24-sep-07	0,330	0,254
17-oct-07	0,443	0,355
08-nov-07	0,470	0,377
LSD (P≤0.05)	0,041	0,036
P Valor	0,0145	0,0091

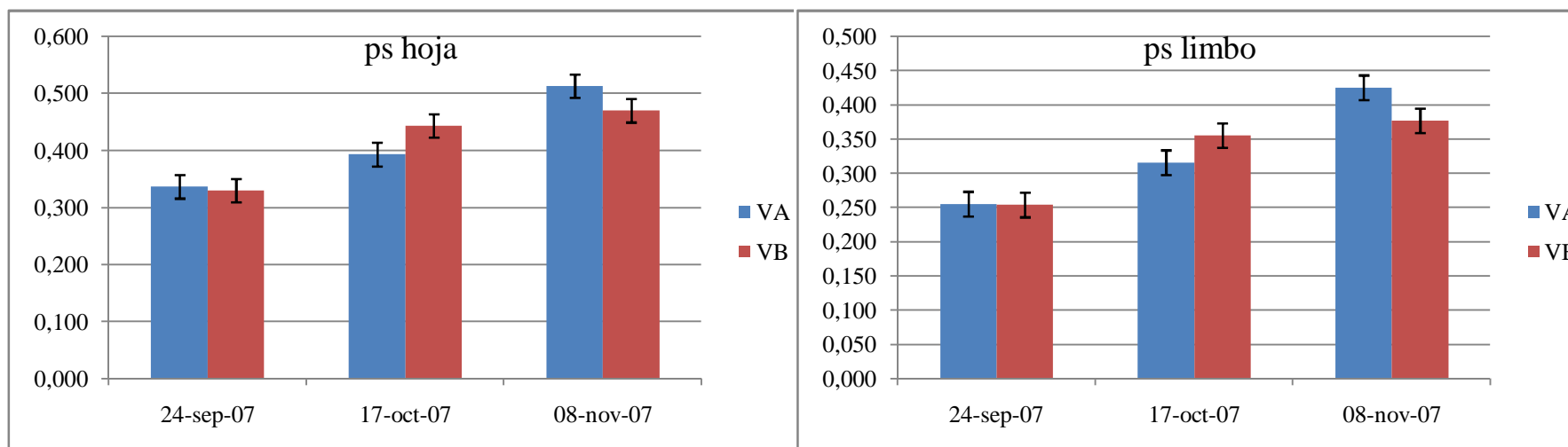


Tabla 3.48 Evaluación del contenido en almidón de las raíces en el momento del trasplante y del número estolones emitidos (10 de Junio de 2008) del experimento 2, ensayo 2: Comparación de las plantas procedentes del vivero de altura y del vivero de bajura (ambas con cepellón) en las tres fechas de trasplante. (U.R.: Unidad de repetición= 16 plantas).

	mg almidón por planta	Estolones retirados por U.R.
Vivero		
VA	69,2 a	51,1 b
VB	42,4 b	69,0 a
Fecha trasplante		
24-sep-07	30,8 c	10,0 c
17-oct-07	61,0 b	69,5 b
8-nov-07	75,6 a	100,7 a
Análisis de la varianza.		
Parámetros (g.l)		Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺
Vivero (n=1)	28,52**	4,47*
Fecha trasplante (n=2)	55,32**	79,10**
Vivero x Fecha trasplante (n=2)	10,67**	5,61
Residuos (n=12)	5,49	10,82
Desviación estándar ^a	7,19	17,03

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura.

Tabla 3.49 Análisis de la interacción entre el vivero de procedencia de las plantas y la fecha de trasplante para el contenido en almidón de las raíces en el momento del trasplante del experimento 2, ensayo 2: Comparación de las plantas procedentes del vivero de altura y del vivero de bajura (ambas con cepellón) en las tres fechas de trasplante.

Vivero x Fecha trasplante	mg almidón por planta
VA	
24-sep-07	43,77
17-oct-07	84,58
08-nov-07	79,16
VB	
24-sep-07	17,83
17-oct-07	37,34
08-nov-07	72,01
LSD ($P \leq 0.05$)	12,80
P Valor	0,0015

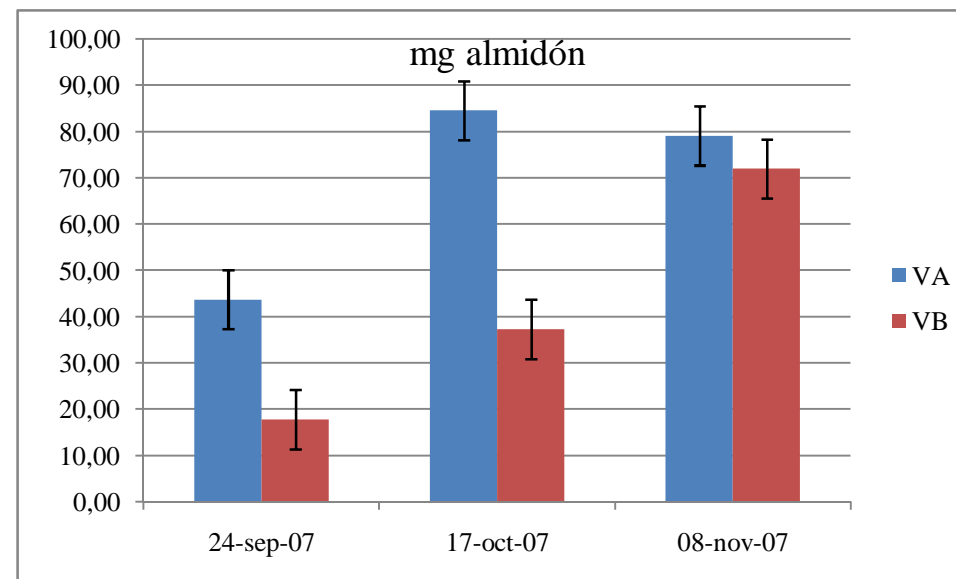


Tabla 3.50 Evaluación de los parámetros productivos del experimento 2, ensayo 3: Comparación de los tres tipos de planta' (CepVA, RdVA y CepVB) en las tres fechas de trasplante. Precoz: Hasta el 31 de Marzo de 2008. Final: Hasta el 26 de Junio de 2008.

	Nº total frutos por planta		Producción total (g planta ⁻¹)		Nº frutos comerciales por planta		Producción comercial (g planta ⁻¹)		Peso medio fruto comercial (g fruto ⁻¹)		% de frutos comerciales	
	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final
Tipo planta'												
CEP VA	14,2 a	55,7 a	151,2 a	546,7	10,9 a	41,0	134,5 a	471,3	12,6 b	11,7 b	78,1	74,6
RD VA	13,4 a	51,2 b	155,2 a	539,7	10,4 a	38,3	139,7 a	470,6	13,6 a	12,4 a	79,0	75,3
CEP VB	11,1 b	51,3 b	120,3 b	519,2	8,1 b	37,7	105,3 b	449,5	13,4 a	12,2 ab	76,1	74,6
Fecha trasplante												
24-sep-07	19,2 a	73,4 a	188,7 a	685,3 a	13,5 a	52,1 a	160,2 a	574,4 a	11,9 c	11,0 c	69,9 c	71,0 b
17-oct-07	10,4 b	43,8 b	115,3 b	451,9 b	8,1 b	33,1 b	102,8 b	395,4 b	12,8 b	12,0 b	77,0 b	75,6 a
8-nov-07	9,1 b	41,0 b	122,7 b	468,4 b	7,8 b	31,9 b	116,4 b	421,7 b	14,9 a	13,2 a	86,3 a	77,9 a
Análisis de la varianza.												
Parámetros (g.l)					Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺							
Tipo planta' (n=2)	7,17**	1,85*	14,71**	1,03	14,31**	2,06	20,15**	1,33	7,47**	7,60*	1,84	0,59
Fecha trasplante (n=2)	82,10**	90,23**	65,72**	86,43**	67,70**	88,37**	52,56**	80,55**	73,38**	67,36**	75,27**	56,50**
Tipo planta' x Fecha trasplante (n=4)	2,34	4,03**	2,69	4,47	2,70	2,69	3,66	5,31	8,33*	9,91*	5,70	16,26
Residuos (n=18)	8,40	3,89	16,88	8,07	15,30	6,87	23,63	12,81	10,82	15,13	17,20	26,64
Desviación estándar ^a	1,75	3,72	20,48	39,80	1,52	3,16	20,10	38,54	0,60	0,52	2,79	1,57

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

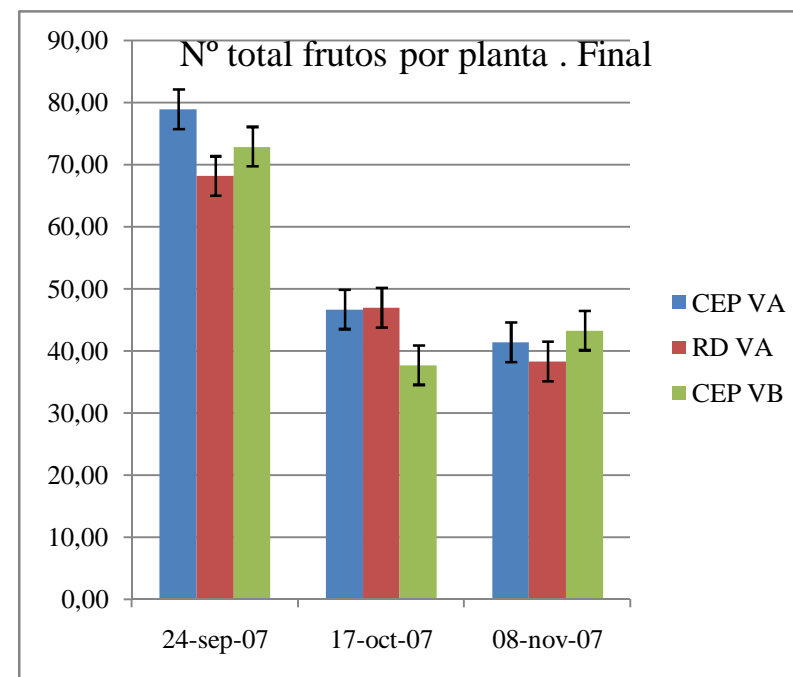
^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura. CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda.

Tabla 3.51 Análisis interacciones entre el tipo de planta' y la fecha de trasplante para los parámetros productivos del experimento 2, ensayo 3: Comparación de los tres tipos de planta' (CepVA, RdVA y CepVB) en las tres fechas de trasplante. Precoz: Hasta el 31 de Marzo de 2008. Final: Hasta el 26 de Junio de 2008.

Tipo planta' x Fecha trasplante	Nº total frutos por planta	Peso medio fruto comercial (g fruto -1)	
	<u>Final</u>	<u>Precoz</u>	<u>Final</u>
CEP VA			
24-sep-07	78,93	11,55	10,81
17-oct-07	46,73	12,05	11,16
08-nov-07	41,43	14,29	13,10
RD VA			
24-sep-07	68,20	12,78	11,69
17-oct-07	46,97	13,12	12,28
08-nov-07	38,37	14,77	13,27
CEP VB			
24-sep-07	72,93	11,31	10,61
17-oct-07	37,77	13,19	12,63
08-nov-07	43,33	15,77	13,25
LSD (P≤0.05)	6,38	1,04	0,88
P Valor	0,0092	0,0288	0,0489



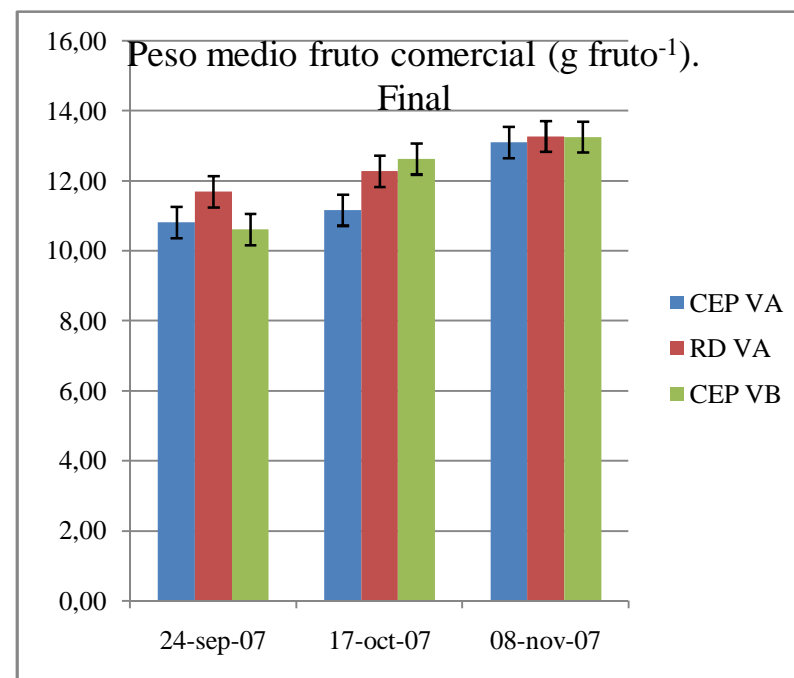
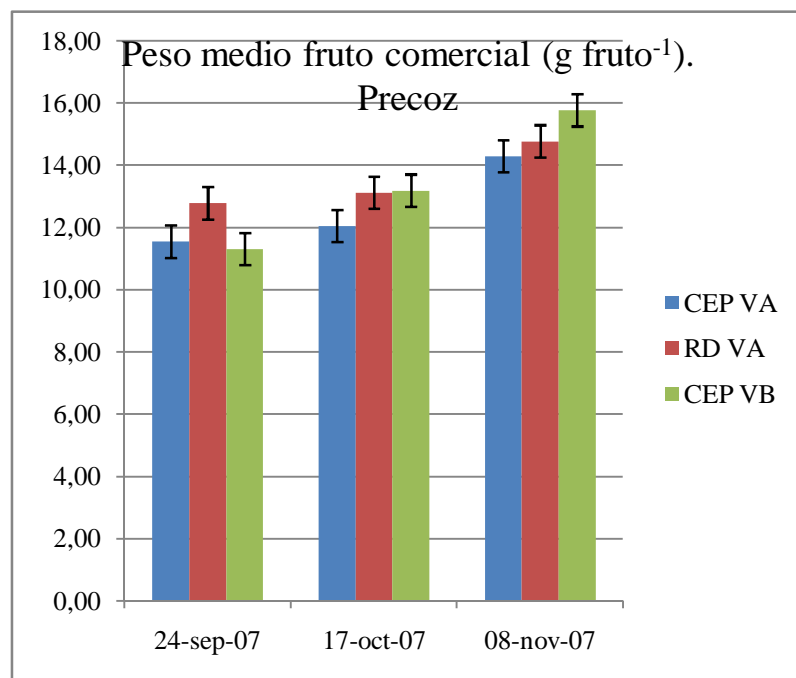


Tabla 3.52 Evaluación del número de hojas formadas por planta sin acumular del experimento 2, ensayo 3: Comparación de los tres tipos de planta' (CepVA, RdVA y CepVB) en las tres fechas de trasplante.

	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
Tipo planta'								
CEP VA	15,5 a	6,4	4,0	3,4	3,1	7,0	12,5 a	48,4
RD VA	12,7 b	4,4	2,6	2,1	2,6	5,5	8,2 b	48,4
CEP VB	14,8 a	5,5	3,6	2,9	3,0	7,0	11,6 a	49,2
Fecha trasplante								
24-sep-07	27,4 a	11,0 a	6,1 a	5,0 a	4,1 a	10,7 a	18,4 a	61,6 a
17-oct-07	9,0 b	2,4 b	2,1 b	1,9 b	2,1 b	4,2 b	7,6 b	38,5 c
8-nov-07	6,6 c	2,9 b	2,0 b	1,6 b	2,4 b	4,5 b	6,4 b	45,9 b
Análisis de la varianza.								
Parámetros (g.l)	Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺							
Tipo planta' (n=2)	1,51**	3,36	5,90	6,94	4,07	3,90	8,92**	0,10
Fecha trasplante (n=2)	92,96**	81,77**	71,05**	56,22**	61,38**	71,92**	76,63**	66,62**
Tipo planta' x Fecha trasplante (n=4)	5,11**	4,62	6,15	15,29*	2,65	4,86	6,61*	7,73
Residuos (n=18)	0,42	10,25	16,90	21,55	31,89	19,32	7,84	25,55
Desviación estándar ^a	0,77	1,71	1,16	1,16	0,77	1,91	2,11	7,30

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura. CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda.

Tabla 3.53 Análisis de la interacción entre el tipo de planta' y la fecha de trasplante para el número de hojas formadas por planta sin acumular del experimento 2, ensayo 3: Comparación de los tres tipos de planta' (CepVA, RdVA y CepVB) en las tres fechas de trasplante.

Tipo planta' x Fecha trasplante	07-ene-08	21-feb-08	22-abr-08
CEP VA			
24-sep-07	30,69	6,37	22,56
17-oct-07	9,81	2,27	8,78
08-nov-07	5,90	1,56	6,22
RD VA			
24-sep-07	21,84	2,69	13,11
17-oct-07	10,15	1,72	6,61
08-nov-07	6,09	1,89	5,00
CEP VB			
24-sep-07	29,81	5,84	19,45
17-oct-07	6,96	1,72	7,45
08-nov-07	7,73	1,24	7,89
LSD (P≤0.05)	1,31	1,99	3,62
P Valor	0,0000	0,0380	0,0208

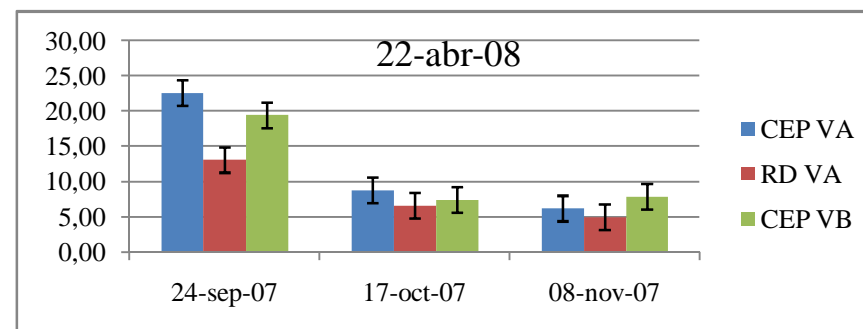
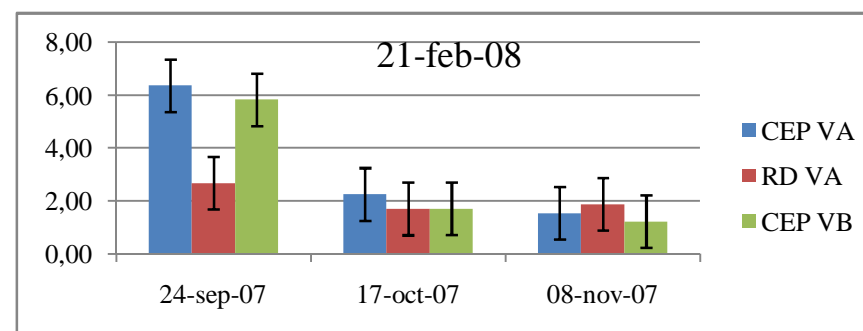
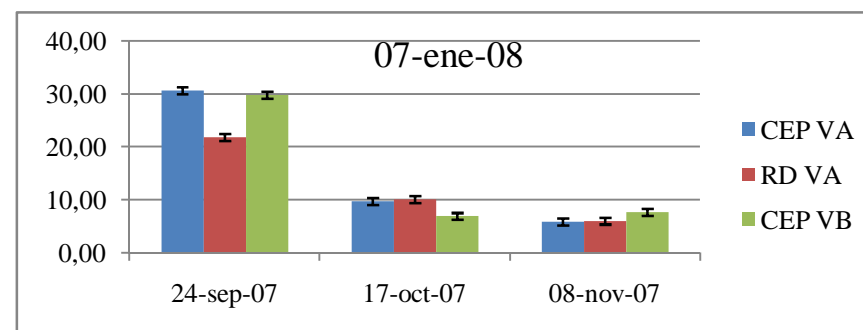


Tabla 3.54 Evaluación del número de hojas formadas por planta acumulado del experimento 2, ensayo 3: Comparación de los tres tipos de planta' (CepVA, RdVA y CepVB) en las tres fechas de trasplante.

	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
Tipo planta'								
CEP VA	15,5 a	21,8 a	25,8 a	29,2 a	32,3 a	39,2 a	51,7 a	100,1
RD VA	12,7 b	17,1 b	19,7 b	21,8 b	24,4 b	29,9 b	38,1 b	86,5
CEP VB	14,8 a	20,4 a	23,9 a	26,9 a	29,9 a	36,9 a	48,5 a	97,6
Fecha trasplante								
24-sep-07	27,4 a	38,5 a	44,6 a	49,6 a	53,7 a	64,4 a	82,8 a	144,4 a
17-oct-07	9,0 b	11,4 b	13,5 b	15,4 b	17,5 b	21,7 b	29,3 b	67,9 b
8-nov-07	6,6 c	9,5 b	11,4 b	13,0 b	15,4 b	19,9 b	26,2 b	72,1 b
Análisis de la varianza.	Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺							
Parámetros (g.l)								
Tipo planta' (n=2)	1,51**	2,04**	2,54**	3,02**	3,13**	3,29**	4,34**	2,42
Fecha trasplante (n=2)	92,96**	91,54**	90,92**	89,27**	89,07**	88,67**	86,86**	84,96**
Tipo planta' x Fecha trasplante (n=4)	5,11**	4,69**	4,91**	5,74**	5,38**	4,77**	5,18**	5,85*
Residuos (n=18)	0,42	1,72	1,63	1,97	2,42	3,26	3,62	6,78
Desviación estándar ^a	0,77	2,23	2,49	3,04	3,55	4,83	6,49	12,14

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura. CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda.

Tabla 3.55 Análisis de la interacción entre el tipo de planta' y la fecha de trasplante para el número de hojas formadas por planta acumulado del experimento 2, ensayo 3: Comparación de los tres tipos de planta' (CepVA, RdVA y CepVB) en las tres fechas de trasplante.

Tipo planta' x Fecha trasplante	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
CEP VA								
24-sep-07	30,69	44,23	51,71	58,08	62,26	75,04	97,59	163,48
17-oct-07	9,81	12,30	14,88	17,14	19,58	23,58	32,36	70,25
08-nov-07	5,90	8,98	10,82	12,37	14,93	19,04	25,26	66,71
RD VA								
24-sep-07	21,84	30,47	34,81	37,49	41,16	50,27	63,38	119,38
17-oct-07	10,15	12,82	14,53	16,24	18,24	21,69	28,30	66,60
08-nov-07	6,09	8,03	9,89	11,78	13,78	17,69	22,69	73,58
CEP VB								
24-sep-07	29,81	40,66	47,26	53,10	57,56	67,90	87,34	150,23
17-oct-07	6,96	9,07	11,03	12,76	14,64	19,84	27,28	66,70
08-nov-07	7,73	11,35	13,52	14,76	17,43	22,87	30,76	75,99
LSD (P≤0.05)	1,31	3,82	4,27	5,22	6,09	8,29	11,13	20,83
P Valor	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0019	0,0021	0,0191

Tabla 3.56 Evaluación del peso seco generado por planta sin acumular ($g\ planta^{-1}$) del experimento 2, ensayo 3: Comparación de los tres tipos de planta' (CepVA, RdVA y CepVB) en las tres fechas de trasplante.

	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
Tipo planta'								
CEP VA	4,7 a	1,5	1,4	1,1	1,2 a	2,7	6,2 a	27,5
RD VA	3,5 b	1,2	1,1	0,9	0,9 b	2,4	4,7 b	26,6
CEP VB	4,6 a	1,3	1,1	0,9	1,1 ab	3,0	6,1 a	28,3
Fecha trasplante								
24-sep-07	9,0 a	2,2 a	1,8 a	1,4 a	1,1 a	3,8 a	8,3 a	34,2 a
17-oct-07	2,3 b	0,6 c	0,7 b	0,7 b	0,8 b	2,0 b	4,5 b	24,4 b
8-nov-07	1,6 c	1,2 b	1,0 b	0,8 b	1,3 a	2,4 b	4,3 b	23,9 b
Análisis de la varianza.								
Parámetros (g.l)	Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺							
Tipo planta' (n=2)	2,59**	2,69	5,67	2,81	13,45*	4,12	10,13*	1,38
Fecha trasplante (n=2)	93,74**	71,61**	59,04**	31,52**	36,48**	44,42**	68,00**	62,07**
Tipo planta' x Fecha trasplante (n=4)	2,84**	5,67	12,76	26,15*	19,08	6,82	4,32	7,88
Residuos (n=18)	0,83	20,03	22,54	39,52	31,00	44,63	17,55	28,67
Desviación estándar ^a	0,38	0,42	0,35	0,41	0,22	0,98	1,14	3,97

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura. CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda.

Tabla 3.57 Análisis de la interacción entre el tipo de planta' y la fecha de trasplante para el peso seco generado por planta sin acumular (g planta⁻¹) del experimento 2, ensayo 3: Comparación de los tres tipos de planta' (CepVA, RdVA y CepVB) en las tres fechas de trasplante.

Tipo planta' x Fecha trasplante	07-ene-08	21-feb-08
CEP VA		
24-sep-07	10,06	1,69
17-oct-07	2,50	0,79
08-nov-07	1,52	0,77
RD VA		
24-sep-07	7,18	0,77
17-oct-07	2,27	0,74
08-nov-07	1,01	1,09
CEP VB		
24-sep-07	9,61	1,69
17-oct-07	1,98	0,59
08-nov-07	2,28	0,54
LSD (P≤0.05)	0,66	0,71
P Valor	0,0000	0,0475

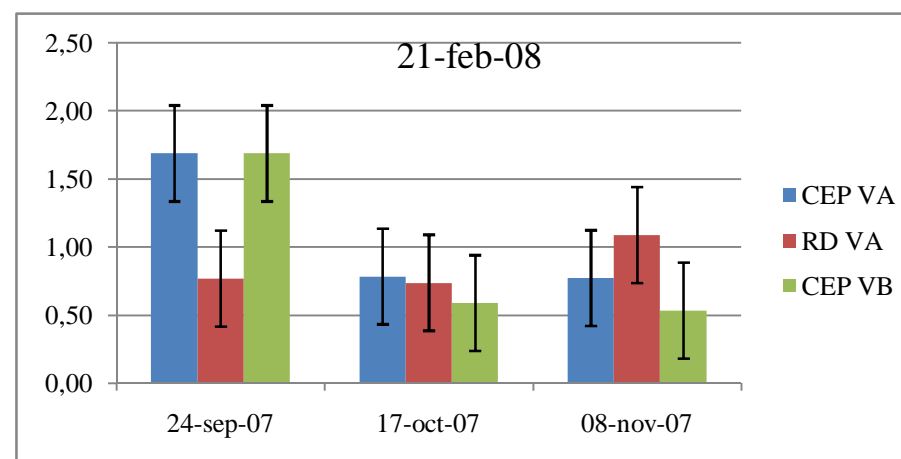
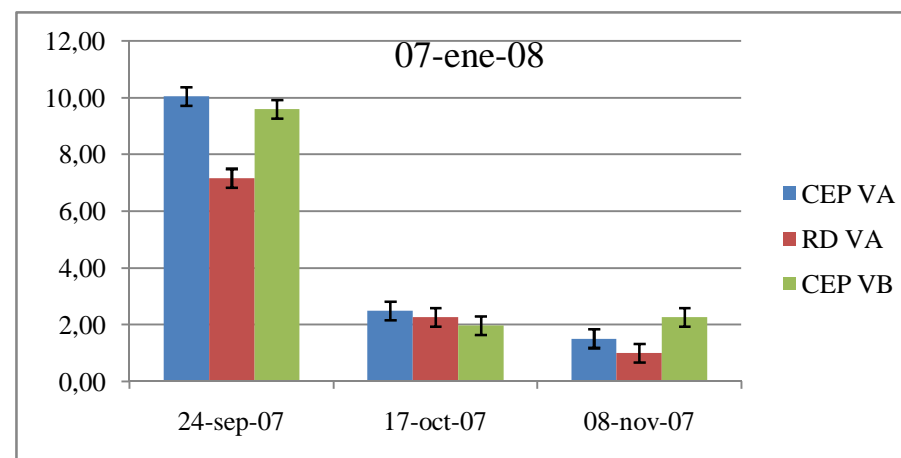


Tabla 3.58 Evaluación del peso seco generado por planta acumulado ($g\ planta^{-1}$) del experimento 2, ensayo 3: Comparación de los tres tipos de planta' (CepVA, RdVA y CepVB) en las tres fechas de trasplante.

	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
Tipo planta'								
CEP VA	4,7 a	6,2 a	7,6 a	8,7 a	9,9 a	12,6 a	18,8 a	46,4
RD VA	3,5 b	4,7 b	5,7 b	6,6 b	7,5 b	10,0 b	14,7 b	41,2
CEP VB	4,6 a	6,0 a	7,0 a	8,0 a	9,1 a	12,1 a	18,2 a	46,5
Fecha trasplante								
24-sep-07	9,0 a	11,2 a	13,0 a	14,3 a	15,5 a	19,3 a	27,6 a	61,8 a
17-oct-07	2,3 b	2,9 b	3,6 b	4,3 b	5,1 b	7,1 b	11,6 b	35,9 b
8-nov-07	1,6 c	2,8 b	3,8 b	4,6 b	5,9 b	8,3 b	12,6 b	36,5 b
Análisis de la varianza.	Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺							
Parámetros (g.l)								
Tipo planta' (n=2)	2,59**	2,67**	2,82**	2,98**	3,75**	3,78**	5,36**	3,34
Fecha trasplante (n=2)	93,74**	93,05**	91,52**	89,98**	89,13**	87,71**	84,52**	80,55**
Tipo planta' x Fecha trasplante (n=4)	2,84**	2,75**	3,36**	4,46**	4,03**	3,23	3,48	3,95
Residuos (n=18)	0,83	1,54	2,30	2,57	3,09	5,28	6,64	12,16
Desviación estándar ^a	0,38	0,62	0,85	0,97	1,07	1,65	2,51	5,74

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura. CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda.

Tabla 3.59 Análisis de la interacción entre el tipo de planta' y la fecha de trasplante para el peso seco generado por planta acumulado (g planta⁻¹) del experimento 2, ensayo 3: Comparación de los tres tipos de planta' (CepVA, RdVA y CepVB) en las tres fechas de trasplante.

Tipo planta' x Fecha trasplante	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08
CEP VA					
24-sep-07	10,06	12,68	14,98	16,67	17,84
17-oct-07	2,50	3,05	3,94	4,72	5,51
08-nov-07	1,52	2,88	3,81	4,58	6,25
RD VA					
24-sep-07	7,18	9,20	10,51	11,28	12,33
17-oct-07	2,27	2,98	3,65	4,40	5,20
08-nov-07	1,01	1,88	3,07	4,17	5,08
CEP VB					
24-sep-07	9,61	11,58	13,39	15,08	16,22
17-oct-07	1,98	2,61	3,18	3,78	4,64
08-nov-07	2,28	3,67	4,51	5,05	6,32
LSD (P≤0.05)	0,66	1,06	1,45	1,66	1,84
P Valor	0,0000	0,0007	0,0019	0,0008	0,0033

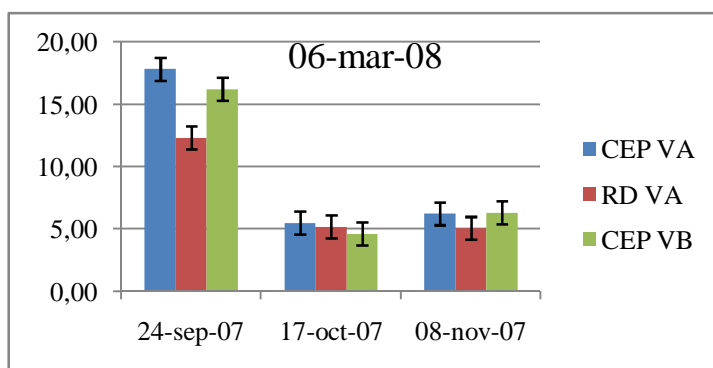
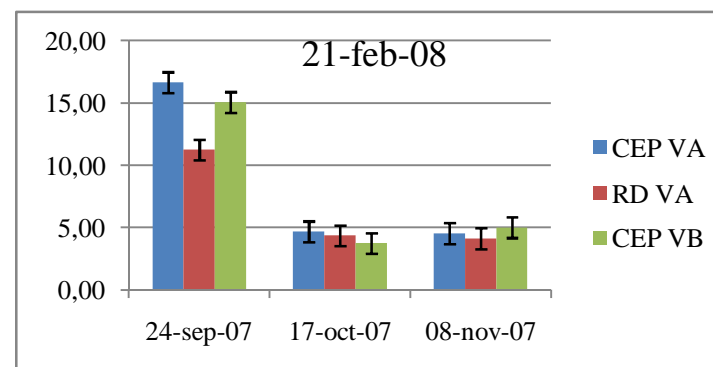
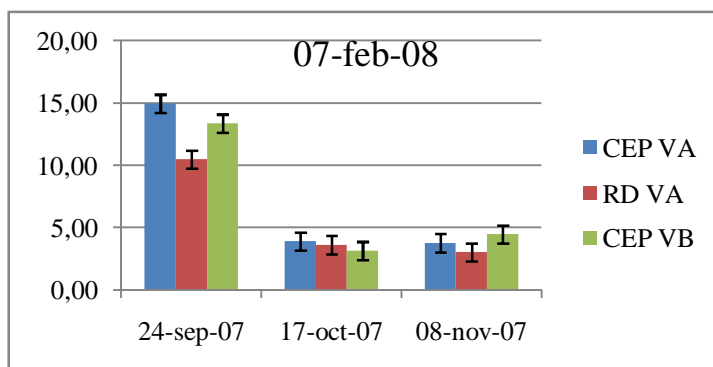
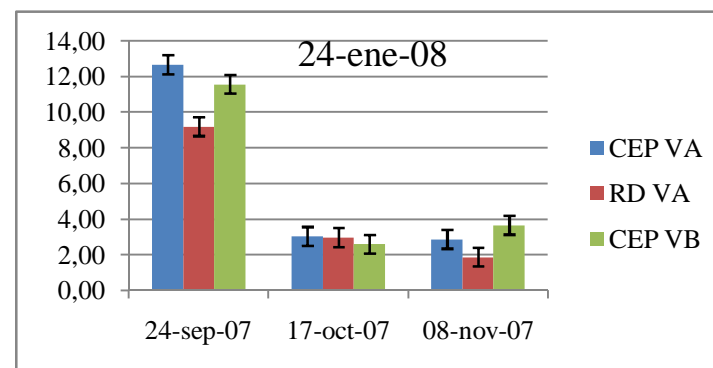
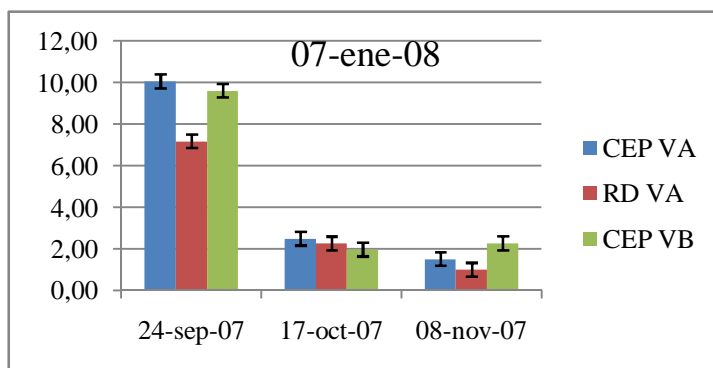


Tabla 3.60 Evaluación del peso seco promedio por hoja, limbo y peciolo del experimento 2, ensayo 3: Comparación de los tres tipos de planta' (CepVA, RdVA y CepVB) en las tres fechas de trasplante.

	Peso seco hoja (g hoja ⁻¹)	Peso seco limbo (g limbo ⁻¹)	Peso seco peciolo (g peciolo ⁻¹)
Tipo planta'			
CEP VA	0,42	0,33	0,08
RD VA	0,43	0,35	0,08
CEP VB	0,41	0,33	0,08
Fecha trasplante			
24-sep-07	0,34 c	0,27 c	0,08 b
17-oct-07	0,42 b	0,34 b	0,08 b
8-nov-07	0,50 a	0,41 a	0,09 a
Análisis de la varianza.			
Parámetros (g.l)		Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺	
Tipo planta' (n=2)	1,56	2,45	3,67
Fecha trasplante (n=2)	85,13**	84,44**	43,92**
Tipo planta' x Fecha trasplante (n=4)	5,86*	5,91*	17,09
Residuos (n=18)	7,45	7,19	35,33
Desviación estándar ^a	0,02	0,02	0,01

** , *; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura. CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda.

Tabla 3.61 Análisis de la interacción entre el tipo de planta' y la fecha de trasplante para el peso seco promedio por hoja y limbo del experimento 2, ensayo 3: Comparación de los tres tipos de planta' (CepVA, RdVA y CepVB) en las tres fechas de trasplante.

Tipo planta' x Fecha trasplante	Peso seco hoja (g hoja ⁻¹)	Peso seco limbo (g limbo ⁻¹)
CEP VA		
24-sep-07	0,337	0,255
17-oct-07	0,395	0,316
08-nov-07	0,514	0,425
RD VA		
24-sep-07	0,369	0,288
17-oct-07	0,418	0,345
08-nov-07	0,508	0,421
CEP VB		
24-sep-07	0,328	0,254
17-oct-07	0,439	0,355
08-nov-07	0,470	0,377
LSD (P≤0.05)	0,039	0,036
P Valor	0,0267	0,0229

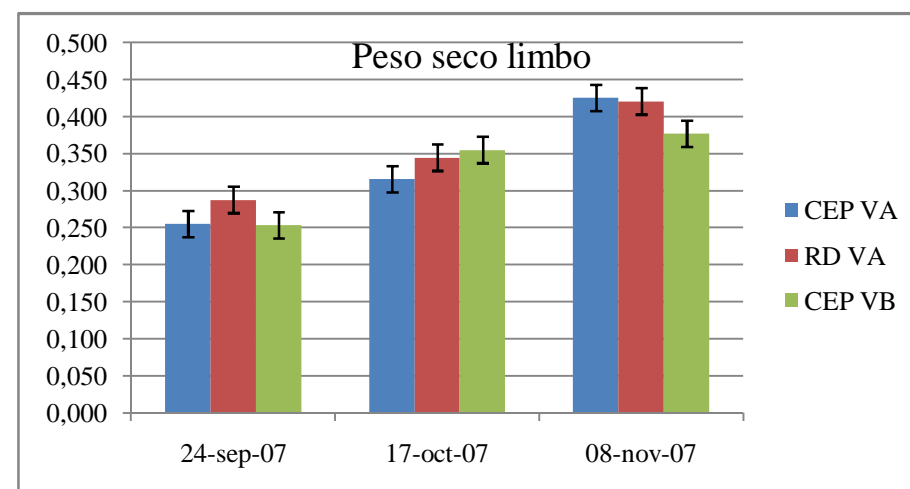
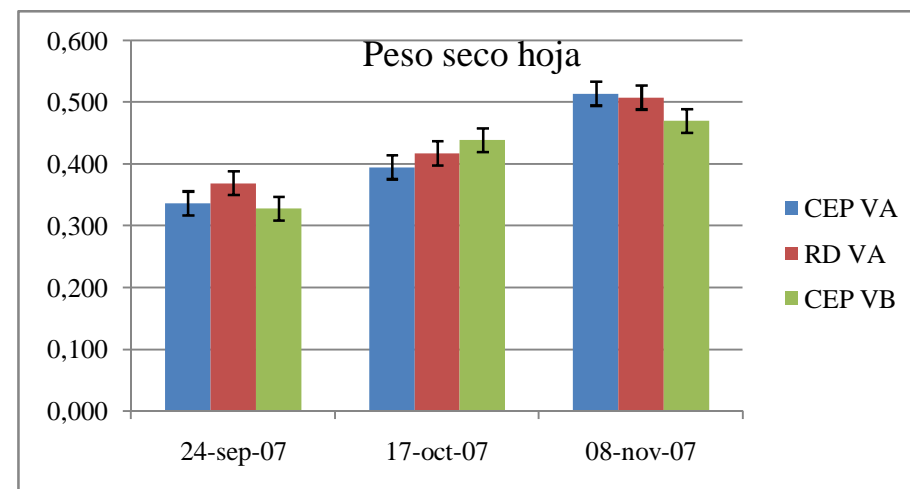


Tabla 3.62 Evaluación del contenido en almidón de las raíces en el momento del trasplante y del número estolones emitidos (10 de Junio de 2008) del experimento 2, ensayo 3: Comparación de los tres tipos de planta' (CepVA, RdVA y CepVB) en las tres fechas de trasplante. (U.R.: Unidad de repetición= 16 plantas).

	mg almidón por planta	Estolones retirados por U.R.
Tipo planta'		
CEP VA	69,2 a	51,1 b
RD VA	35,8 b	78,4 a
CEP VB	42,4 b	69,0 ab
Fecha trasplante		
24-sep-07	28,0 c	13,8 c
17-oct-07	51,1 b	77,9 b
8-nov-07	68,3 a	106,9 a
Análisis de la varianza.		
Parámetros (g.l)		Porcentaje de la suma de cuadrados ⁺
Tipo planta' (n=2)	36,33**	6,55*
Fecha trasplante (n=2)	47,33**	77,17**
Tipo planta' x Fecha trasplante (n=4)	10,84**	3,77
Residuos (n=18)	5,50	12,51
Desviación estándar ^a	6,88	19,19

** , * ; Nivel de significación: $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$.

⁺; Para cada componente, la suma de cuadrados se da como un porcentaje del total.

^a; La desviación estándar se ha calculado como la raíz cuadrada del cuadrado medio residual.

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura. CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda.

Tabla 3.63 Análisis de la interacción entre el tipo de planta' y la fecha de trasplante para el contenido en almidón de las raíces en el momento del trasplante del experimento 2, ensayo 3: Comparación de los tres tipos de planta' (CepVA, RdVA y CepVB) en las tres fechas de trasplante.

Tipo planta' x Fecha trasplante	mg almidón por planta
CEP VA	
24-sep-07	43,77
17-oct-07	84,58
08-nov-07	79,16
RD VA	
24-sep-07	22,52
17-oct-07	31,25
08-nov-07	53,58
CEP VB	
24-sep-07	17,83
17-oct-07	37,34
08-nov-07	72,01
LSD (P≤0.05)	11,80
P Valor	0,0004

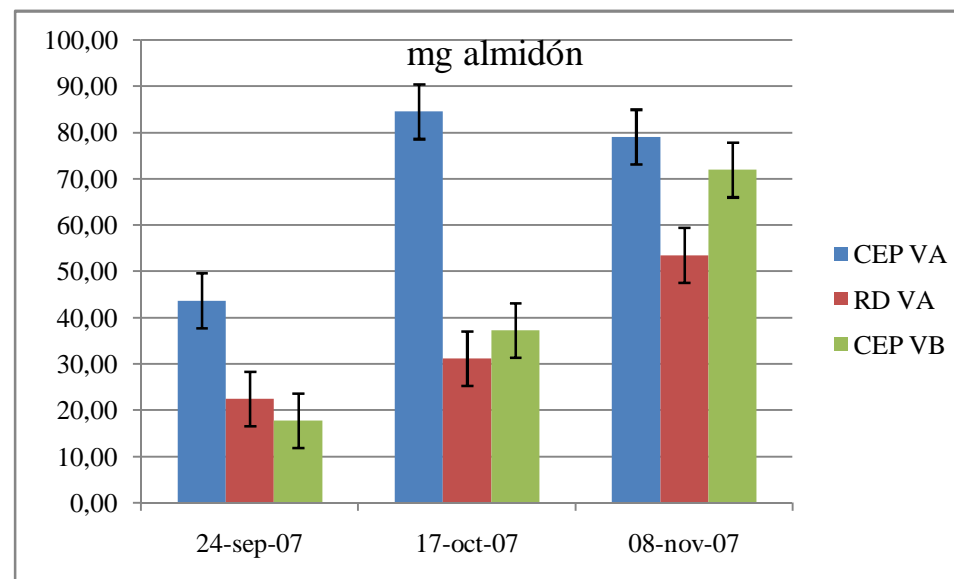


Tabla 3.64 Evaluación de los parámetros productivos del experimento 2, ensayo 4: Comparación de las plantas procedentes de los viveros de altura, bajura y bajura con tratamiento de frío; todas con cepellón y de la primera fecha de trasplante (24 septiembre del 2007). Precoz: Hasta el 31 de Marzo de 2008. Final: Hasta el 26 de Junio de 2008.

	Nº total frutos por planta		Producción total (g planta ⁻¹)		Nº frutos comerciales por planta		Producción comercial (g planta ⁻¹)		Peso medio fruto comercial (g fruto ⁻¹)		% de frutos comerciales	
	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final	Precoz	Final
Tipo planta frío												
CEP VA	21,8	78,9	210,6	717,3	15,6	55,1	179,8	596,3	11,5	10,8	71,3	69,8
CEP VB	17,3	72,9	158,3	652,6	11,4	50,8	128,5	539,5	11,3	10,6	65,5	69,6
CEP VB Fr	21,7	73,3	185,2	633,1	13,4	47,8	144,7	504,7	10,7	10,5	62,0	65,2
Significación (P Valor)	0,0936	0,1983	0,1374	0,2020	0,1156	0,1735	0,1490	0,2057	0,4043	0,5204	0,1533	0,1729

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura. CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda. Fr: Tratamiento de frío

Tabla 3.65 Evaluación del número de hojas formadas por planta sin acumular del experimento 2, ensayo 4: Comparación de las plantas procedentes de los viveros de altura, bajura y bajura con tratamiento de frío; todas con cepellón y de la primera fecha de trasplante (24 septiembre del 2007).

	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
Tipo planta frío								
CEP VA	30,7 a	13,5	7,5	16,4	4,2	12,8	22,6	65,9
CEP VB	29,8 a	10,9	6,6	5,8	4,5	10,3	19,4	62,9
CEP VB Fr	28,1 b	9,6	6,3	5,3	3,6	8,9	18,4	59,8
Significación (P Valor)	0,0152	0,2312	0,6893	0,7584	0,6405	0,0781	0,1830	0,5598

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura. CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda. Fr: Tratamiento de frío

Tabla 3.66 Evaluación del número de hojas formadas por planta acumulado del experimento 2, ensayo 4: Comparación de las plantas procedentes de los viveros de altura, bajura y bajura con tratamiento de frío; todas con cepellón y de la primera fecha de trasplante (24 septiembre del 2007).

	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
Tipo planta frío								
CEP VA	30,7 a	44,2	51,7 a	58,1 a	62,3 a	75,0 a	97,6 a	163,5
CEP VB	29,8 a	40,7	47,3 ab	53,1 ab	57,6 ab	67,9 ab	87,3 ab	150,2
CEP VB Fr	28,1 b	37,8	44,1 b	49,4 b	53,0 b	61,9 b	80,3 b	140,1
Significación (P Valor)	0,0152	0,0909	0,0385	0,0280	0,0471	0,0158	0,0252	0,0753

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura. CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda. Fr: Tratamiento de frío

Tabla 3.67 Evaluación del peso seco generado por planta sin acumular ($g \text{ planta}^{-1}$) del experimento 2, ensayo 4: Comparación de las plantas procedentes de los viveros de altura, bajura y bajura con tratamiento de frío; todas con cepellón y de la primera fecha de trasplante (24 septiembre del 2007).

	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
Tipo planta frío								
CEP VA	10,1	2,6	2,3	1,7	1,2	4,3	9,6	36,4
CEP VB	9,6	2,0	1,8	1,7	1,1	3,6	8,5	33,2
CEP VB Fr	9,3	1,8	1,7	1,7	0,9	2,1	7,5	32,8
Significación (P Valor)	0,2493	0,2161	0,2710	0,9933	0,4286	0,0517	0,3813	0,5696

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura. CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda. Fr: Tratamiento de frío

Tabla 3.68 Evaluación del peso seco generado por planta acumulado (g planta^{-1}) del experimento 2, ensayo 4: Comparación de las plantas procedentes de los viveros de altura, bajura y bajura con tratamiento de frío; todas con cepellón y de la primera fecha de trasplante (24 septiembre del 2007).

	7-ene-08	24-ene-08	7-feb-08	21-feb-08	6-mar-08	27-mar-08	22-abr-08	14-jul-08
Tipo planta frío								
CEP VA	10,1	12,7	15,0	16,7	17,8	22,2 a	31,8	68,2
CEP VB	9,6	11,6	13,4	15,1	16,2	19,8 ab	28,3	61,5
CEP VB Fr	9,3	11,1	12,8	14,5	15,5	17,5 b	25,1	57,9
Significación (P Valor)	0,2493	0,0700	0,0637	0,0797	0,1007	0,0113	0,0580	0,1972

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura. CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda. Fr: Tratamiento de frío

Tabla 3.69 Evaluación del peso seco promedio por hoja, limbo y peciolo del experimento 2, ensayo 4: Comparación de las plantas procedentes de los viveros de altura, bajura y bajura con tratamiento de frío; todas con cepellón y de la primera fecha de trasplante (24 septiembre del 2007).

	Peso seco hoja (g hoja^{-1})	Peso seco limbo (g limbo^{-1})	Peso seco peciolo (g peciolo^{-1})
Tipo planta frío			
CEP VA	0,34	0,26	0,08
CEP VB	0,33	0,25	0,07
CEP VB Fr	0,32	0,25	0,08
Significación (P Valor)	0,7334	0,7846	0,5118

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura. CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda. Fr: Tratamiento de frío

Tabla 3.70 Evaluación del contenido en almidón de las raíces en el momento del trasplante y del número estolones emitidos (10 de Junio de 2008) del experimento 2, ensayo 4: Comparación de las plantas procedentes de los viveros de altura, bajura y bajura con tratamiento de frío; todas con cepellón y de la primera fecha de trasplante (24 septiembre del 2007). (U.R.: Unidad de repetición= 16 plantas).

	mg almidón por planta	Estolones retirados por U.R.
Tipo planta frío		
CEP VA	43,8 a	12,3
CEP VB	17,8 b	7,7
CEP VB Fr	18,4 b	9,7
Significación (P Valor)	0,0013	0,6940

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias e.s. según el test LSD, ($P \leq 0.05$).

VA: Vivero de altura. VB: Vivero de bajura. CEP: Plantas con cepellón. RD: Plantas a Raíz desnuda. Fr: Tratamiento de frío

6.8. Anejo 8. Anejo fotográfico



Plantones en el vivero de altura, situado en Casas Altas (Rincón de Ademuz).



Comparación de sustratos, plantas con cepellón y con raíz desnuda.



Diferencia de desarrollo entre las plantas con cepellón (izquierda) y las plantas con raíz desnuda (derecha) a finales de agosto en el vivero de altura (Casas Altas, Rincón de Ademuz).



Depósitos con las distintas soluciones nutritivas.



Saco de cultivo de perlita.



Saco de cultivo de fibra de coco.



Desarrollo de las plantas el 5 de enero de 2008.



Desarrollo de las plantas el 21 de abril de 2008.



Detalle de las diferentes marcas en los folíolos de las hojas para la evaluación del crecimiento vegetativo y del grado de afección de tipburn.



Clasificación de las hojas de fresa por unidad de repetición, tras el arrancado de las plantas, en función de las distintas marcas pertenecientes a los diferentes periodos de tiempo.



Detalle de hoja gravemente afectada por tipburn.



Fruto sano.



Fruto con afección en los sépalos.