

Sustratos más empleados

Los sustratos más empleados en hidroponía son la lana de roca y la perlita (Urrestarazu 2000).

La lana de roca tiene unas características excelentes de retención de agua. La lana de roca puede considerarse un sustrato inerte, con nula CIC y pH ligeramente alcalino, de fácil neutralización y control si se mojan las tablas con solución ácida antes del inicio del cultivo. Tiene una estructura homogénea y baja densidad (lo que facilita su transporte) y buena porosidad.

La perlita expandida es un material muy ligero, muy poroso y bien aireado, del que se comercializan varias granulometrías siendo las más recomendables las comprendidas entre 1,5 y 2,5 mm (Morard 1995). Su principal problema reside en su fragilidad mecánica que degrada sus buenas características de porosidad y aireación, al fragmentarse sus granos aumentando la proporción de elementos finos.

1.6.2. Solución nutritiva

En un sistema ideal de cultivo sin suelo no existen aportes minerales por el sustrato, por lo que deben suministrarse junto con el agua, en la solución nutritiva.

Antes de elaborar cualquier solución nutritiva hay que conocer la composición química del agua de riego y valorarla en base a cuatro aspectos distintos (Alarcón 2002).

- Contenido salino total: evaluado directamente mediante la medida de la conductividad eléctrica, resulta determinante de cara de establecer los porcentajes de lixiviación, elegir en su caso las especies o variedades a implantar, manejar la dosis y frecuencia de riegos, etc. A menor grado de conductividad eléctrica (CE) menor grado de restricción tendrá el agua de riego para su uso y manejo.
- Presencia del ión bicarbonato (HCO_3^-): va a ser clave a la hora del control del pH de la solución nutritiva.
- Los niveles de sulfatos, calcio y magnesio pueden ser suficientes en el agua de riego y de esta forma no ser necesario el suministro en forma de fertilizantes.
- En cuanto a los iones fitotóxicos, cloruros y sodio, decir que en principio, cuanto menor sea su nivel mejor.

En general se suelen realizar análisis químicos del agua de riego cada año o al comienzo del cultivo.

En cultivo hidropónico habitualmente se emplean mezclas comerciales de microelementos. Una de las más usadas es el Nutrel-C, del que a continuación se indica su composición (De Liñán 2001):

- 0,7% boro en forma mineral (tetraborato sódico)
- 0,3% cobre como quelato de EDTA
- 7,5% hierro como quelato de EDTA
- 3,3% manganeso como quelato de EDTA
- 0,2% molibdeno en forma mineral (molibdato sódico)
- 0,6% zinc como quelato de EDTA

La cantidad de Nutrel-C usada normalmente en la solución base es de 2 a 3 kg por cada 1000 l de solución base 100 veces concentrada (Martínez y García 1993).

2. OBJETIVOS

Dados los buenos resultados obtenidos en los últimos años, relacionados con un aumento del vigor y de la resistencia a patógenos en ensayos de injerto en tomate, desde la Asociación de Horticultores de Vizcaya, que son principalmente productores de pimiento y tomate, surgió el interés de realizar ensayos de injerto también en pimiento. En este contexto se enmarca el presente trabajo, cuyos objetivos planteados fueron:

- Estudiar la influencia del uso de patrones resistentes a problemas de suelo en el cultivo hidropónico de pimiento de Gernika cv. Derio en parámetros relacionados con la afinidad, el vigor, la calidad, la precocidad y la producción.
- Determinar los patrones más adecuados para la variedad Derio.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

El ensayo se desarrolló en el Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario NEIKER de Derio.

3.2 INSTALACIONES

Las instalaciones para la realización del ensayo son las siguientes:

- Invernadero multicapilla de 160 m², de placas de policarbonato ondulado con ventilación en media luna desde el canalón.
- Tubería radiante de alta temperatura en forma de raíles en los pasillos, elevada a 15 cm del suelo. El agua, a 80°C, que circulaba por los raíles se calentaba mediante una caldera de biomasa cuando las necesidades del ensayo así lo requerían.
- Para una correcta automatización del riego se disponía, a parte del cabezal de riego automatizado y los goteros, de un sistema de bombas, filtros, válvulas y electroválvulas que nos aseguraba el óptimo de nutrición al cultivo en cada riego.

3.3 MATERIALES

3.3.1 Material vegetal

Los patrones utilizados en el ensayo, junto con sus principales características y la casa comercial a la que pertenecen, aparecen en la Tabla 4. Se seleccionaron estos patrones porque eran los que las diferentes casas comerciales nos aconsejaron, ya que les estaban dando buenos resultados con variedades de pimiento dulce similares a Derio.

Las plantas injertadas se encargaron a la empresa “Viveros Barbas”, situada en Voto (Cantabria). A dicha empresa se le facilitaron semillas de la variedad “Derio” para que las utilizase como parte aérea o variedad. Esta empresa también se encargó de producir las plántulas testigo para que llegaran todas a Neiker con el mismo tiempo y producidas en el mismo ambiente.

Tabla 4: Patrones utilizados en el ensayo.

| MATERIAL | RESISTENCIAS | CASA COMERCIAL |
|----------|--|----------------|
| Atlante | Encharcamiento <i>Phytophthora</i> Nematodos TMVO | Ramiro Arnedo |
| Adikto | <i>Phytophthora capsici</i> <i>Fusarium solani</i> Nematodos | Akira seeds |
| Creonte | Nematodos <i>Phytophthora</i> | Monsanto |
| AKX 411 | <i>Verticillium</i> <i>Fusarium</i> TMV | Akira seeds |

3.3.2 Sustrato

Aunque las plantas llegaron del semillero en pequeños tacos de turba rubia prensada, el ensayo se desarrolló en cultivo hidropónico de lana de roca, cuyas propiedades se expresan a continuación:

- Densidad: 46 kg m⁻³
- Volumen de poros: 98% del volumen total
- Contenido de agua posterior al drenaje 86%
- Contenido en aire posterior al drenaje 12%
- Materia orgánica: 2,6%
- Conductividad 0,01 mS cm⁻²
- pH 7,7

Los sacos de lana de roca (100 x 20 x 7.5 cm) utilizados para este ensayo (Figura 1) se compraron a la empresa Grodan (modelo Grodan Expert). Las ventajas de estas planchas de cultivo son las siguientes:

- Amplio rango de control
- Perfecto enraizamiento
- Contenido de agua homogéneo y conductividad eléctrica bien distribuida



Figura 1: Saco de lana de roca utilizado en el ensayo

3.3.3 Solución nutritiva

Para una correcta nutrición de las plantas mediante el sistema de fertirrigación, la solución diluida que llegaba a las raíces mediante goteros era la siguiente:

Macroelementos

Nitrato 9 meq L⁻¹

Fosfato 2 meq L⁻¹

Sulfato 6 meq L⁻¹

Potasio 5 meq L⁻¹

Magnesio 6 meq L⁻¹

Calcio 6 meq L⁻¹

Microelementos

Cobre 0,76 μM

Hierro 20 μM

Manganeso 9 μM

Zinc 114 μM

Boro 1,7 μM

Molibdeno 0,31 μM

3.4 MÉTODOS

3.4.1 Diseño del ensayo

Se ha realizado un ensayo factorial, de bloques al azar, cuyo factor a estudiar ha sido los diferentes patrones utilizados. Como control se ha utilizado la variedad Derio procedente de semilla sin injertar.

Los diferentes patrones, junto con la variedad control sin injertar, se dispusieron en cuatro filas (bloques), en cada una de las cuales se plantaron 48 plantas (entre 7 y 9 plantas para cada uno de los patrones y Derio sin injertar) (Figura 2). Como borde, se plantaron 3 plantas al principio y final de cada fila. Los datos de cada una de las variables a estudiar se tomaron sobre 6 plantas (siempre las mismas) que fueron consideradas como parcela elemental.

| | | | |
|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Creonte 11 plantas | Adikto 11 plantas | 411 11 plantas | Atlante 10 plantas |
| Atlante 9 plantas | Creonte 9 plantas | Derio 8 plantas | Adikto 10 plantas |
| Derio 8 plantas | 411 9 plantas | Creonte 9 plantas | Derio 8 plantas |
| Adikto 9 plantas | Atlante 9 plantas | Atlante 9 plantas | Creonte 9 plantas |
| 411 11 plantas | Derio 10 plantas | Adikto 11 plantas | 411 11 plantas |

Figura 2: Diseño del ensayo por bloques

3.4.2 Variables estudiadas

- Crecimiento: Se midió la altura de las plantas durante el desarrollo del cultivo cada 7 o 15 días.
- Afinidad patrón-variedad: A lo largo del ensayo se hicieron cuatro mediciones de los diámetros del tallo por encima y por debajo del punto de injerto.
- Producción: Se empezó cosechando una vez por semana y cuando el cultivo entró en plena producción se pasó a dos veces por semana. Se tomaron datos de producción en número y peso tanto de pimientos comerciales como no comerciales.
- Calidad: Los parámetros de calidad se midieron en frutos y en laboratorio. Estos parámetros fueron pH, ° brix, conductividad eléctrica (CE) y acidez del zumo.

3.4.3 Desarrollo del ensayo

3.4.3.1 Plantación

Se plantaron todas las plantas en estado de 6 hojas verdaderas, el día 15 de febrero de 2011, en un marco de plantación de 2,5 plantas m⁻². En cada saco se plantaron 3 plantas. Las plantas se entutoraron mediante cuerdas a los postes del invernadero, utilizando una malla plástica cuadrículada (Figura 3).



Figura 3: Foto de la parcela en la cual se realizó el ensayo una vez realizada la plantación

3.4.3.2 Fertirrigación

La solución nutritiva se aplicó con un sistema automatizado de fertirrigación, el cabezal de riego utilizado es un MCU global de la casa Grup Sabater (Cataluña), donde la cantidad de riego a aplicar por día se ajustó midiendo la conductividad eléctrica y el pH en el drenaje del cultivo. Ya que toda la parcela se regó con la misma solución y el mismo volumen, se tomaron datos diarios de pH y CE tanto en riego como en drenaje para tener un buen control de la parcela, los datos obtenidos están expresados en el siguiente gráfico (Figura 4).

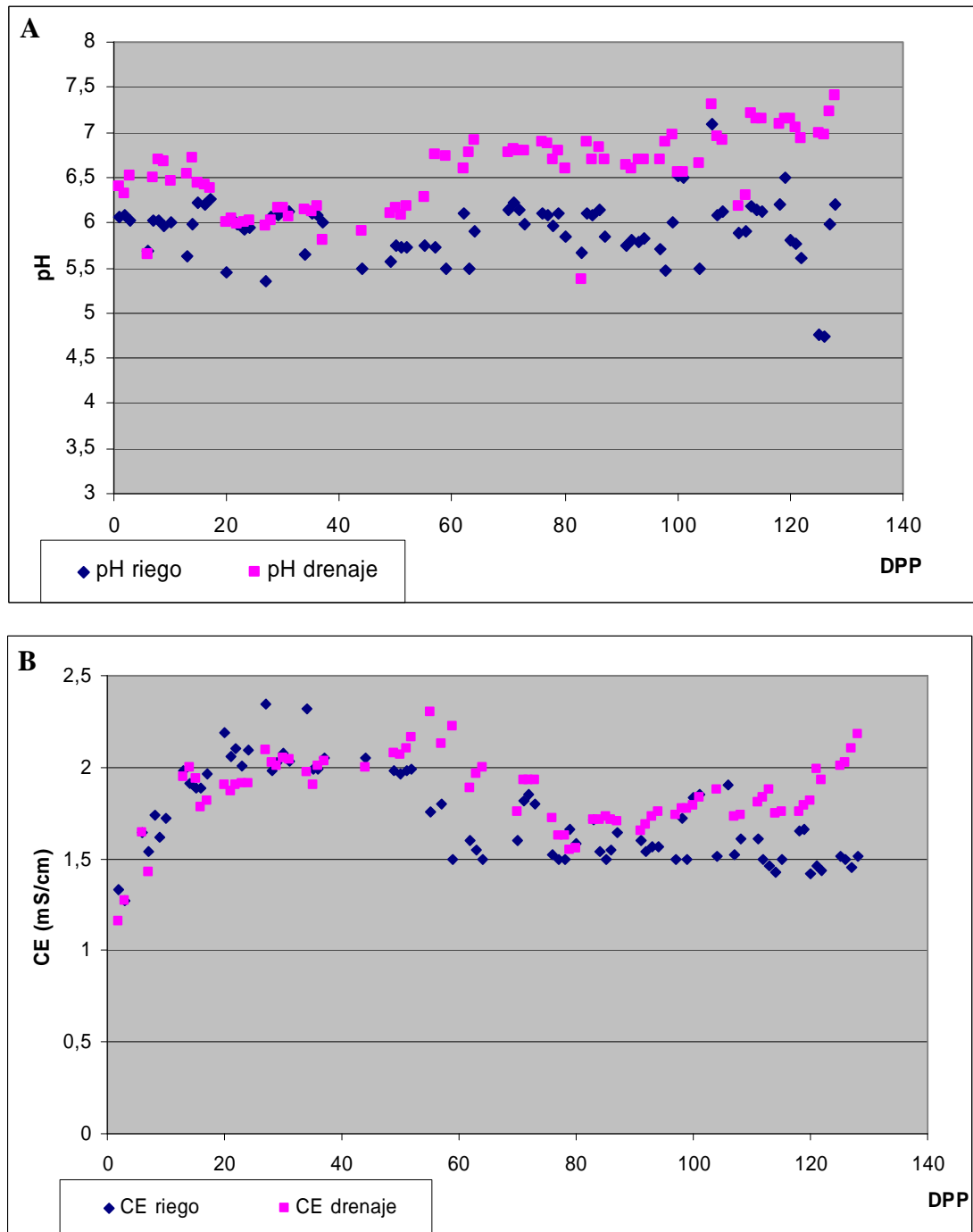


Figura 4: Relación en cuanto a pH (A) y CE (B) entre la entrada y salida del saco de cultivo. DPP: días post-plantación.

3.4.3.3 Desarrollo del cultivo

Previo a la plantación y con los sacos de lana de roca nuevos se dio un riego con solución nutritiva, para hidratar y lavar el sustrato de los residuos de fabricación. Se realizaron aperturas en la parte inferior del saco para que drene la solución sobrante y evitar encharcamiento radicular.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La recolección se hizo de forma manual, se recogían pimientos individualmente cuando tenían unos 7 cm o más. La recolección empezó el 29 de marzo, a los 42 días post-plantación (DPP) y se cosechaba una o dos veces por semana.

El cultivo se dio por finalizado el 23 de junio de 2011 (128 DPP).

En la tabla 5 se detallan las labores realizadas durante el ensayo una vez realizada la plantación.

Tabla 5: Relación de las labores realizadas durante el ensayo

| Fecha | DPP | Labor o medición | Observaciones |
|------------|-----|---|---|
| 15/02/2011 | 1 | - Plantación - Altura | Atlante buena soldadura patrón-injerto |
| 22/02/2011 | 7 | - Altura - Diámetro | |
| 8/03/2011 | 21 | - Altura - Diámetro - Flores abiertas | |
| 16/03/2011 | 28 | Cosecha 1er pimiento (Adikto) | |
| 22/03/2011 | 35 | - Altura - Diámetro | |
| 29/03/2011 | 42 | - Cosecha | |
| 08/04/2011 | 52 | - Cosecha | |
| 12/04/2011 | 56 | - Cosecha | |
| 15/04/2011 | 59 | - Cosecha - Altura - Diámetro | Observación de trips <i>Franliniella occidentalis</i> (10 trips/flor) |
| 20/04/2011 | 64 | - Cosecha | |
| 27/04/2011 | 71 | - Cosecha - Suelta <i>Orius laevigatus</i> (2insectos/m ²) | |
| 02/05/2011 | 76 | - Cosecha - Parámetros calidad | |

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Cont. Tabla 5

| | | | |
|------------|-----|-----------------------------------|--|
| 05/05/2011 | 79 | - Cosecha - Altura | |
| 09/05/2011 | 83 | - Cosecha - Diámetro | |
| 12/05/2011 | 86 | - Cosecha | |
| 17/05/2011 | 91 | - Cosecha - Parámetros calidad | Descenso nº de trips a 2-3 trips/flor |
| 20/05/2011 | 94 | - Cosecha | |
| 24/05/2011 | 98 | - Cosecha | Golpe de calor, 2 días invernadero en manual cerrado |
| 31/05/2011 | 105 | - Cosecha - Parámetros calidad | |
| 03/06/2011 | 108 | - Cosecha - Diámetro | |
| 07/06/2011 | 112 | - Cosecha | |
| 10/06/2011 | 115 | - Cosecha | |
| 13/06/2011 | 118 | - Cosecha - Parámetros calidad | |
| 16/06/2011 | 121 | - Cosecha | |

3.4.3.4 Parámetros de calidad

Las labores de medición de parámetros de calidad de los pimientos cosechados se realizaron en el laboratorio.

En primer lugar se separaron 140 g de pimientos de cada repetición, se les quitó el pedúnculo y las semillas (Figura 5).



Figura 5: Pimientos sin pedúnculo ni semillas

Los pimientos se trituraron durante un minuto en la batidora mezclados con 100 mL de agua destilada, obteniendo así un zumo muy espeso. El zumo obtenido se filtró a través de una malla de 30 micras y con la ayuda de una bomba de vacío (Figura 6).



Figura 6: Filtrado del zumo de pimiento

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Con el zumo de pimiento obtenido después del filtrado se midió el pH (pH-metro Crisol GLP22), la conductividad eléctrica (Conductímetro Crisol GLP 32) y los grados Brix (Refractómetro Ivymen System 3044 DR 101 Brix).

Por último, se separaron 50 mL en los cuales se realizó la valoración ácida añadiendo NaOH 0,1M hasta llegar a pH 8,1, con la ayuda de un agitador y una bureta electrónica (Titrette 25ml) (Figura 7).



Figura 7: Valoración de acidez en 50ml de zumo filtrado de pimiento.

3.5 DATOS ESTADÍSTICOS

Una vez realizadas todas las mediciones y conteos, se procedió al análisis estadístico de las variables cuantitativas del ensayo. Para ello se utilizó el programa estadístico SPSS, mediante un análisis de la varianza univariante, en el que se rechaza la hipótesis nula de que todas las medias son iguales con un nivel de significación del 5%. Para la separación de medias se utilizó el test de Bonferoni, que se valoró como el más adecuado dado el escaso número de datos disponibles. Por medio de este análisis estadístico, podremos tener idea de la significación de las diferencias establecidas por los tratamientos, esto es, podremos calificar de significativas o no significativas las diferencias anotadas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CRECIMIENTO

4.1.1 Evolución de la altura de las plantas de pimiento durante el ensayo

La evolución de la altura de las plantas durante el cultivo y hasta la fecha de la última cosecha, se muestra en la Figura 8. Las plantas de pimiento injertadas sobre el patrón Creonte tuvieron un menor crecimiento que el resto, las cuales crecían al mismo ritmo.

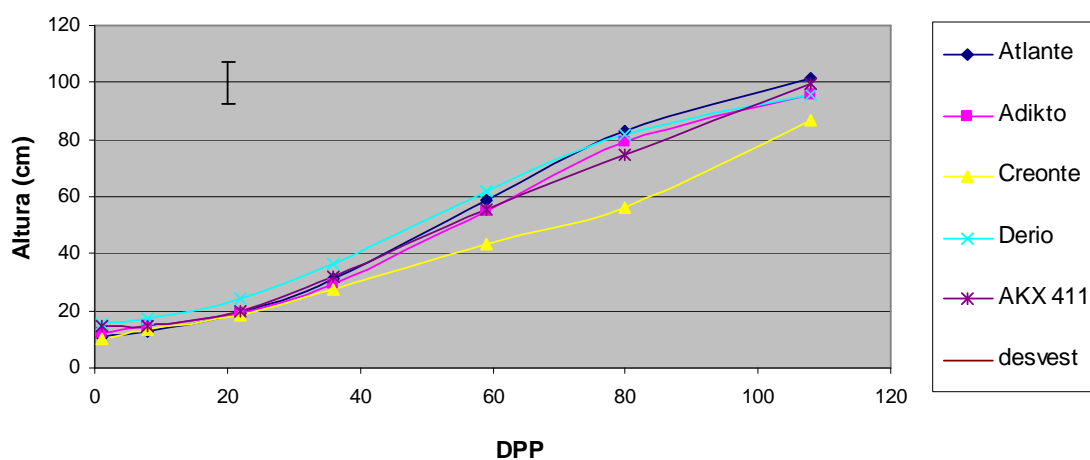


Figura 8: Altura de las plantas de pimiento durante el ensayo. DPP: días post plantación. La línea vertical expresa la desviación estándar máxima.

Se realizó un análisis estadístico de la altura de las plantas al final del cultivo, para comprobar si existían diferencias significativas entre los diferentes patrones utilizados y el control. En la Tabla 6 se puede apreciar que las plantas injertadas sobre Creonte presentaron una altura significativamente inferior a las plantas control (Derio) sin injertar. Sin embargo, entre los demás portainjertos no se encontraron diferencias en cuanto a altura de planta respecto a las plantas de Derio.

Tabla 6: Separación de medias para la variable dependiente altura de la planta (cm) a los 108 días post-plantación. Letras distintas indican diferencias significativas, para $P \leq 0,05$

| Patrón | Altura media (cm) | Grupo |
|---------|-------------------|-------|
| Atlante | 101,27 | a |
| AKX 411 | 99,50 | a |
| Derio | 96,04 | a |
| Adikto | 95,54 | a |
| Creonte | 87,00 | b |

4.1.2 Afinidad patrón-variedad

La afinidad entre patrón y variedad la valoramos midiendo los diámetros de los tallos por encima y por debajo del punto de injerto. Se realizaron seis mediciones a lo largo del ensayo.

Grosor del patrón

En la Figura 9 se muestra la evolución del grosor (en mm) de los tallos por debajo del punto de injerto. Se puede apreciar que los patrones Atlante y AKX 411 crecieron a un mismo ritmo. Mientras que los demás aparte de crecer más lentos presentaron al final menor grosor. A la variedad Derio (sin injertar) solo se le tomó una medición a la altura que las demás tenían el punto de injerto, esto ha hecho que en el gráfico de los patrones (Figura 9) esté situada la última y en la de las variedades (Figura 10) la primera.

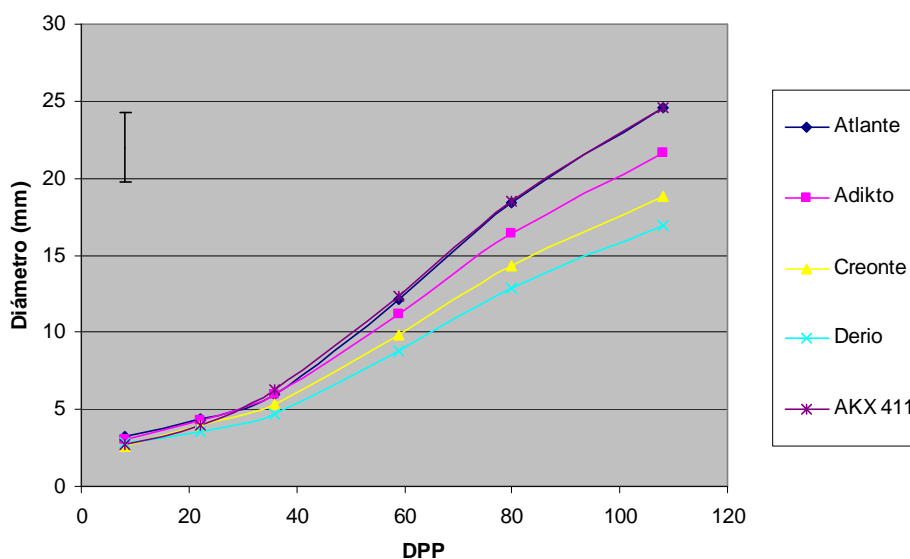


Figura 9: Grosor del tallo por debajo del punto de injerto de los diferentes patrones a lo largo del ensayo. DPP: días post plantación. La línea vertical expresa la desviación estándar máxima.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un análisis estadístico del grosor de patrón, para analizar las diferencias entre los diferentes patrones.

Tabla 7: Separación de medias para la variable dependiente grosor del patrón (mm) a los 108 días post-plantación. Letras distintas indican diferencias significativas, para $P \leq 0,05$.

| Patrón | Grosor Medio (mm) | Grupo |
|---------|-------------------|-------|
| AKX 411 | 24,59 | a |
| Atlante | 24,59 | a |
| Adikto | 21,64 | b |
| Creonte | 18,85 | c |
| Derio | 16,93 | c |

Se puede apreciar que en cuanto a grosor del patrón (Tabla 7), Atlante y AKX 411 fueron las que más crecieron, siendo por tanto las que más cantidad de savia podían transportar de las raíces hasta el punto de injerto. Estos dos patrones, junto con Adikto, mostraron un grosor significativamente superior a la variedad Derio sin injertar. El patrón Creonte tuvo un crecimiento similar al control.

Grosor de la variedad

En la Figura 10 se muestran las evoluciones de los grosores de las diferentes plantas por encima del punto de injerto. Como se puede observar, el grosor de la variedad en los tratamientos con injerto ha sido menor que sus respectivos patrones (Figura 9), sufriendo el tallo una reducción de grosor por encima del punto de injerto.

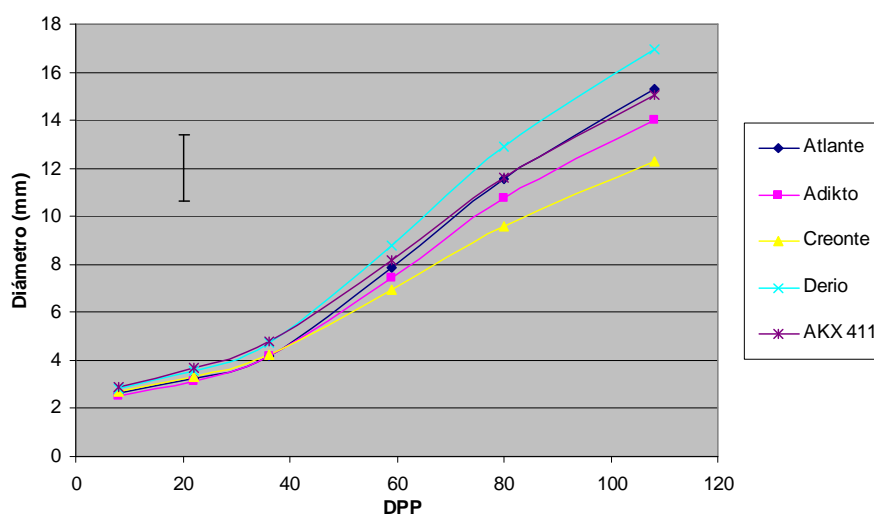


Figura 10: Grosor por encima del punto de injerto de la variedad Derio injertada sobre los diferentes patrones y el testigo procedente de semilla. DPP: días post-plantación. Línea vertical expresa desviación estándar máxima.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un análisis estadístico sobre los grosores de la variedad Derio injertada sobre los diferentes patrones para analizar posibles diferencias aportadas por los patrones.

Tabla 8: Separación de medias para la variable dependiente grosor de la variedad (mm) a los 108 días post-plantación. Letras distintas indican diferencias significativas, para $P \leq 0,05$.

| Patrón | Grosor Medio (mm) | Grupo |
|---------|-------------------|-------|
| Derio | 16,93 | a |
| Atlante | 15,26 | b |
| AKX 411 | 15,02 | b |
| Adikto | 14,02 | b |
| Creonte | 12,28 | c |

Se puede apreciar en la Tabla 8, que al igual que ocurría con el grosor del patrón (Tabla 7) las plantas injertadas sobre Atlante y AKX 411 fueron las de mayor grosor, no existiendo diferencias significativas entre éstas y las injertadas sobre Adikto.

Dado que existe una diferencia clara en cuanto al diámetro del patrón y la variedad, a continuación se estudiará ésta para analizar si las diferencias en cuanto a crecimiento y productividad se pudieran deber a la circulación de savia entre patrón y variedad. Para esto se restarán los diámetros medidos por encima del punto de injerto a los medidos por debajo, siendo la diferencia positiva. En el caso del control sin injertar la diferencia será cero.



Figura 11: Grosor del tallo de la planta de pimienta injertada por encima y debajo del punto de injerto.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 9 se indican las diferencias de diámetro entre patrón y variedad para cada uno de los portainjertos ensayados. Así podremos estudiar las posibles consecuencias del efecto embudo que se da en el tallo (Figura 11).

Tabla 9: Separación de media de la variable diferencia de diámetro entre patrón y variedad (en mm) a los 108 días post-plantación. Letras distintas indican diferencias significativas, para $P \leq 0,05$.

| Patrón | Diferencia media (mm) | Grupo |
|---------|-----------------------|-------|
| AKX 411 | 9,57 | a |
| Atlante | 9,32 | a |
| Adikto | 7,61 | b |
| Creonte | 6,56 | b |
| Derio | 0 | c |

Como se puede apreciar, los patrones AKX 411 y Atlante fueron los que mayor efecto embudo sufrieron respecto a la variedad injertada. Aun así, fueron las plantas que mayor altura alcanzaron, esto es debido a que tanto el grosor del patrón como de la variedad fue superior en estos portainjertos que en el resto de patrones ensayados.

4.2 PRODUCCIÓN

A la hora de medir las producciones tanto de pimientos comerciales como no comerciales de la variedad Derio sobre los diferentes portainjertos, se tuvieron en cuenta por un lado el número de pimientos cosechados por metro cuadrado y también el peso de los mismos.

4.2.1 Pimientos comerciales

Se consideraron pimientos comerciales aquellos que cumplieran los requisitos de denominación Pimiento de Gernika. En la Figura 12 se muestran ejemplos del aspecto y tamaño que deben tener los pimientos de la variedad Derio para considerarse comerciales.



Figura 12: Pimientos comerciales.

En los siguientes gráficos (Figuras 13 y 14) se pueden apreciar las producciones de pimiento en diferentes unidades: en gramos por metro cuadrado (Figura 13) y en número de pimientos por unidad de superficie (Figura 14).

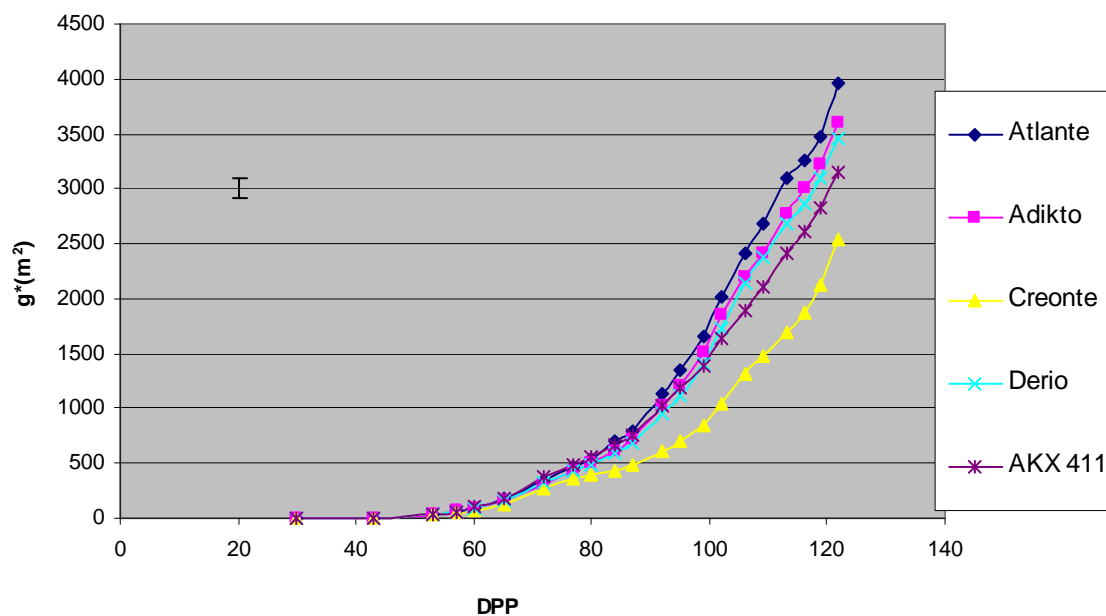


Figura 13: Producción de la variedad Derio injertada sobre diferentes patrones y el testigo procedente de semilla en [$g * (m^{-2})$]. (DPP: Días post-plantación). Línea vertical expresa desviación estándar máxima.

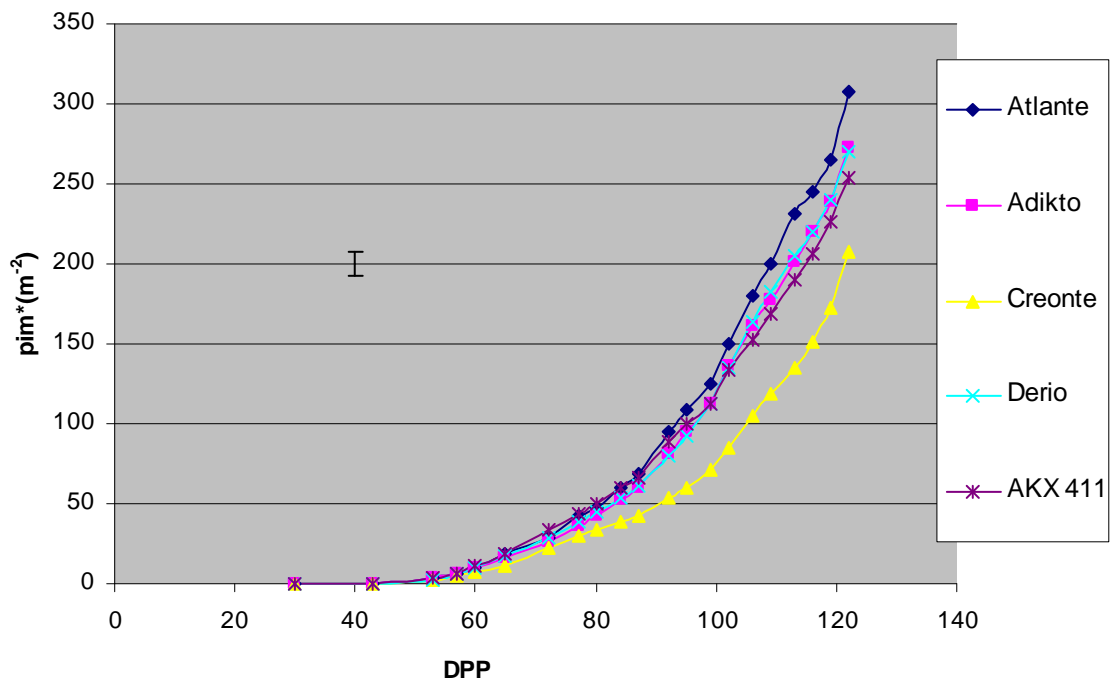


Figura 14: Producción de la variedad Derio injertada sobre diferentes patrones y el testigo procedente de semilla en [$\text{pim} * (\text{m}^2)$]. (DPP: días post-plantación). Línea vertical expresa desviación estándar máxima.

En cuanto a producción de pimientos comerciales se puede apreciar que el patrón Creonte fue el menos productivo, siendo Atlante el más productivo.

Tanto Derio sin injertar como Adikto y AKX 411 tuvieron la misma tendencia y al final produjeron prácticamente lo mismo.

También se valoró por una parte la precocidad (producción a los 90 DPP) y por otra la producción final (a los 121 DPP). Dado que se empezó a cosechar pasados 60 DPP y se finalizó el ensayo a 121 DPP se tomaron datos de precocidad en la mitad del periodo productivo (90 DPP).

Precocidad

La producción precoz se estudió a los 90 DPP, una vez que se empezaron a conseguir producciones importantes. Se realizó un análisis estadístico sobre las producciones a los 90 DPP en las plantas de la variedad Derio injertada sobre los diferentes patrones, cuyos resultados se reflejan en las Tablas 10 y 11.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 10: Separación de medias para la variable dependiente precocidad (90 DPP) en cuanto a producción en peso (g.m^{-2}). Letras distintas indican diferencias significativas, para $P \leq 0,05$.

| Patrón | Producción media (g.m^{-2}) | Grupo |
|---------|--|-------|
| Atlante | 1128,66 | a |
| AKX 411 | 1032,27 | a |
| Adikto | 1018,33 | a |
| Derio | 950,65 | a |
| Creonte | 616,67 | b |

Tabla 11: Separación de medias para la variable dependiente precocidad (90 DPP) en cuanto a producción en número de pimientos (pim.m^{-2}). Letras distintas indican diferencias significativas, para $P \leq 0,05$.

| Patrón | Producción media (pim.m^{-2}) | Grupo |
|---------|--|-------|
| Atlante | 94,47 | a |
| AKX 411 | 88,43 | a |
| Adikto | 81,45 | a |
| Derio | 80,52 | a |
| Creonte | 53,43 | b |

Se puede apreciar que en cuanto a precocidad los resultados son los mismos aun teniendo en cuenta las dos unidades analizadas (Tablas 10 y 11). Las plantas de pimiento Derio injertadas sobre el patrón Creonte fueron las menos productivas a 90 DPP, y por tanto las que mostraron menor precocidad.

Producción final

Como se ha comentado anteriormente, se consideró como tal la producción acumulada a los 121 DDP, una vez finalizado el cultivo. En las Tablas 12 y 13 se puede apreciar por una parte que Creonte junto con AKX 411 han sido los patrones menos productivos. Concretamente, el portainjertos Creonte ha dado producciones comerciales totales significativamente inferiores a las de la variedad Derio sin injertar. Atlante y Adikto han sido los patrones de mayor producción, no existiendo diferencias significativas entre éstos y el testigo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 12: Separación de medias para la variable dependiente producción acumulada pasados 121 DPP en (g.m⁻²). Letras distintas indican diferencias significativas, para $P \leq 0,05$.

| Patrón | Producción media (g.m ⁻²) | Grupo |
|---------|---------------------------------------|-------|
| Atlante | 3965 | a |
| Adikto | 3600 | a b |
| Derio | 3448 | a b |
| AKX 411 | 3144 | b c |
| Creonte | 2529 | c |

Tabla 13: Separación de medias para la variable dependiente producción acumulada pasados 121DPP en (pim.m⁻²). Letras distintas indican diferencias significativas, para $P \leq 0,05$.

| Patrón | Producción media (pim.m ⁻²) | Grupo |
|---------|---|-------|
| Atlante | 307,39 | a |
| Adikto | 273,02 | a b |
| Derio | 270,20 | a b |
| AKX 411 | 253,64 | b c |
| Creonte | 207,08 | c |

4.2.2 Pimientos no comerciales

Se consideran pimientos no comerciales aquellos que aún siendo perfectamente comestibles, no cumplen los requisitos visuales descritos anteriormente (1.4.5. Características y requisitos del producto). Normalmente suelen ser pimientos torcidos o deformes como los que aparecen en la Figura 15.



Figura 15: Ejemplos de pimientos no comerciales.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de pimientos no comerciales, en $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$, para cada uno de los diferentes patrones se expresa en la Figura 16. Se puede apreciar un incremento significativo de pimientos no comerciales a partir del día 102 post-plantación, esto fue consecuencia de un error de los operarios de la finca, que dejaron el invernadero cerrado en posición manual durante un fin de semana entero. Esto hizo que se alcanzaran temperaturas altas en el interior del invernadero y muchos pimientos se quemaran, no pudiéndose contabilizar como pimientos comerciales.

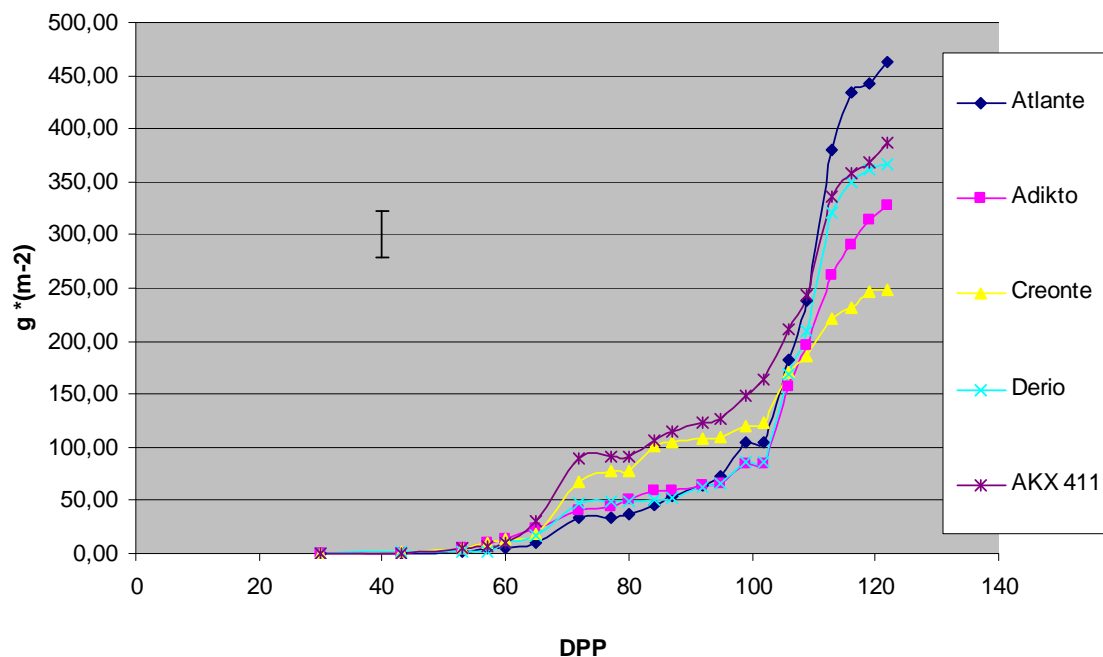


Figura 16: Evolución de la producción de pimientos no comerciales ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$). DPP: Días post-plantación. Línea vertical expresa desviación estándar máxima.

Se aprecia un punto de inflexión en la producción de pimientos no comerciales antes y después del fallo técnico (102 DPP, Figura 16). Si nos fijamos en los datos anteriores al fallo, los patrones AKX411 y Creonte fueron los que mostraban mayor producción de pimientos no comerciales. Tras la fuerte subida de temperaturas, Atlante, Adikto y Derio sin injertar sufrieron un fuerte incremento en la producción de pimientos no comerciales.

En la Tabla 14 se puede apreciar muy pocas diferencias entre tratamientos en cuanto a producción de pimientos no comerciales a los 121 DPP. Sólo se encontraron diferencias entre el patrón Atlante, que fue el que más pimientos no comerciales produjo y Creonte que fue el que menos, los demás patrones incluido el testigo no presentaron diferencias entre ellos ni con Creonte y Atlante (Tabla 14).

Tabla 14: Separación de medias para la variable dependiente producción no comercial a los 121 DPP en (g.m⁻²). Letras distintas indican diferencias significativas, para $P \leq 0,05$.

| Patrón | Media (g.m ⁻²) | Grupo |
|---------|----------------------------|-------|
| Atlante | 463,47 | a |
| AKX 411 | 386,66 | a b |
| Derio | 366,19 | a b |
| Adikto | 328,21 | a b |
| Creonte | 248,25 | b |

4.2.3 % de pimientos no comerciales respecto a los comerciales

Con los datos de producción final acumulada de pimientos comerciales y no comerciales se calculó el porcentaje que representaban en cada patrón los pimientos no comerciales respecto de los comerciales. Como se puede apreciar en la Tabla 15 no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Esto puede ser debido a la poca influencia que han tenido los patrones en la producción de pimientos no comerciales.

Tabla 15: Separación de medias para la variable dependiente % de pimientos no comerciales. Letras distintas indican diferencias significativas, para $P \leq 0,05$.

| Patrón | % Medio | Grupo |
|---------|---------|-------|
| AKX 411 | 12,43 | a |
| Atlante | 11,92 | a |
| Derio | 10,77 | a |
| Creonte | 9,84 | a |
| Adikto | 9,11 | a |

4.3 CALIDAD

4.3.1 pH

El pH nos da una idea de la acidez del zumo obtenido a partir de los frutos. Los datos de pH se tomaron en diferentes fechas y se puede ver que todos los tratamientos siguieron una tendencia similar (Figura 17).

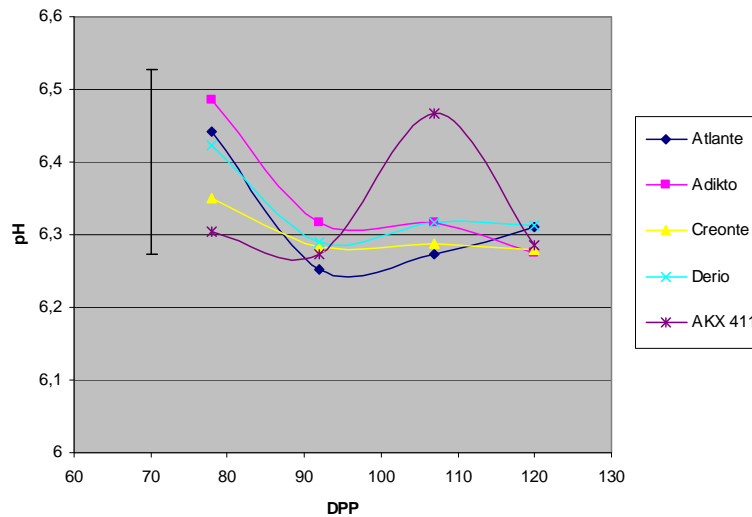


Figura 17: Evolución del pH a lo largo del ensayo. DPP: Días post-plantación. Línea vertical expresa desviación estándar máxima.

4.3.2 Conductividad eléctrica

Los datos de CE nos dan una idea de la salinidad de los pimientos. Se tomaron tres datos en tres fechas diferentes, pudiéndose apreciar la misma tendencia en todos los tratamientos (Figura 18).

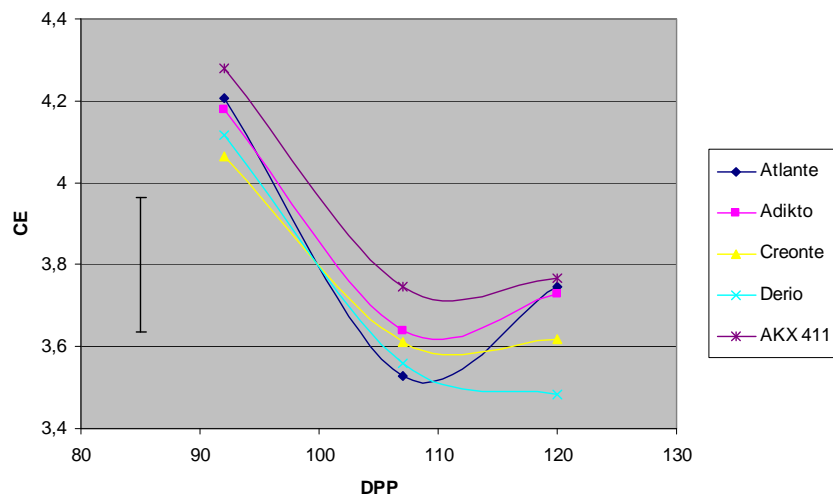


Figura 18: Evolución de la CE a lo largo del ensayo. DPP: Días post-plantación. Línea vertical expresa desviación estándar máxima.

4.3.3 °Brix

Los grados Brix nos dan una idea de la cantidad de azúcares, se miden mediante un refractómetro. La evolución de las mediciones se expresa a continuación (Figura 19).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

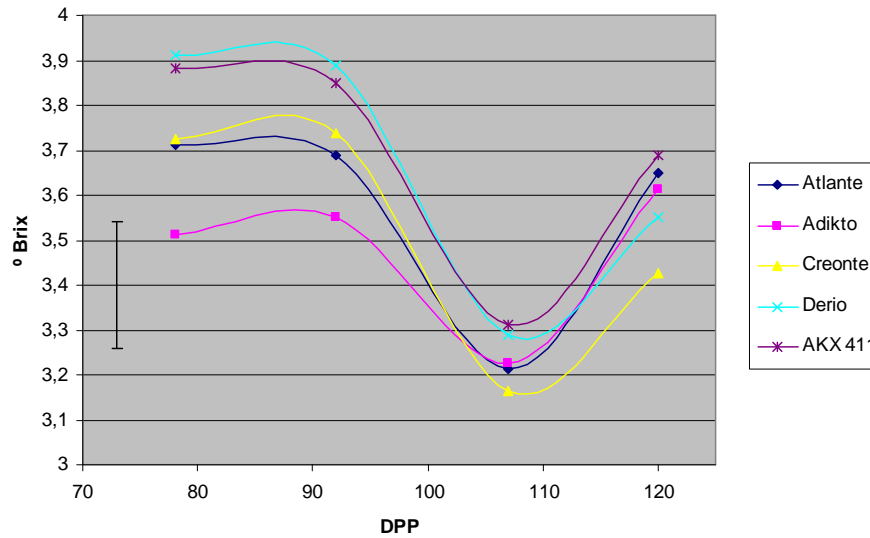


Figura 19: Evolución de los °Brix a lo largo del ensayo. DPP: Días post-plantación. Línea vertical expresa desviación estándar máxima.

4.3.4 Evolución del ácido cítrico

La neutralización llevada a cabo con NaOH nos da una idea de la acidez del zumo. Se puede apreciar que todas las repeticiones siguieron una misma tendencia (Figura 20).

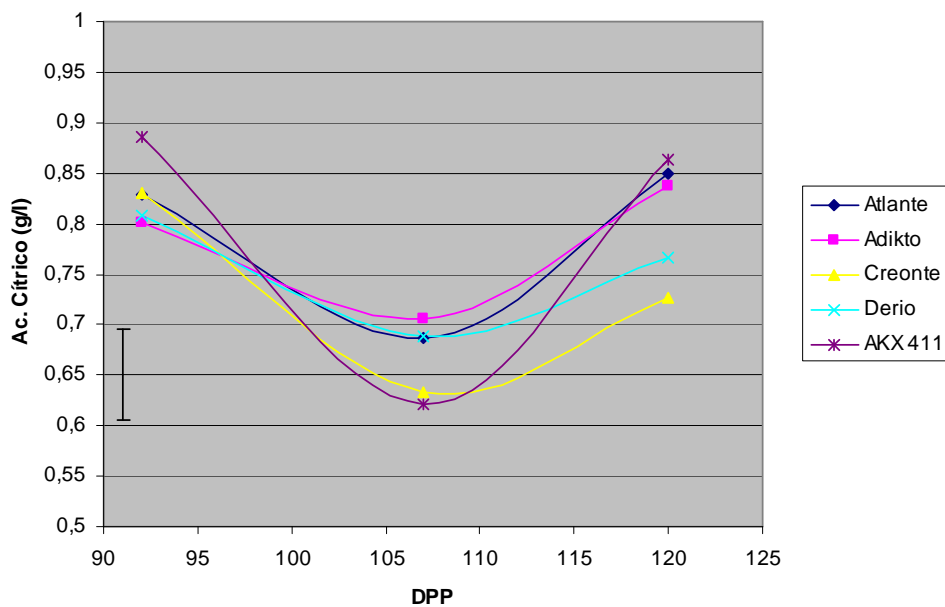


Figura 20: Evolución del ácido cítrico a lo largo del ensayo. DPP: Días post-plantación. Línea vertical expresa desviación estándar máxima.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a los parámetros de calidad los patrones no han aportado diferencias a la calidad del producto final. Se puede apreciar en los gráficos que todas las repeticiones han seguido la misma tendencia y les separan muy pocas décimas. Por lo tanto podemos concluir que los patrones utilizados no aportan diferencias en la calidad de los frutos de la variedad Derio.

5. CONCLUSIONES

- Las plantas de la variedad Derio injertadas sobre Creonte presentaron un desarrollo vegetativo (altura y grosor del tallo) significativamente inferior a las plantas control sin injertar.
- Las plantas de pimiento Derio injertadas sobre el patrón Creonte fueron las menos productivas a los 90 días post-plantación (DPP), y por tanto las que mostraron menor precocidad.
- El patrón Creonte ha dado producciones comerciales totales (121 DPP) significativamente inferiores a las de la variedad Derio sin injertar. Atlante y Adikto han sido los patrones con mayor producción, no existiendo diferencias significativas entre éstos y el testigo.
- Ninguno de los patrones ensayados ha afectado significativamente al porcentaje de pimientos no comerciales producidos.
- Los patrones utilizados en este ensayo no aportaron ninguna variación en la calidad de los frutos cosechados, por lo que no alteran el sabor ni las cualidades propias de la variedad Derio.
- No se encontró ningún patrón por el que pueda ser interesante pagar los costes de realización de injerto para la variedad Derio, en las condiciones de cultivo hidropónico ensayadas y en ausencia de enfermedades de suelo.
- El patrón Creonte quedaría descartado como portainjertos de la variedad Derio en un sistema de cultivo hidropónico.

6. BIBLIOGRAFÍA

Abad, M., P.F. Martínez, M.D. Martínez, y J. Martínez. 1993. Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. *Actas de Horticultura 11:141-154.*

Abad, M. y Noguera, P. 1998. “Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación”. En: *Fertirrigación: Cultivos hortícolas y ornamentales. Cadahía, C. Ed: Mundi-Prensa.*

Acosta A. 2005. La técnica del injerto en plantas hortícolas. *www.horticom.com*

Alarcón, L., 2002. Los cultivos hidropónicos de hortalizas extratempranas. www.ediho.es/horticom

Aloni B. 2010. Hormonal signaling in rootstock–scion interactions. *Scientia Horticulturae 127, 119-126.*

Anónimo, 1995. Consideraciones sobre el cultivo en sustratos. *Hortoinformación, 6: 46-49.*

Colla G. 2008. Influence of Grafting on Yield and Fruit quality of Pepper. *Dipartimento di Geologia e Ingegneria Meccanica, Naturalistica e Idraulica per il Territorio (GEMINI), Università della Tuscia, 01100 Viterbo, Italy.*

Comité Nacional de Pimiento de Gernika. 2010. *www.euskolabel.net*

De Liñán, C. 2001. Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales. *Ed: Agrotécnicas S.L.*

De Miguel, A. 2009. Evolución del injerto de hortalizas en España. *Horticultura Internacional 72, 10-16.*

Johkan M., Oda M., Mori G. 2008. Ascorbic Acid promotes graft-take in sweet pepper plants. *Scientia Horticulturae 116, 343–347.*

Maroto, J.V. 2002. Horticultura herbácea especial. 5ª edición. *Ed: Mundi-Prensa.*

Martínez, E., García, M. 1993. Cultivos sin suelo: Hortalizas en clima mediterráneo. *Ed: Horticultura.*

Morard, P. 1995. Les cultures végétales hors sol. *Publications Agricoles d’Agen. France.*

Namesny A. 2006. Pimientos. Compendios de horticultura 16. *Ed: Mundiprensa.*

Palada C. 2002. Grafting Sweet Peppers for production in the hot-wet season. *Guide International Cooperators 09-722-e.*

Resh, H.M., 2001. Cultivos hidropónicos. 5ª edición. *Ed: Mundi-Prensa.*

Riga P. 2003. Resultados horticultura Neiker.

Urrestarazu, M. 2000. Manual del cultivo sin suelo. 2ª edición. *Ed: Mundi-Prensa.*